

Министерство образования и науки Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет

Ч48
Н34



НАУКА ЮУрГУ

Материалы 65-й научной конференции

СЕКЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Том 1

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2013

ББК Ч481.46.я43 + Ч215.1.я43

НЗ4

Оргкомитет 65-й научной конференции:

Ваулин С.Д. (председатель), Рождественский Ю.В., Спасибожко В.В., Шабиев С.Г., Спиридонов Е.К., Карпов А.Н., Соколинский Л.Б., Шестеркина Л.П., Парфентьева Н.Д., Хомутова Т.Н., Горшенин В.П., Дрозин А.Д., Гузеев В.И., Ровный Б. И., Казаринов Л.С., Солдатова Е.Л., Тошев А.Д., Майсак В.Н., Лившиц В.А., Окольнішнікова И.Ю., Кундикова Н.Д., Михайлов Г.Г., Быков Е.В., Авдин В.В., Шиндина Т.А., Баев И.А., Радионов А.А., Классен А.Н., Демин А.А., Волошина И.А., Чуманов В.И., Серко И.А., Балахонова И.М., Рогозин А.Ф., Орлова Е.Ю., Борщенко В.Н., Чванова Е.Е., Кравцов А.И., Шкерина Г.А., Давыдова О.И., Плаксин О.А., Романов Е.В.

Ответственный за выпуск С.Д. Ваулин

НЗ4 **Наука ЮУрГУ: материалы 65-й научной конференции. Секции технических наук: в 2 т. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – Т. 1. – 349 с.**

ISBN 978-5-696-04454-5 (т. 1)

ISBN 978-5-696-04453-8

Представлены материалы 65-й научной конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и сотрудников, которая состоялась в апреле 2013 года.

Отпечатано с авторских оригиналов.

ББК Ч481.46.я43 + Ч215.1.я43

ISBN 978-5-696-04454-5 (т. 1)

ISBN 978-5-696-04453-8

© Издательский центр ЮУрГУ, 2013

ФАКУЛЬТЕТ АВТОТРАКТОРНЫЙ

УДК 621.436

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУСКА ДИЗЕЛЯ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ

В.В. Шишков

Предложена методика расчета мощности системы воздушного пуска дизеля, позволяющая учитывать массовые и тепловые потери внутрицилиндрового заряда. Установлено влияние параметров системы воздушного пуска на ее мощность. Для достижения максимальной мощности системы воздушного пуска и улучшения условий воспламенения топлива в цилиндре, угол действительного начала подачи воздуха в цилиндр должен составлять 10 градусов после верхней мертвой точки.

Ключевые слова: пуск холодного дизеля; мощность системы пуска; сжатый воздух.

При эксплуатации дизелей с системами воздушного пуска (СВП) были выявлены преимущества таких систем по сравнению с традиционными электростартерными и, разумеется, их недостатки. Для одной и той же частоты прокручивания коленчатого вала мощность СВП не зависит (влияние проявляется очень слабо) от температуры окружающей среды. Такое важное положительное свойство СВП позволяет достигать повышенных частот прокручивания коленчатого вала при низких температурах. Основным недостатком СВП является понижение температуры сжатого воздуха в результате его расширения в элементах СВП и в цилиндре. Именно этим обусловлено существенное снижение температуры внутрицилиндрового заряда, охлаждение стенок камеры сгорания, ухудшение условий для самовоспламенения топлива в цилиндре.

Для неизменной пусковой частоты прокручивания коленчатого вала мощность сопротивления прокручиванию равна мощности системы воздушного пуска. При определении баланса названных мощностей необходимо учитывать, что все известные эмпирические уравнения для расчета мощности сопротивления прокручиванию [1] включают две составляющие. Первая $N_{СИМ}$ – мощность, обусловленная потерями на трение, на привод вспомогательных механизмов и агрегатов дизеля, а также потери насосных ходов. Вторая $N_{СИИ}$ – мощность, обусловленную массовыми потерями рабочего тела через неплотности цилиндро-поршневой группы и потерями теплоты в стенки цилиндра в период рабочих ходов. По мере увеличения частоты прокручивания коленчатого вала доля первой составляющей увеличивается, а второй уменьшается.

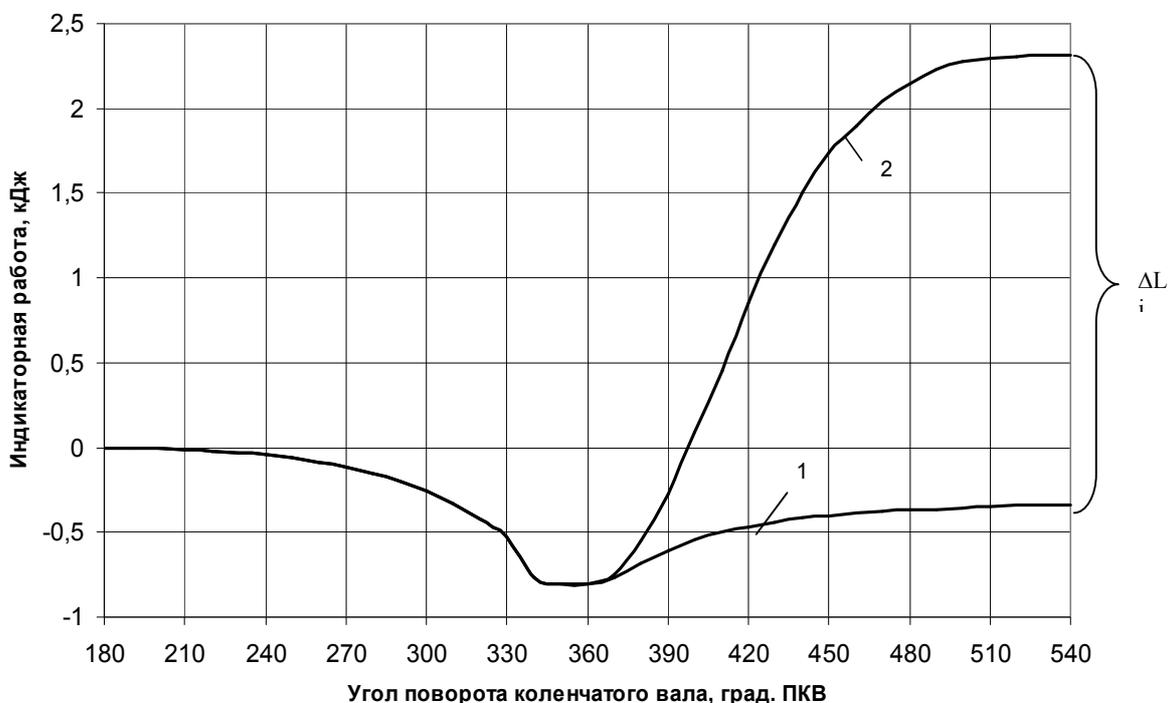
Расчет мощности СВП предусматривает следующую последовательность. В соответствии с методикой расчета параметров рабочего тела в цилиндре дизеля при его пуске [2] определяем интегральные показатели рабочего цикла, в частности, индикаторную работу рабочих ходов (рабочего цикла) без подачи сжатого воздуха в цилиндр, обозначим ее L_i' . На рисунке приведено изменение L_i' в период рабочих ходов, итоговое значение L_i' отрицательно, что является результатом потерь теплоты в стенки и утечек воздушного заряда через зазоры. Затем определяем индикаторную работу в цикле с подачей сжатого воздуха в цилиндр, обозначим ее L_i'' . В период расширения кривая L_i'' переходит из области отрицательных значений в область положительных. Индикаторную работу, совершаемую сжатым воздухом за рабочий цикл, определяем как разность индикаторных работ цикла с подачей сжатого воздуха и цикла без подачи сжатого воздуха.

$$\Delta L_i = L_i'' - L_i' \quad (1)$$

Мощность системы воздушного пуска

$$N_{СВП} = \frac{\Delta L_i \cdot i \cdot n_s}{30 \cdot \tau}, \quad (2)$$

здесь i – число цилиндров, n_s – частота прокручивания коленчатого вала, мин^{-1} , τ – коэффициент тактности двигателя.



Изменение индикаторной работы в циклах без подачи сжатого воздуха (1) и с подачей сжатого воздуха (2)

Численные значения давления и температуры рабочего тела в циклах с подачей сжатого воздуха и без подачи сжатого воздуха разнятся. Возникает методическая необходимость корректировки L_i' , но это существенно повысит трудоемкость расчетов при незначительном повышении точности.

Результаты расчетов получены для дизеля размерности 13/15 с геометрической степенью сжатия 14. Для частоты прокручивания 150 мин^{-1} индикаторная работа рабочих ходов без подачи сжатого воздуха составляет $-0,34 \text{ кДж}$, а при подаче воздуха в интервале от 360 до 425 град. ПКВ, при давлении сжатого воздуха перед клапаном 4 МПа и эффективном проходном сечении пускового клапана 40 мм^2 , индикаторная работа рабочих ходов составила $2,30 \text{ кДж}$. Индикаторная работа, совершаемая сжатым воздухом за рабочий цикл достигает $2,64 \text{ кДж}$. Мощность системы воздушного пуска 12-цилиндрового четырехтактного дизеля равна $39,7 \text{ кВт}$.

При изменении частоты прокручивания коленчатого вала от 100 до 350 мин^{-1} наблюдается снижение индикаторной работы системы воздушного пуска, а мощность продолжает увеличиваться с повышением частоты прокручивания, но с меньшей интенсивностью (табл. 1). Для систем воздушного пуска меньшей мощности снижение мощности СВП начинается при меньших частотах прокручивания.

Таблица 1

Взаимосвязь частоты прокручивания коленчатого вала, индикаторной работы и мощности системы воздушного пуска

$n_s, \text{ мин}^{-1}$	100	150	200	250	300	350
$L_i', \text{ кДж}$	$-0,390$	$-0,340$	$-0,302$	$-0,276$	$-0,255$	$-0,239$
$L_i'', \text{ кДж}$	$2,961$	$2,311$	$1,821$	$1,472$	$1,220$	$1,031$
$\Delta L_i, \text{ кДж}$	$3,351$	$2,649$	$2,123$	$1,748$	$1,475$	$1,270$
$N_{\text{СВП}}, \text{ кВт}$	$33,51$	$39,7$	$42,46$	$43,7$	$44,25$	$44,45$

Изменение давления сжатого воздуха от 2 до 5 МПа при постоянной частоте прокручивания (150 мин^{-1}) и прочих неизменных условиях повышает мощность системы воздушного пуска от $12,4$ до $41,7 \text{ кВт}$.

Индикаторная работа и мощность СВП в значительной степени зависят от величины эффективного проходного сечения пускового клапана, при его увеличении (без учета ограничений по другим элементам системы) от 20 до 50 мм^2 мощность СВП повысилась от $15,3$ до $32,3 \text{ кВт}$.

Влияние смещения начала подачи сжатого воздуха на индикаторную работу и мощность СВП (табл. 2) оценивалось при давлении сжатого воздуха 3 МПа , величине эффективного проходного сечения клапана системы воздушного пуска 40 мм^2 , продолжительности подачи воздуха 65 град ПКВ.

Максимальная мощность достигается при угле начала подачи 370 град ПКВ. Результаты расчетов для частот прокручивания от 100 до 350 мин⁻¹, показали, что угол начала подачи, при котором достигается максимальная мощность системы воздушного пуска, зависит от частоты прокручивания коленчатого вала и изменяется от 373 до 367 град ПКВ. Такой характер влияние угла начала подачи сжатого воздуха на индикаторную работу и мощность СВП можно объяснить следующим. При смещении угла начала подачи сжатого воздуха в направлении от ВМТ к НМТ увеличивается перепад давлений воздуха между пусковым клапаном и цилиндром, следовательно, увеличивается расход сжатого воздуха (отрицательный эффект) и увеличиваются индикаторная работа и мощность СВП (положительный эффект). С другой стороны, при смещении угла начала подачи воздуха от ВМТ к НМТ сокращается продолжительность участка процесса расширения, на котором сжатый воздух совершает работу в цилиндре. При малых углах смещения это не оказывает значительного влияния на индикаторную работу цикла, а при углах 375 град ПКВ и более влияние данного фактора становится существенным и наблюдается интенсивное снижение мощности.

Таблица 2

Влияние действительного начала подачи сжатого воздуха на индикаторную работу и мощность системы воздушного пуска (150 мин⁻¹)

Угол начала подачи, град ПКВ	360 (ВМТ)	365	370	375	380	390
L_i'' , кДж	1,523	1,622	1,672	1,562	1,353	0,947
ΔL_i , кДж	1,861	1,960	2,01	1,90	1,691	1,285
$N_{СВП}$, кВт	27,9	29,4	30,2	28,5	25,4	19,3

В соответствии с результатами расчетов угол действительного начала подачи воздуха в цилиндр должен составлять 10 градусов после верхней мертвой точки. При этом, как отмечено выше, улучшаются условия для самовоспламенения топлива.

Библиографический список

1. Тракторные дизели: Справочник / Б.А. Взоров, А.В. Адамович, А.Г. Арабян и др.; под общ. ред. Б.А. Взорова. – М.: Машиностроение, 1981. – 535 с.
2. Шишков, В.В. Улучшение показателей рабочего цикла дизеля при пуске подогревом впускного заряда: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В.В. Шишков. – Челябинск, 2000. – 22 с.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ГИБРИДНЫХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Р.Ю. Илимбетов, А.М. Астапенко, А.В. Баканов

В ходе исследования мировых разработок в области грузового автомобилестроения была составлена история развития грузовых автомобилей компаний производителей занимающихся разработками электромеханической трансмиссии.

Экология в мире ухудшается год от года, и немалую роль в этом играют традиционные автомобили с бензиновым или дизельным двигателем. Тонны вредных продуктов сгорания, в том числе тяжелые металлы, выбрасываются в воздух, а это приводит к ухудшению здоровья людей. Снизить негативные последствия влияния эксплуатации автомобиля на участников движения и окружающую среду могут автомобили с электромеханической трансмиссией (гибридные).

Грузовой транспорт играет не малую роль в загрязнении окружающей среды. За период с 1990 по 2003 год уровень выброса транспортными средствами углекислого газа возрос на 20 %, несмотря на постоянное улучшение качества топлива.

Первые электрические гибриды появились более ста лет назад. В 1906 году английский инженер В. Стивенс построил опытный электро-бензиновый грузовик. Через год автобусный оператор Томас Тиллиг выкупил у него права, и вывел на рынок свои гибридные автобусы, правда, всего несколько штук.

Автомобильная компания MAN получила свой первый опыт применения гибридной технологии на развозных грузовиках совместно с Volkswagen в 1983 г. В 1996-м появился прототип L2000. В 2006-м, настало время TGL Hybrid. А в 2008-м состоялась презентация TGL 12.220 Hybrid (рис. 1) на литиево-ионных батареях.



Рис. 1. Гибридный грузовой автомобиль
MAN TGL 12.220 Hybrid

TGL 12.220 Hybrid с литиево-ионным аккумулятором уменьшает потребления топлива и выброса CO₂ до 15 %.

Компания Mercedes-Benz в 1999 году создала свой первый гибрид Mercedes-Benz Vario Hybrid (рис. 2). На нем стояли дизель и электромотор, а рама была увешана обычными свинцово-цинковыми аккумуляторами (срок батарей весом 1200 кг) [1].



Рис. 2. Mercedes-Benz Vario Hybrid

Мировая премьера первого поколения грузового гибрида Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid состоялась в ноябре 2007 г. Mercedes-Benz – на сегодняшний день единственный производитель, получивший за свой гибридный продукт титул Truck of the Year.

По сравнению с грузовыми автомобилями, оснащенными традиционным приводом грузовик Atego BlueTec Hybrid обладает потенциалом для экономии топлива и сокращения выбросов CO₂ до 10–15 % при доставке грузов на короткие расстояния.

БелАЗ-75600 – карьерный самосвал производства Белорусского автомобильного завода.

Созданный в 2005 году, БелАЗ-75600 является первым на заводе самосвалом с применением электромеханической трансмиссии. С 2006 г. впервые запущен в эксплуатацию на Бачатском угольном разрезе в Кемеровской области [2].

Компания Volvo Trucks получила первый опыт, работая с грузовиком ECT (Environmental Concept Truck – «концепт экологичного грузовика»). К его созданию конструкторы приступили в начале 1990-х, получив задание создать автомобиль, который в принципе был бы экологически нейтральным.

Следующим проектом стал грузовик Hildur. Два таких гибридных грузовика несколько лет использовались в регулярных коммерческих перевозках [3].

Volvo FE Hybrid (рис. 3). Концепта грузовика был представлен публике в 2006 году.



Рис. 3. Гибридный мусоровоз Volvo FE Hybrid

Грузовой автомобиль Volvo FE Hybrid используется в качестве мусоровозов, которые эксплуатируются в Швеции и Великобритании. Снижение расхода топлива и выбросов вредных веществ до 30 %. Снижение уровня шумов при ускорении и на холостом ходу достигает 50 %. Уменьшение потребления топлива: при вывозе отходов – 20 %, при использовании сменного оборудования – до 30 %, при перевозках – 15–20 %.

Показанный в 2007 г. гибридный Renault Hybrys из концептуального шасси превратился во вполне конкретный мусоровоз Premium Distribution Hybrys Tech (рис. 4), который проходит предсерийные испытания на улицах Франции.



Рис. 4. Гибридный мусоровоз Premium Distribution Hybrys Tech

Hybrys Tech, оснащенный различными надстройками (мусоросборочным кузовом, самосвальной установкой), интересен еще и тем, что помимо силовой передачи электропривод с дополнительной аккумуляторной батареей используется в механизме, обслуживающем спецнадстройку. Coca-Cola уже купила у Renault несколько городских развозных гибридных грузовиков.

Голландская компания DAF одной из первых среди европейских производителей грузовиков начала в 2010 г. серийный выпуск модели, оснащенной гибридной силовой установкой.

Первые гибридные грузовики DAF LF 45.160 Hybrid. Этому предшествовали всесторонние испытания в реальных условиях эксплуатации, про-

водившиеся в течение двух лет. Тесты выявили значительную экономию на горючем и выбросах CO₂, достигающую от 10 до 20 % в зависимости от режима работы.

Грузовик Peterbilt 386 hybrid (рис. 5) это магистральный тягач созданный по заказу компании Wal-Mart, для того чтоб быть на 7 % эффективнее чем его предшественник. Он был разработан на основе уже существующего грузовика 386. в 2009 году, и уже в 2010 году прошел все тестирования, на которых получил высокие оценки.



Рис. 5. Peterbilt 386 hybrid

Гибридная система на грузовике позволяет владельцу автомобиля экономить от 5 до 7 % топлива, что ежегодно позволяет сохранить около 9000 долларов США и более.

Наша страна пытается идти в ногу со временем, поэтому Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг) объявило в начале лета 2012 года конкурс на разработку перспективных гибридных автомобилей. Сумма государственного финансирования составит 1,5 млрд руб., автомобили должны быть изготовлены и пройти испытания до 2014 г. Все машины проекта обязаны будут соответствовать стандарту выбросов «Евро-6». Так же Минпромторг считает приоритетом разработку двигателей на газу, потому что они эффективнее и чище дизельных моторов с точки зрения экологии.

В конкурсе по разработке перспективных гибридных автомобилей заявил о своём участии отечественный производитель грузовых автомобилей КамАЗ.

Библиографический список

1. Авторевью. Грузовики и автобусы. – http://trucks.autoreview.ru/_archive/section/detail.php?ELEMENT_ID=75811
2. Википедия. БелАЗ. – http://ru.wikipedia.org/wiki/БелАЗ_75600
3. Автопортал. Гибридные грузовики. – http://av.bywww.abw.by/number/see_note/4026/

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Р.Ю. Илимбетов, А.М. Астапенко, В.В. Дернов

Обоснована актуальность применения гибридных силовых установок в грузовом автотранспорте. Приведен анализ существующих типов гибридных силовых установок и сделан вывод об их использовании в сфере грузового автотранспорта.

Актуальность использования гибридных силовых установок. В городе гибридный автомобиль 80 % времени работает на электротяге. Когда батареи полностью заряжены, гибридный грузовой автомобиль может проехать 1,5–2,5 километра на электроэнергии. На практике, этого вполне достаточно для перемещения в пределах «зеленой зоны» городов.

На начало 2012 года в России насчитывалось 3,4 миллиона грузовых автомобилей, из которых более 80 % не удовлетворяют нормам «ЕВРО-2», а нормам «ЕВРО-4» соответствуют лишь 4,9 % парка (рис. 1). Из этого можно сделать вывод о том, что увеличение доли гибридных автомобилей существенно изменило бы экологическую обстановку в городах России [1].

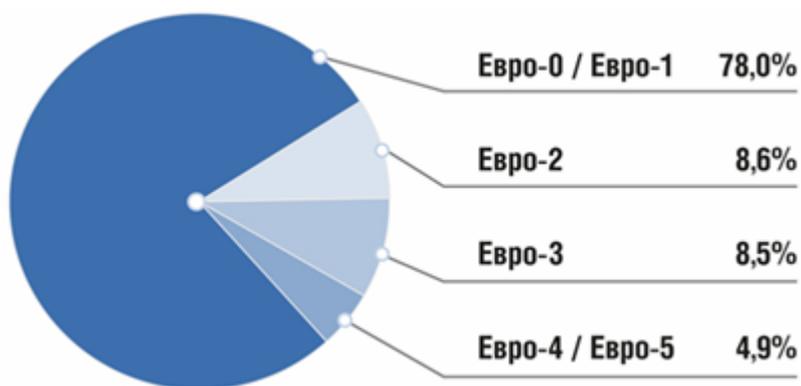


Рис. 1. Структура парка грузовых автомобилей по нормам токсичности на 2012 г.

Гибридная силовая установка (рис.2.) представляет собой силовую установку, в состав которой входят [2]:

- 1) первичный источник энергии (тепловой двигатель);
- 2) накопитель энергии (электрический, конденсаторный накопитель);
- 3) преобразователь энергии (генератор);
- 4) тяговый двигатель (электромотор, расширительная машина);
- 5) компоненты трансмиссии, управляющие потоками энергии;
- 6) система управления.

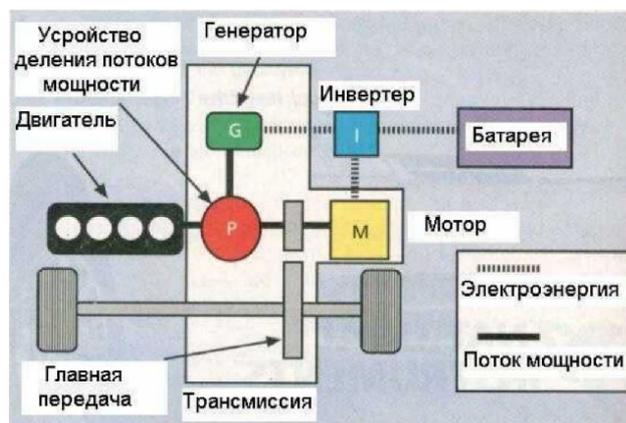


Рис. 2. Общая схема гибридной силовой установки

Существует три основных разновидности гибридных силовых установок. Это: последовательная, параллельная и смешанная.

Последовательная гибридная силовая установка. В последовательной схеме (рис.3) ДВС используется только для привода генератора, а вырабатываемая последним электроэнергия заряжает аккумуляторную батарею и питает электродвигатель, вращающий ведущие колеса. При этом в автомобиле отсутствует коробка передач и сцепление. Такому электромотору необходимы аккумуляторные батареи большой емкости. Автомобили с подобным видом силовой установки эффективны в режимах частых остановок, ускорений, в городских условиях [3].

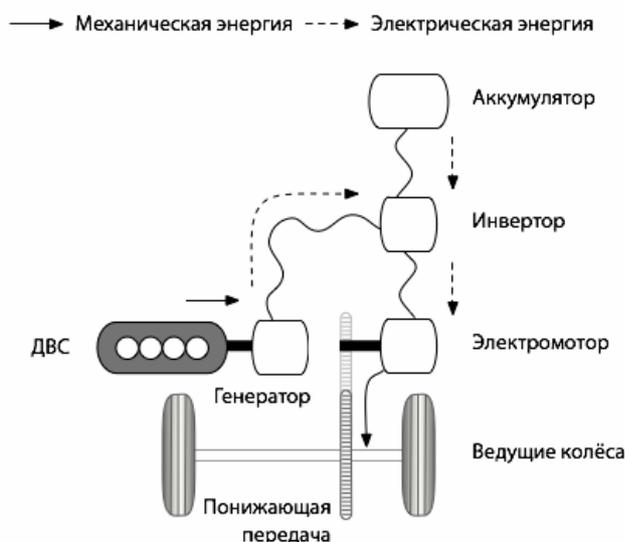


Рис. 3. Схема последовательной гибридной силовой установки

Параллельная гибридная силовая установка. В данной схеме (рис. 4) ведущие колеса приводятся в движение как ДВС, так и электродвигателем, который также работает и в качестве генератора. Для их согласованной параллельной работы используется компьютерное управление. Сохраняется

необходимость в обычной трансмиссии и сцеплении. Крутящий момент, поступающий от двух источников, распределяется в зависимости от условий движения. В таких гибридах большую часть времени работает ДВС, электромотор используется в наиболее эффективных режимах [3].

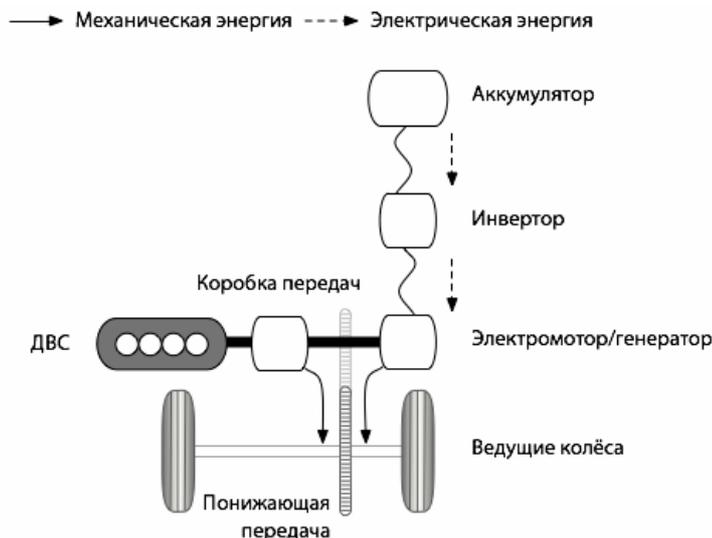


Рис. 4. Схема параллельной гибридной силовой установки

Смешанная гибридная силовая установка. Данная схема объединяет в себе два предыдущих типа (рис. 5.). В схему параллельного гибрида добавляется отдельный генератор и делитель мощности. Благодаря наличию отдельного генератора, электродвигатель используется только для привода колес и при рекуперативном торможении. Делитель мощности передает часть мощности ДВС на колеса, а остальную часть на генератор, который либо питает электродвигатель, либо заряжает батарею. В этом типе гибрида большую часть времени работает электродвигатель [3].

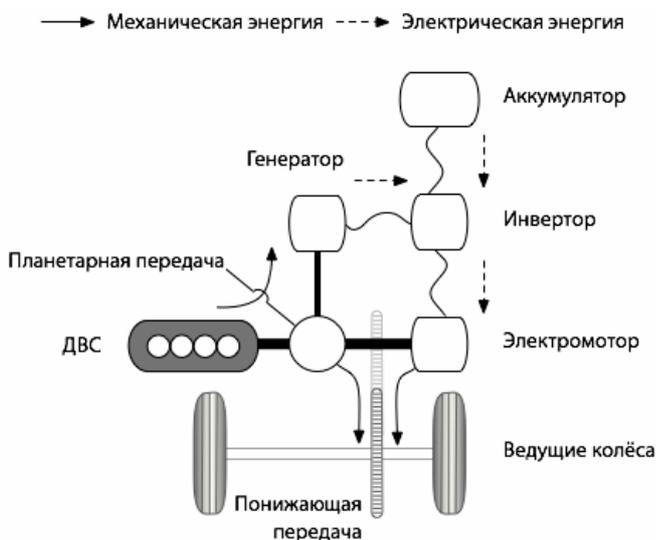


Рис. 5. Схема смешанной гибридной силовой установки

В заключение можно отметить, что из всех представленных видов ГУ перспективной для грузовых автомобилей является параллельная схема, так как для ее реализации требуется наименьшее вмешательство в конструкцию транспортного средства. Гибридные грузовики создаются с помощью доработки уже существующего силового агрегата, путем добавления мотор/генератора, высоковольтной батареи и систем управления и охлаждения. Это очень хорошо видно на примере автомобиля Mercedes-Benz Atego BlueTec Hybrid (рис. 6).

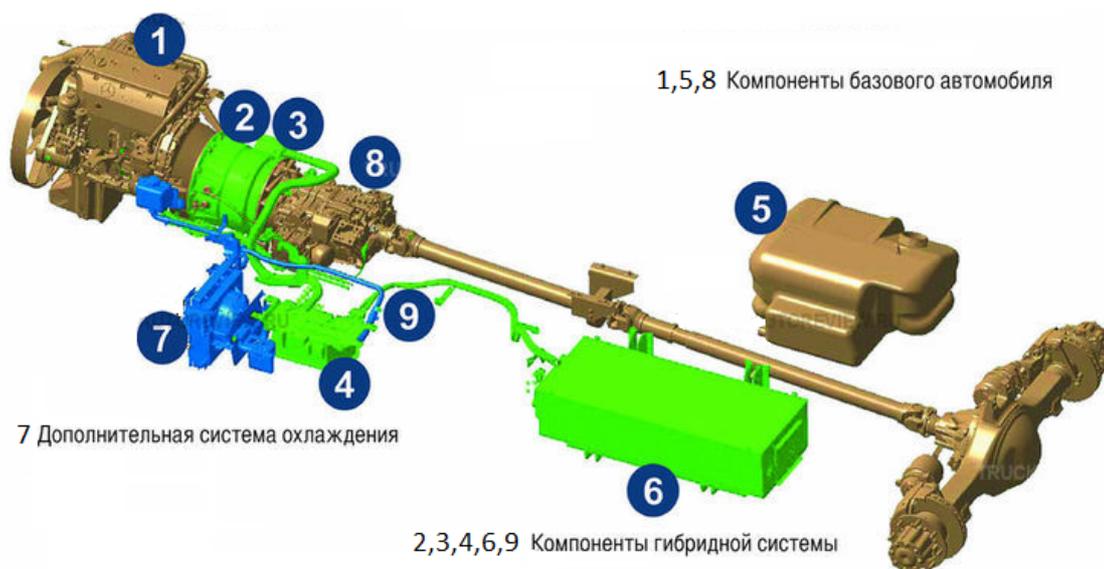


Рис. 6. Вид силовой установки грузового автомобиля:

1 – дизельный двигатель; 2 – сцепление; 3 – электромотор/генератор; 4 – трансформатор; 5 – топливный бак; 6 – высоковольтная батарея; 7 – система охлаждения электродвигателя; 8 – автоматизированная КПП; 9 – высоковольтные провода

Немного о перспективах: в рамках комплексного плана реализации Климатической доктрины Российской Федерации на период до 2020 года[4], предлагается стимулировать сокращение вредных выбросов в коммерческом транспортном секторе – за счет увеличения количества гибридного автотранспорта.

Библиографический список

1. Аналитическое агентство автостат. – <http://www.autostat.ru/>
2. Гибриды автомобиля будущего. – <http://gibrid-cars.ru/>
3. Концепция идеального суперкара. – <http://stolegt.narod.ru/hybrids/>
4. Энергоэффективная Россия. – <http://energoser.info/>

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНЫХ УСТАНОВОК В ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЯХ. ОПЫТ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Р.Ю. Илимбетов, А.М. Астапенко, В.В. Попов

Вопросы экологии в современном мире, в частности в автомобилестроении, являются одними из главнейших сегодняшних вопросов. Экология в мире ухудшается год от года, и немалую роль в этом играют традиционные автомобили с бензиновым или дизельным двигателями. Тонны вредных продуктов сгорания, в том числе тяжелые металлы, выбрасываются в воздух, а это приводит к загрязнению окружающей среды и ухудшению здоровья людей. В борьбе за экологию и сокращение расхода топлива многие мировые производители грузовых автомобилей не прекращают поиски альтернативных источников энергии. Пока оптимальным решением проблемы стали разработки в области гибридных технологий.

Опыт зарубежных стран. Автомобильные компании в последнее время изготавливают различные гибридные грузовики. Они используются как в городских условиях, так и в междугородних перевозках.

Компания Volvo Trucks делает важный шаг на пути к коммерческому внедрению гибридных технологий в области тяжелого автотранспорта. В 2009 году в серийное производство вышел гибридный мусоровоз Volvo FE Hybrid (рис. 1).

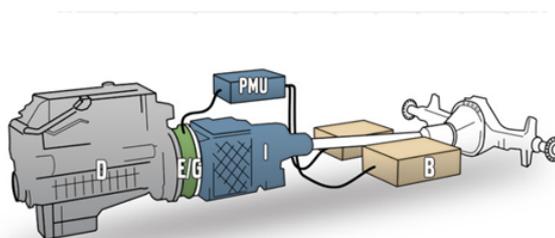


Рис. 1. Гибридный грузовик Volvo FE Hybrid и схема его силовой установки

Данная модель с гибридным двигателем применяется в Швеции, Франции и Англии. В гибридном решении Volvo дизельный двигатель сочетается с электродвигателем, используемым при трогании и разгоне до 20 км/ч. На более высоких скоростях начинает работать дизельный двигатель. По расчетам, расход топлива гибридным грузовым автомобилем сократился

на 30 %, и настолько же снизились выбросы углекислого газа. Еще одно преимущество применения электродвигателей заключается в нулевом количестве выбросов и низком уровне шума, что важно для мусоровозов, которые часто работают в городе ранним утром. Для развозных грузовиков экономия топлива может составить от 20 до 30 %. На данный момент модели Volvo FE Hybrid применяются на автомобилях, предназначенных для эксплуатации в городских условиях (мусоровозы, автомобили для городских грузоперевозок). Однако в более отдаленной перспективе компания Volvo планирует предлагать гибридные грузовые автомобили для магистральных перевозок и строительства. [1, 2]

Японская компания Mitsubishi Fuso осуществляет выпуск гибридных грузовиков малого класса Canter Eco Hybrid для внутреннего рынка страны (рис. 2).



Рис. 2. Гибридный грузовик Mitsubishi Fuso Canter Eco Hybrid

Двигатель усовершенствованных грузовиков поменялся на более мощный – мощность нового турбодвигателя 4M42(T3)VG составляет 96 кВт. Применение гибридной системы также поспособствовала более экономному расходу горючего. Данная модель широко используется как для городских, так и для междугородних грузоперевозок [3].

Французская автомобильная компания Renault Trucks создала гибридный грузовик, способный производить разгрузку товара на уровне земли. Новый грузовик UrbanLab 1, разработанный на основе 16-тонного шасси Renault MidlumDXi 5, произвел настоящую революцию в процессе доставки грузов в городах (рис. 3). Его новаторская система подвески позволяет грузовику опускаться до уровня земли, что значительно облегчает процесс загрузки и разгрузки товаров.



Рис.3. Гибридный грузовик Renault UrbanLab 1

Грузовик UrbanLab 1 может передвигаться в полностью электрическом режиме в городской черте, тем самым гарантируя значительное снижение уровня транспортного шума, снижение расхода топлива на 15 % и улучшение экологических показателей на 30 %. UrbanLab 1 передвигается за счет двух электродвигателей, встроенных в задние колеса. Автомобиль также оснащен дизельным двигателем. Он может обеспечивать грузоподъемность от 8 до 9 тонн [4].

Японский автопроизводитель Hino Motors осуществил модернизацию грузовиков малого класса серии Dutro, поместив в конструкцию автомобиля гибридную установку (рис. 4).



Рис.4. Гибридный грузовик Hino Dutro Hybrid

Обновленные гибридные грузовики оснащаются новым эксклюзивным двигателем N04C-UJ, который обеспечивает более высокий вращающий момент на низких оборотах, благодаря чему удалось достичь низкого расхода горючего – 11.20 км/л. Модернизированные грузовики, комплектуемые дизельным двигателем в паре с электромеханической трансмиссией, также стали более экологичными. [5]

Отечественные разработки. Российская автопромышленность пока не может порадовать автолюбителей отечественными грузовиками с электроприводом – гибридные грузовые автомобили в России на данный момент

не производятся. Однако попытки разработать грузовой автомобиль с комбинированной энергетической установкой всё же были.

Так, летом 2010 года Брянский автомобильный завод представил на форуме «Технологии в машиностроении» специальное колёсное шасси БАЗ-М6910Э, представляющее собой ходовой образец перспективной высококомбинированной автомобильной платформы с электротрансмиссией. В том же 2010 году сообщалось и о разработках гибридного грузового автомобиля компанией «Яровит-моторс», разработчицей проекта «Ё-мобиля», и о возможной сборке на мощностях «Яровит-моторс» гибридных грузовиков DAF [11].

Компания «КАМАЗ» в рамках программы по созданию новых продуктов до 2020 года планирует выпустить городской электрогрузовик. Также на заводе приступили к разработке беспилотного грузового автомобиля, который можно использовать во вредных для человека зонах.

Выводы

1. Во всем мире, идет постоянное ужесточение экологических требований к автомобилям. В ряде стран уже введены налоговые льготы и штрафы в зависимости от величины выбросов CO₂.

2. В настоящее время гибридные грузовики, как и другие, экологически чистые машины являются актуальным решением проблемы загрязнения экологии во всем мире. Многие автомобильные компании выпускают экологически чистые грузовые машины, и их количество растет с каждым годом.

3. Грузовые автомобили с гибридной установкой применяются как в городских условиях (мусоровозы, развозная техника), так и в междугородних поездках. Такие грузовики имеют множество преимуществ перед традиционными автомобилями: расход топлива в среднем сокращается на 25 %, настолько же снижаются выбросы углекислого газа, уменьшается уровень шума при работе в городах, а также отмечается снижение уровня выбросов в окружающую среду почти вдвое.

4. Несмотря на дороговизну разработок и другие факторы, затрудняющие применение гибридных установок в отечественных грузовиках, российские производители заинтересованы в их развитии, так как данная тематика является актуальной для нашей страны.

Библиографический список

1. <http://www.interdalnoboy.com/2008/04/08/>
2. <http://www.interdalnoboy.com/2008/12/17/>
3. <http://www.autotruck-press.ru/news/idnews2933>
4. <http://www.trucks1.com.ua/truckmarket-news>
5. <http://www.autotruck-press.ru/news/idnews3255>

АНАЛИЗ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НАКАЧКОЙ ШИН ДЛЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Р.Ю. Илимбетов, Д.Б. Ишмурзин

Автоматическая подкачка шин имеет много преимуществ перед ручной. На автоматическую подкачку шин затрачивается гораздо меньше сил и энергии самого водителя, осуществляется контроль давления в шинах, что помогает достичь оптимального результата, а сам процесс происходит в несколько раз быстрее. Показатели давления в шинах транспортных средств, требуют постоянного контроля, что осуществляется автоматической подкачкой шин. А регулярный контроль давления в шинах приносит экономию топлива, сохраняет резину, и, самое главное создает условия для безопасного вождения автомобиля. Отклонение от нормы в ту или иную сторону приводят к неравномерному износу протектора.

Низкое давление в шинах часто вызывает их перегрев, что ускоряет износ резины. Целостность структуры покрышки при такой эксплуатации может серьёзно пострадать.

С давлением значительно выше нормы: как и при низком давлении в шинах, уменьшается область контакта с дорогой, слишком большой нагрузке подвергается центральная часть протектора (рис. 1) [1].



Рис. 1. Влияние давления воздуха на ресурс шин

Физика, тяговые характеристики

Шины являются основополагающим элементом, который дает способность автомобилю двигаться по любой поверхности. Давлением воздуха

обеспечивается их форма и жесткость, а также поддерживает нагрузку на пятно контакта (рис.2). Размер пятна контакта имеет сильное влияние на производительность транспортного средства, например, тормозной путь и максимальную нагрузку [2].

Создается трение между резиной и землей – чем больше поверхность, тем выше тяга.

Эта разница в отпечатках – важная характеристика для грузового транспортного средства, поскольку больший отпечаток и большее количество участков протектора в контакте с поверхностью дороги обеспечивают лучшее распределение веса грузового автомобиля по большей площади (рис. 3). В результате повышаются: тяговое усилие, коэффициент сцепления шин с дорогой и мобильность автомобиля [2].

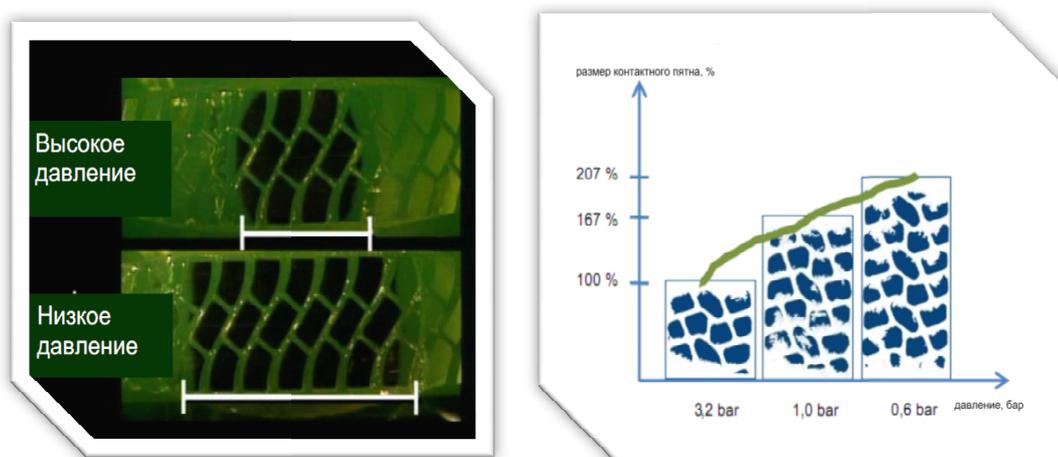


Рис. 3. Контактное пятно колеса с различным давлением в шине

Центральная система подкачки шин CTIS (Central Tire Inflation System) компании PTG (Professional Tyre Inflation System made in Germany)

Системы CTIS (CTIS – Central Tire Inflation System)– центральная система подкачки шин (ЦСПШ), созданные PTG являются профессиональными для надежной и удобной регулировки давления в шинах при движении автомобиля. PTG модернизации ЦСПШ является экономически эффективным решением с низкой стоимостью ее установки [2].

Основные характеристики:

– ЦСПШ блок управления располагается в кабине водителя, подача воздуха осуществляется через тормозной компрессор транспортного средства;

– тормозные шланги (магистральи) проложены к колесам автомобиля через специальные отверстия в осях ступиц колес. В основном эта конструкция подходит для большинства автомобильных прицепов, а также для коммунальных транспортных средств, с соответствующей подготовкой осевых ступиц колес.

– PTG модернизации ЦСПШ представляет собой экономически эффективное решение с низкой стоимостью установки, которая позволяет регу-

лировывать давление воздуха в колесах при помощи специальных кронштейнов и гибких шлангов.

Преимущества:

- РТГ ЦСПШ задает ориентиры в условиях безопасности и надежности системы;
- технология Dual Line (Двойная линия), нет постоянного пневматического соединения системы и шин, возможные утечки не повлияют на давление в шинах;
- снижение износа уплотнений системы в связи с безнапорной операцией, когда давление в шинах постоянно.

Основные компоненты центральной системы подкачки шин

На рис. 4 представлено наглядное размещение основных компонентов центральной системы подкачки шин [3].

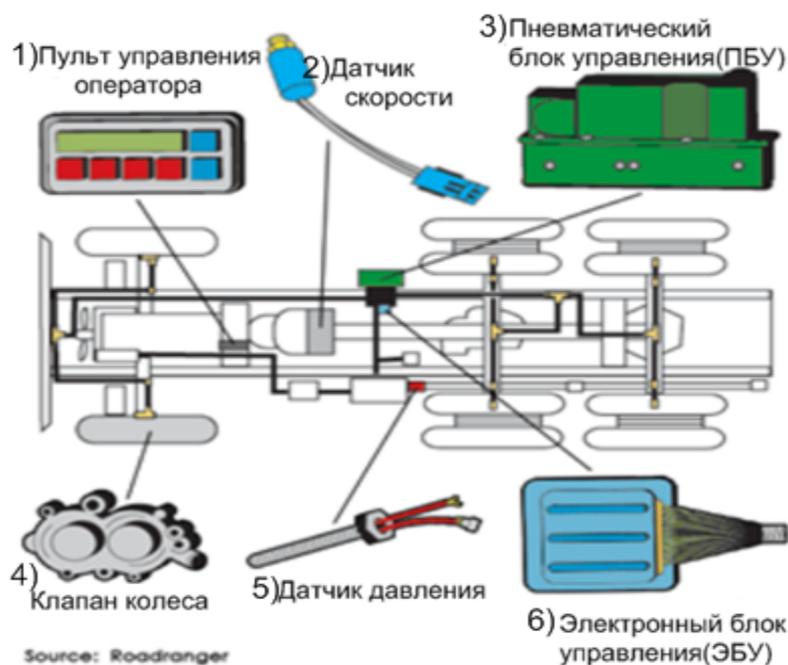


Рис. 4. Основные компоненты ЦСПШ:

1 – пульт управления оператора; 2 – датчик скорости; 3 – пневматический блок управления (ПБУ); 4 – клапан колеса; 5 – датчик давления; 6 – электронный блок управления (ЭБУ)

1. Пульт управления оператора

Позволяет водителю выбирать режимы давления в шине, чтобы соответствовать текущему ландшафту. Дисплей на панели пульта управления оператора показывает текущие давления в шине, отобранный ландшафт и системный коды. Когда водитель выбирает на пульте давление в шине, сигналы от пульта управления поступают в электронный блок управления, после к пневматическому блоку управления и наконец, к клапанам колеса.

Эти характеристики дают возможность водителю раздувать и накачивать шины на своем автомобиле во время езды. Изменять давление в шинах своего автомобиля, чтобы приспособить его к различному ландшафту что увеличивает проходимость и комфорт как для бездорожья так и на шоссе.

2. Датчик скорости

Чтобы измерить скорость система использует либо информацию из штатного датчика скорости автомобиля либо устанавливают дополнительный датчик.

3. Пневматический Блок управления (ПБУ)

Пневматический Блок управления (ПБУ) представляет собой исполнительное устройство, которое содержит блок из соленоидов, которыми управляет электронный блок управления для регулировки давления в шинах всей системы. ПБУ так же содержит Датчик давления (преобразователь), который читает давления в шине.

4. Клапан колеса

Он расположен на каждом колесе. Для двойных колес клапаны как правило связываются только с внешним колесом, таким образом, давление между этими двумя шинами может быть уравновешено. Этот клапан колеса необходим, чтобы изолировать систему от больших перепадов давления в шине в результате ударов от неровных участков местности. Так же клапан колеса служит для выпуска воздуха из шин и связующим звеном подвода воздуха от пневматического блока управления.

5. Датчик давления

Датчик давления устанавливается для электронного приоритета тормозной системы. Благодаря этому Система управления Давления в шине не использовала воздух из ресивера пока давление в тормозной системе не дойдет до допустимого уровня. Датчик давления также информирует о том достаточно ли давление в ресиверах для нормальной работы системы.

6. Электронный Блок Управления (ЭБУ)

Устанавливается позади пассажирского сиденья, является мозгом системы. Он обрабатывает команды водителя, контролирует все сигналы системы и задает промежутки времени для проверки давления в шине каждые 10 минут, чтобы удостовериться, что отобранное давление поддерживается.

Библиографический список

1. Статья. – <http://www.aquasila.ru>
2. Central Tyre Inflation System. – <http://www.aircti.com-> AIR CTI - TRUCKS
3. How Self-inflating Tires Work. – <http://auto.howstuffworks.com>

ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ

УДК 69.059.2:523.6

О ПОВРЕЖДЕНИЯХ ЗДАНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ВЗРЫВОМ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛА

А.Х. Байбурун, Р.М. Сулейманов, П.Н. Балакина

В статье проведен анализ повреждений промышленных и гражданских зданий, полученных в результате воздействия ударной волны при взрыве метеорита, сформулированы выводы по снижению тяжести последствий воздействий такого рода. Материалы статьи основаны на результатах экспертных обследований, сообщениях СМИ, фото- и видеоматериалах.

Ключевые слова: строительство, конструкционная безопасность, космическое тело, взрыв, разрушение, здание.

После взрыва космического тела, пролетевшего по траектории с востока на запад над территорией Челябинской области 15 февраля 2013 года, здания и сооружения подверглись частичному разрушению в результате воздействия ударной волны. По видеоматериалам установлено запаздывание ударной волны после вспышки в 180 секунд, что соответствует расстоянию от центра Челябинска до источника взрыва около 50 км.

Разрушения зафиксированы в десяти районах Челябинской области, населенных пунктах: Челябинск, Еманжелинск, Еткуль, Копейск, Коркино, Чебаркуль, Южно-Уральск, Златоуст, Троицк и др. Наиболее пострадали южные районы Челябинской области вдоль траектории пролета метеорита. Так, в пос. Коркино серьезно повреждено здание больницы, выбито 387 окон общей площадью 3,5 тыс. м², в техникуме пищевой промышленности выбиты 90 % стекол и обвалилась штукатурка. В Еманжелинском районе повреждено 2,5 тыс. окон в жилых домах. В детских садах, школах, учреждениях спорта и культуры выбито 6,3 тыс. м² стекла, а в общей сложности – 15,3 тыс. м².

По официальным данным зафиксировано, что частичное разрушение наружного остекления получили 4715 гражданских зданий, из них: многоквартирных жилых домов – 3724, учреждений образования – 671, медицинских учреждений – 235, учреждений соцзащиты – 11, учреждений культуры – 69, учреждений спорта – 5. Разрушено более 200 тысяч квадратных метров остекления. По предварительным оценкам ущерб составил 1 млрд рублей. В результате повреждения жилых домов материальный ущерб в той или иной степени понесли 100 тысяч семей. Нанесен вред здоровью людей: ранения получили более 1,5 тысячи человек, среди пострадавших 319 детей.

В Челябинской области 16 зданий получили серьезные повреждения несущих конструкций от ударной волны. В Челябинске наибольшие повреждения получили здания ЧЦЗ, ЧТПЗ, ледового дворца «Уральская молния», областной больницы, ЮУрГУ, больницы скорой помощи.

На Челябинском цинковом заводе обрушилась часть здания склада концентратов. Согласно данным МЧС, площадь обрушения составила 600 м² (рис. 1). Здание склада каркасной несущей системы с железобетонными колоннами, стальными фермами, железобетонным покрытием и кирпичными наружными стенами. Восточная кирпичная стена обрушилась на проезжую часть.

Наибольшие повреждения получили южные фасады промышленных зданий, выполненные из навесных сэндвич-панелей (рис. 2). Сорваны крепления и деформированы примерно 15 % панелей. Как показал технический осмотр, были вырваны панели с креплением на 2–4 самореза по краям. Самонарезающие шурупы диаметром 4,5 мм отломлены в местах захода в прокатный металл фахверка.



Рис. 1



Рис. 2

В одном из цехов ударная волна от южного фасада прошла внутри цеха, выбила стеновое ограждение на восточном фасаде, деформировала стену из профнастила северного фасада, отстоящую от поврежденного южного фасада на расстоянии около 300 м. Стены из железобетонных панелей или кирпича практически не пострадали. Обследованные каркасы цехов, выполненные из металлических или железобетонных конструкций, не получили каких-либо опасных повреждений.

Частично разрушилось остекление прямоугольных фонарей с ориентацией на юг-север, но установленные сетки-ловители удержали стекла от падения вниз. Практически не пострадали зенитные фонари купольной формы с остеклением из оргстекла или сотового поликарбоната, были незначительно деформированы створки для аэрации.

В зданиях ЮУрГУ разрушено около 1,7 тыс. окон и 8 тыс. м² подвесных потолков. Ущерб превысил 50 млн рублей (рис. 3). Повреждены окна

практически всех зданий университетского городка, причем не зависимо от ориентации по сторонам горизонта. По количеству повреждений южные и северные фасады превосходят восточные и западные, что объясняется траекторией падения космического тела и направлением ударной волны. Вероятность разрушения зависела и от площади оконного проема, и от конструкции (пластик, дерево, алюминий), и от этажа, а также от степени износа (сроков эксплуатации). В многоэтажных зданиях больше повреждены окна трех нижних этажей. В дворах-колодцах, в зданиях, выходящих на улицы с плотной линейной застройкой, видимо имело место многократное отражение и наложение ударных волн.

Наибольшую опасность для людей и имущества представляли полностью выпавшие оконные рамы и створки (рис. 4). В здании бассейна ЮУрГУ с узкими и высокими окнами повреждения остекления оказались минимальными.



Рис. 3



Рис. 4

Значительный ущерб нанесен ледовому дворцу «Уральская молния». На южном и восточном фасадах были оторваны сэндвич-панели, обшивка свесов крыши из пластика разорвана в клочья. Имеются многочисленные повреждения окон, подвесных потолков, прозрачных и декоративных ограждений; пострадало и инженерное оборудование здания, особенно вентиляционное. Стропильные конструкции в виде арки к затяжкой получили значительные деформации, требующие их частичной замены. Две металлические балки системы связей по покрытию упали вниз, не задев людей. На ремонт здания и восстановление несущих стропильных конструкций потребуется 170 млн рублей.

Во время взрыва в детской спортивной школе по футболу № 3 по ул. Худякова от оконного проема оторвалась металлическая балка весом около 300 кг. По счастливой случайности, никто не пострадал. Эксперты обнаружили частичную деформацию несущих колонн, стен, перекрытий, трещины по фасаду. Произошло разрушение заполнения 70 % оконных проемов. Здание школы признано аварийным. По официальным данным в

Челябинской области из 16 зданий, наиболее пострадавших от падения метеорита, четыре были признаны аварийными. Всего специалистами МЧС и строительными экспертами обследовано 122 потенциально опасных объекта на наличие конструктивных повреждений.

По данным предварительного анализа повреждений зданий можно сделать следующие выводы.

1. Несмотря на то, что вероятность падения космических объектов такого размера на город ничтожна, последствия могут быть катастрофическими, особенно для промышленно развитой территории. Поэтому риски таких ЧС требуют глубокого осмысления, а конструкционная безопасность зданий – инженерного анализа [1, 2, 3]. Запаздывание ударной волны при взрыве на большом удалении дает возможность принять определенные организационно-управленческие решения, повышающие степень безопасности населения.

2. Очевидно, что заполнение оконных проемов не может воспринимать нагрузки от ударных волн такой интенсивности. Поэтому в помещениях с большим скоплением людей необходимо применять оконные системы повышенной прочности с надежной фурнитурой и соответствующим креплением в проемах. Безопаснее заполнение проемов из органического или закаленного стекла.

3. Легкие ограждающие конструкции и остекление промышленных цехов гасят энергию ударной волны, предотвращая деформации каркаса. Но при этом возникает опасность для работающего персонала. Поэтому в опасных местах должна быть предусмотрена дополнительная защита (каркасные сэндвич-панели, дополнительный фахверк через 3 м, безопасные стекла, сетки-ловушки, экраны и пр.). Наиболее устойчивы светоаэрационные фонари купольной формы из органического стекла.

4. При проектировании большепролетных сооружений, таких как «Уральская молния», особое внимание должно уделяться формам потери устойчивости, как отдельных элементов стропильных конструкций, так и системы покрытия в целом при чрезвычайных воздействиях типа взрыва внутри или снаружи здания, при вертикальном или наклонном направлении ударной волны.

Библиографический список

1. Байбурин, А.Х. Качество и безопасность строительных технологий / А.Х. Байбурин, С.Г. Головнев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 453 с.
2. Байбурин, А.Х. Ошибки, дефекты и обеспечение безопасности на стадии строительства // Безопасность России. Безопасность строительного комплекса / А.Х. Байбурин. – М.: МГОФ «Знание», 2012. – С. 281–302.
3. Мельчаков, А.П. Прогноз, оценка и регулирование риска аварии зданий и сооружений: теория, методология и инженерные приложения: монография / А.П. Мельчаков, Д.В. Чебоксаров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 113 с.

НОВОЕ В ЖИЛИЩНОМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ

З.К. Коваленко

В статье рассмотрены вопросы, связанные с изменением жилищного законодательства и пути решения спорных коммунальных ситуаций

Ключевые слова: жилищный кодекс, жилищно-коммунальное хозяйство, жилищное право, правовые нормы

Одни из самых острых проблем в жилищной сфере возникают в связи с участием владельцев квартир в управлении многоквартирными домами. За последние годы многим гражданам пришлось столкнуться с трудностями при создании ТСЖ, с бездействием управляющих компаний, а иногда и с откровенным мошенничеством.

Этот негативный опыт был учтен разработчиками поправок в Жилищный кодекс, принятых прошедшим летом... Новые положения жилищного законодательства призваны максимально защитить права жильцов многоквартирных домов.

Так, значительно расширены полномочия органов местного самоуправления, осуществляющих контроль за соблюдением жилищных прав. Теперь многие конфликты между жильцами и ТСЖ или управляющей компанией, которые раньше приходилось передавать в суд, могут разрешаться Управлением жилищно-коммунального хозяйства Администрации города Челябинска (постановление Главы Администрации города от 29.10.2012 № 239-п).

Например, собственники квартир (а также нежилых помещений, расположенных в жилых домах) и представители ТСЖ или ЖСК могут пожаловаться в УЖКХ на свою управляющую компанию за невыполнение обязательств по надлежащему содержанию и ремонту имущества дома, предоставлению коммунальных услуг. УЖКХ должно начать проверку не позднее чем через 5 дней после поступления жалобы, а если в ходе проверки будут найдены нарушения, то не позднее чем через 15 дней УЖКХ должно созвать общее собрание собственников, на котором можно будет выбрать другую управляющую компанию или даже другой способ управления домом (ч. 1.1 ст. 165 ЖК РФ).

Часто жильцы не хотят тратить свое время и силы на участие в управлении домом, и поэтому они отказываются от создания ТСЖ или ЖК. В таких домах в течение года УЖКХ созывает общее собрание собственников квартир, на котором будет избран совет дома (ст. 161.1 ЖК). Количество организационных формальностей сведено к минимуму – регистри-

ровать создание совета дома не нужно. По замыслу законодателя, в совет должны избираться наиболее активные жильцы, готовые от лица всех соседей контролировать управление домом. Самостоятельных решений по обслуживанию и ремонту, по использованию общего имущества дома совет дома принимать не сможет, это по-прежнему останется в компетенции общего собрания собственников. Также, в отличие от ТСЖ, совет дома не будет иметь никаких финансовых полномочий и, соответственно, собственного счета в банке. Зато существование совета избавит от необходимости созывать собрания для решения текущих вопросов, например, подготовки претензий по качеству коммунальных услуг. Кроме того, председатель совета дома сможет заключать договор с управляющей компанией или обращаться от имени всех жильцов дома в суд, но для этого ему понадобится доверенность.

Ограничены возможности для злоупотреблений строительных компаний. Известно, что ранее застройщики часто еще на этапе строительства дома предпочитали организовывать ТСЖ, в деятельности которых будущие владельцы еще не существующих квартир, разумеется, не могли принимать участия. Впоследствии, на этапе вселения, новых собственников принуждали вступать в такое ТСЖ, от имени которого застройщик принимал решения, выгодные ему, но далеко не всегда отвечающие интересам будущих жильцов. Теперь запрещено создавать ТСЖ до тех пор, пока строительство дома не закончено и он не сдан в эксплуатацию – регулировавшая эту процедуру ст. 139 ЖК отменена.

Кроме того, застройщики иногда инициировали создание ТСЖ, объединяющих несколько соседних многоквартирных домов. Теперь, если жильцы одно из таких домов хотят выйти из такого ТСЖ, им гораздо легче это сделать – не нужно созывать общее собрание всех членов ТСЖ, достаточно решения собрания жильцов только отделяющегося дома (ч. 6 ст. 163 ЖК).

В других случаях застройщики создавали собственные управляющие компании, с которыми жильцы заключали договоры фактически в полупринудительном порядке – при вселении застройщик, пользуясь юридической безграмотностью собственников квартир, навязывал им выбор подконтрольной ему компании. Теперь такая ситуация невозможна – управляющую компанию будут выбирать по результатам открытого конкурса, который УЖКХ обязано будет объявить в течение 10 дней после сдачи дома в эксплуатацию (ч. 13 ст. 161 ЖК). Выбранная застройщиком компания сможет управлять домом только в течение того времени, пока проводится конкурс (ч. 14 ст. 161 ЖК). С компанией, выигравшей конкурс, жильцы будут обязаны заключить договор на срок до трех лет, но по истечении года они смогут его расторгнуть, если захотят выбрать другую компанию

или организовать ТСЖ – причем согласия выбранной на конкурсе компании для этого не потребуется (ч. 8.1 ст. 162 ЖК).

Жилищный кодекс постоянно развивается, и его нормы предоставляют все новые и новые возможности для защиты интересов граждан. Если вы как владелец квартиры или просто как жилец столкнулись с нарушением своих прав, то, изучив самостоятельно или с помощью опытного юриста жилищное законодательство, вы наверняка найдете решение своей проблемы.

6 мая 2011 г. постановлением Правительства Российской Федерации № 354 были утверждены «Правила предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах», который вступает в силу с 01 сентября 2012 года.

Давайте разберемся, какие же нововведения содержит данный документ?

Во-первых, определен порядок заключения Договора, содержащего положения о предоставлении коммунальных услуг, условия и сроки его заключения.

Пунктом 6 Правил № 354 закреплено, что предоставление коммунальных услуг потребителю осуществляется на основании возмездного договора. Договор может быть заключен с исполнителем в письменной форме или путем совершения потребителем действий, свидетельствующих о его намерении потреблять коммунальные услуги или о фактическом потреблении таких услуг.

В настоящее время в своих обращениях граждане очень часто поднимают вопрос: «Почему показания коллективных приборов учета электрической энергии снимают не представители управляющей организации?»

Так вот, п.п. «е» п. 32 Правил № 354 теперь закреплено право исполнителя привлекать на основании соответствующего договора, организацию или индивидуального предпринимателя для снятия показаний индивидуальных, общих (квартирных), коллективных (общедомовых) приборов учета.

Также, закреплена обязанность потребителя (пп. «в» п. 34 Правил) при наличии индивидуального прибора учета ежемесячно снимать его показания в период с 23-го по 25-е число текущего месяца и передавать его показания исполнителю или уполномоченному им лицу не позднее 26-го числа текущего месяца. В случае непредоставления потребителем показаний индивидуальных приборов учета более 3-х месяцев расчет платы за коммунальную услугу будет осуществляться исходя из среднемесячного объема потребления коммунального ресурса, определенного по показаниям прибора учета за период не менее 1 года.

В соответствии с п. 40 Правил потребитель коммунальных услуг вне зависимости от выбранного способа управления многоквартирным домом

в составе платы за коммунальные услуги, отдельно будет вносить плату за коммунальные услуги, предоставленные потребителю в жилом или нежилом помещении, и плату за коммунальные услуги, предоставленные на общедомовые нужды (ОДН). В платежном документе плата за коммунальные услуги и плата за коммунальные услуги на общедомовые нужды с 01 сентября 2012 г. будет указываться отдельными строками.

Также хотелось бы остановиться на новом порядке расчета платы за коммунальные услуги, предоставленные на общедомовые нужды. Теперь общий объем ОДН будет распределяться по всем лицевым счетам пропорционально размеру общей площади принадлежащего каждому потребителю (находящегося в его пользовании) жилого или нежилого помещения.

Кроме того, ужесточится ответственность неплательщиков за коммунальные услуги. С 01 сентября 2012 года исполнитель ограничивает или приостанавливает предоставление коммунальной услуги, предварительно уведомив об этом потребителя, в случае наличия у потребителя задолженности по оплате 1 коммунальной услуги в размере, превышающем сумму 3 месячных размеров платы за коммунальную услугу, рассчитанную исходя из норматива потребления коммунальной услуги независимо от наличия или отсутствия прибора учета.

При этом, даже, если потребителем частично оплачиваются коммунальные услуги и услуги по содержанию и ремонту жилого помещения, то исполнитель будет делить полученную плату между всеми видами коммунальных услуг, пропорционально размеру каждой платы, указанной в квитанции и рассчитывать задолженность исходя из частично неоплаченной суммы.

Также нововведения касаются порядка установления факта предоставления коммунальных услуг ненадлежащего качества, порядка перерасчета платы в связи с временным отсутствием потребителей при отсутствии индивидуальных приборов учета (не подлежит перерасчету размер платы за коммунальные услуги на общедомовые нужды), возможность оплаты коммунальных услуг в рассрочку (если размер платы за коммунальную услугу в каком-либо расчетном периоде превысит более чем на 25 % размер платы за коммунальную услугу, начисленный за аналогичный расчетный период прошлого года, но в этом случае будут взиматься проценты, за предоставленную рассрочку) и др.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Е.В. Аверьянова, В.А. Гурьева

Представлен анализ результатов исследований по получению композиционных материалов на основе техногенного сырья, в том числе гипсового камня. Для реализации поставленной задачи необходимо определить пригодность техногенного сырья для производства композиционных материалов, разработать технологию и составы композиционных материалов различного назначения на основе выбранного техногенного сырья и исследовать их свойства.

Ключевые слова: техногенное сырье, экология, качество, энергосбережение, гипс, долговечность, экономичность.

В России в производстве продукции промышленности расходуется всего 1/3 от используемых сырьевых ресурсов, а 2/3 теряется в виде отходов и побочных продуктов. Поэтому на данный момент времени в нашей стране и в других странах основной проблемой, которая требует быстрого решения, является экологическая безопасность при использовании отходов в производстве.

В последние годы отмечается снижение объемов образования промышленных отходов за счет уменьшения промышленного производства, в то же время уровень их неблагоприятного воздействия на качество жизни и окружающую нас среду продолжает повышаться. При этом увеличиваются объемы захоронения отходов и уменьшается объем утилизации, а значительная их часть выбрасывается на несанкционированные свалки, не имеющие должного обустройства [1].

На данный момент производство строительных материалов требует разумного использования минерального сырья, что включает следующие направления:

– комплексное использование сырья, которое учитывается при проектировании предприятий, то есть разрабатываются новые замкнутые технологические схемы с полным использованием всех продуктов, включая попутные, на основе современных научных и технических достижений;

– применение отходов промышленности, которые накоплены в отвалах, а так же вновь образуемое техногенное сырье, для переработки которых требуются дополнительные средства.

Многие ученые занимаются комплексной оценкой техногенного сырья с целью использования их в качестве строительных материалов. Накопленный опыт при исследовании техногенных отходов необходим для ре-

шения задач при получении материалов с улучшенными физико-механическими показателями, которые не уступают имеющимся аналогам.

В последние годы разрабатывается новейшая технология получения безобжиговых и бесклинкерных композиционных материалов контактно-конденсационного твердения с использованием порошка кристаллов портландита ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) и карбонаткальциевых отходов (CaCO_3) в цементной промышленности Воронежской области [2].

Для того чтобы повысить качество материалов при современных требованиях строительства, необходимо ввести в композиты органические модификаторы на основе полимеров. Включение сочетающихся трех либо двух материалов в композиты (например: керамики и стекла, металлов и керамики, полимеров и бетона), что приводит к созданию новых материалов, которые удовлетворяют все необходимые требования современного рынка.

Огромный интерес для экологии и экономики вызывает также утилизация отходов искусственных стекол, которому уделяется значительное внимание в технически развитых странах. Бой стекла – это отход который не разлагается, засоряет почву, поэтому его необходимо перерабатывать либо захоронить соответствующем образом (это относится к фторсодержащим и электронным стеклам). Утилизация отходов стекла производится в стекольной промышленности и при производстве некоторых строительных материалов.

Для сбережения кальцинированной соды при производстве нового стекла используется бой старого. Применение 1 т боя стекла снижает расход кальцинированной соды на 140–145 кг. Так же при экономии соды, переработка отходов стекла в производстве (при их использовании до 60 %) уменьшает загрязнение воздуха от 6 до 22 %, снижает объем образований твердых отходов на 79 %, что позволяет сэкономить 50 % чистой воды, 6 % энергии и 54 % естественных ресурсов.

В ряде стран извлекаемое из промышленных и городских отходов стекло успешно используется в промышленности. В основном это финансирует государство.

Существует два вида отходов стекла в зависимости от источника их образования: вторичные (покупные) и возвратные (собственные). Бой возвратного стекла, по химическому составу стекла полностью соответствует, производимому на данной печи, поэтому заводы по производству стекла используют практически весь собственный бой стекла, кроме армированного стеклобоя, зеркал, триплекса, а также посуды из бесцветного стекла.

В России, в Московском государственном строительном университете разработана технология гранулированного стекла на основе доломита, используемого в качестве газообразователя, и боя тарного стекла. Полу-

чаемое стекло по своим свойствам не уступает лучшим зарубежным аналогам.

В Бельгии получены жесткие пеноматериалы на основе отходов стекла. Тонкоизмельченный порошок стекла смешивают с сульфидом железа и нагревают выше 600 °С, в результате за счет выделения сероводорода происходит вспенивание массы и получение пеностекла.

Также одним из направлений материаловедения являются исследования по созданию композитов с использованием техногенных отходов, так как существуют экологические проблемы, а так же необходима экономия топливно-энергетических и природных ресурсов.

В России при производстве гипса возникают проблемы с качественным сырьем. Не во всех регионах имеются месторождения гипсового камня, поэтому возникает необходимость доставлять готовое вяжущие или сырье из других областей, что влечет за собой транспортные затраты. Так же при наличии природного гипса в районе, сырье не всегда соответствует качеству. На сегодняшний день месторождения гипса требуют реконструкции, модернизации, что связано с огромными капитальными вложениями. Поэтому применение качественных техногенных гипсосодержащих отходов фаянсовой, керамической и других отраслей промышленности в виде отработанных форм для литья при производстве строительных изделий и материалов является основной проблемой нынешнего дня [3].

При производстве гипсовых изделий при исключении обжига сырьевых материалов, как более энергозатратной операции, можно решать экологическую проблему, так как это приводит к сокращению промышленных выбросов, а так же к экономии топливно-энергетических ресурсов.

Поэтому расширение исследований, разработок, производства и применения композиционных гипсовых вяжущих с добавками минеральных промышленных отходов и материалов на их основе является одним из актуальных направлений решения современных проблем обеспечения «устойчивого развития» – ресурсо-, энергосбережения и экологии. Особенно решение этих проблем актуально для России, которая располагает половиной мировых запасов гипсового сырья. Гипсовые вяжущие без минеральных и химических добавок и материалы на их основе отличаются по сравнению с цементными низкой водостойкостью и пониженной прочностью.

В настоящее время известна широкая номенклатура бездобавочных и композиционных гипсовых вяжущих с прочностью камня при сжатии в сухом состоянии от 10 до 70–80 МПа и коэффициентом размягчения (K_p) от 0,3 до 0,9 и более, что достигается применением минеральных добавок различного генезиса – молотых доменных и сталелитейных шлаков, золы, кварцевого песка, стеклобоя, известняка, доломита, цеолитсодержащих пород, туфов, пемзы, микрокремнезема, цемянки, керамзита, керамзитовой пыли [4].

Керамзитовая пыль – многотоннажный отход промышленности строительных материалов, обладающая гидравлической активностью. Известны исследования и разработки гипсовых композиций с единичными пробами керамзитовой пыли отдельных предприятий.

Основная задача при использовании гипсосодержащих отходов – это улучшение водостойкости гипсовых изделий, которая увеличит область применения гипсовых материалов в строительстве, а так же обеспечит жителей долговечными, дешевыми, качественными и безопасными материалами.

Производство безобжиговых композиционных материалов на основе техногенного сырья принесет огромную пользу для экологии и экономики не только России, но и всех развитых стран мира.

Библиографический список

1. Бабков, В.В. Структурообразование и прочность водовяжущих комбинированных гипсовых систем / В.В. Бабков, С.М. Капитонов, Р.А. Анваров // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1991. – № 8. – С. 60–64.
2. Петропавловская, В.Б. Использование техногенных гипсосодержащих отходов в безобжиговых прессованных композитах: дис. ... канд. техн. наук / В.Б. Петропавловская. – Красково, 2005. – 178 с.
3. Морева, И.В. Эффективные композиционные материалы на основе низкомарочного строительного гипса: дис. ... д-ра техн. наук / И.В. Морева. – Иваново: ГОУВПО «Ивановская государственная архитектурно-строительная академия», 2009. – 414 с.
4. Алтыкис, М.Г. Развитие теоретических основ и создания нового поколения высококачественных, экономичных и экологически чистых материалов / М.Г. Алтыкис, Р.З. Рахимов, М.И. Халиуллин. – Казань: КГАСУ, 2009. – 75 с.

ГИПСОВОЕ ВЯЖУЩЕЕ ПОВЫШЕННОЙ ВОДОСТОЙКОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ КЕРАМЗИТОВОГО ПРОИЗВОДСТВА И СТЕНОВЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА ЕГО ОСНОВЕ

В.С. Асянова, В.В. Бабков

В статье приведен опыт производства и применения гипсовых строительных материалов и изделий в Республике Башкортостан. Предложен способ модификации гипсового вяжущего с целью повышения его водостойкости по системе гипсоцентно-пуццоланового вяжущего (ГЦПВ), с использованием в качестве пуццоланового компонента отходов керамзитового производства. На основании результатов электронной микроскопии и рентгенофазового анализа рассмотрена и уточнена стадийность процессов структурообразования при твердении ГЦПВ.

Ключевые слова: гипсовое вяжущее, гипсоцементно-пуццолановое вяжущее, пуццолановая добавка, керамзитовая пыль.

К качеству современных строительных материалов предъявляются высокие требования по долговечности, энергоэффективности и экологичности. При этом эти материалы должны обладать невысокой стоимостью. Одним из наиболее перспективных строительных материалов, который мог бы удовлетворить всем вышеперечисленным требованиям, является гипс. Это объясняется тем, что изделия на его основе отвечают всем современным требованиям по огнестойкости, звукопоглощению, экологической безопасности и энергосбережению на всех этапах жизненного цикла, начиная от добычи сырья и заканчивая утилизацией, а так же наличием хорошей сырьевой базы: запасы гипса в Российской Федерации практически неисчерпаемы.

В Республике Башкортостан наработан достаточно большой опыт организации производства и использования гипсовых вяжущих, начиная с периода Великой Отечественной войны. Практика показывает, что при изоляции от грунтовых вод и несложной защите наружных конструкций от увлажнения, здания, возведенные с использованием гипсовых вяжущих, могут быть долговечными и надежными в эксплуатации свыше 50 лет [1]. В 2010 г. в поселке Ново-Иглино было возведено несколько десятков малоэтажных жилых домов из стеновых гипсокерамзитовых блоков на основе строительного гипса и керамзитового гравия, с последующей защитой наружных стен штукатурными и гидрофобизирующими составами. Результаты натурных обследований не выявили в конструкциях этих домов негативных физико-механических изменений. С 2011 по 2012 гг. эти дома были заселены жильцами, по отзывам которых дома оказались теплыми и

комфортными. Но, как и любому новому продукту, гипсокерамзитовым блокам понадобилась доработка.

Как известно, обычный строительный гипс имеет низкие показатели по водостойкости и морозостойкости, которые не позволяют обеспечить необходимую долговечность наружных конструкций. Однако строительный гипс может быть модифицирован с целью повышения водостойкости и прочности изделий на его основе по нескольким вариантам смешанных вяжущих, один из которых – гипсоцементно-пуццолановое вяжущее (ГЦПВ), важнейшей составляющей которого является пуццолановая добавка. Как известно, сочетание гипсовых вяжущих с портландцементом обуславливает разупрочнение или разрушение твердеющей структуры со временем вследствие образования трехсульфатной формы гидросульфатоалюмината кальция (этtringита) при взаимодействии высокоосновных гидроалюминатов кальция и сульфатов кальция. Эта реакция опасна на стадии твердения, когда уже сформировалась жесткость и прочность структуры, так как образование этtringита происходит со значительным увеличением объема твердой фазы в 2–3 раза [2–5]. Введение пуццолановой добавки приводит к снижению концентрации гидросиликата кальция в водной среде до такого уровня, при котором нарушаются условия стабильного существования высокоосновных гидроалюминатов кальция (C_4AH_{13} , C_3AH_6) и создаются предпосылки к переходу их в более устойчивые низкоосновные гидроалюминаты ($C/A=1\dots2$). Процессы гидратации и структурообразования при твердении ГЦПВ можно описать следующей схемой:



при этом отдельные этапы гидратации полиминерального вяжущего выглядят и реализуются в следующей последовательности:

1. $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O + 1,5H_2O \rightarrow CaSO_4 \cdot 2H_2O$.
2. $C_3S, \beta-C_2S, C_3A + C\hat{S} + \dots + H_2O \rightarrow C-S-H(I) + CH + C_3A \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H$.
3. $CH + SiO_{2акт.} \rightarrow C-S-H(I)$ (низкоосновные гидросиликаты кальция).
4. В силу (3) не стимулируется образование высокоосновных гидроалюминатов кальция C_4AH_{19} , C_4AH_{13} , C_3AH_6 , а реализуется образование низкоосновных гидроалюминатов CAH_{10} , C_2AH_8 .
5. Создаются термодинамические условия перекристаллизации образовавшегося на стадии (2) этtringита в моносульфат $C_3A \cdot 3CaSO_4 \cdot 31H \rightarrow C_3A \cdot CaSO_4 \cdot 12H + CaSO_4 \cdot 2H_2O + H$, что обуславливает снижение объема твердой фазы в 1,55 раза (по гидросульфатоалюминатной фазе), снижает внутренние напряжения и исключает разупрочнение во времени.
6. Происходит быстрый набор прочности при твердении в естественных условиях за счет процесса (1) и длительное упрочнение и формирование водостойкости и прочности структуры за счет реализации процессов (2), (3), (4), (5).

Исследованиями А.В. Волженского, Р.В. Иванниковой, В.И. Стамбулко, А.В. Ферронской, Ф.Ф. Алксниса [2,5] показано, что наиболее благоприятные условия обеспечивают составы ГЦПВ в диапазоне соотношений основных компонентов полуводный гипс (Г): цемент (Ц): пуццолановая добавка (П) (% по массе): 75:15:10; 65:20:15; 50:25:25.

В 2011 году на базе лаборатории кафедры «Строительные конструкции» Уфимского государственного нефтяного технического университета были разработаны составы гипсоцементно-пуццолановых вяжущих на основе материалов, производимых на предприятиях г. Уфа, в условиях которых в качестве пуццолановой добавки была использована керамзитовая пыль и молотый керамзитовый песок, являющиеся отходами производства керамзитового гравия на данных предприятиях.

В результате длительных физико-механических испытаний составов ГЦПВ на основе строительного гипса марки Г5, бездобавочного портландцемента и нескольких вариантов керамзитовой пыли, включающих пыль с 1-х циклонов (содержание сырой глины 5–6 %), 2-х циклонов (полный обжиг при $t=1000^{\circ}\text{C}$) и со склада готовой продукции, а так же керамзитовую пыль, подверженную механической активации, был выбран наиболее оптимальный состав с соотношением компонентов, обеспечивающим максимальное использование гипсового вяжущего (75 % в составе смешанного) с достижением марочной прочности на сжатие М100 (Г10) для равновесной влажности 2–3 % в двухнедельном возрасте, достаточно высокую водостойкость (0,6 и выше по коэффициенту размягчения). Такой состав исключает вероятность разупрочнения бетона на его основе в цикле длительной эксплуатации жилого дома.

В обоснование вышеприведенных выводов были проведены исследования микроструктуры ГЦПВ и его исходных компонентов с использованием растрового электронного микроскопа JEOL JSM-6610LV с энергодисперсионным спектрометром «Oxford Inca Energy», а так же с использованием рентгеновского дифрактометра D2 PHASER, которые подтвердили данные физико-механических испытаний, эффективность применения керамзитовой пыли в качестве пуццолановой добавки, а так же позволили уточнить стадийность структурообразования ГЦПВ, изложенную выше. Микроанализ структуры и поэлементный химический анализ показал, что основными кристаллическими новообразованиями являются двуводный гипс, карбонат кальция (кальцит), эттрингит и низкоосновные гидросиликаты кальция состава CSH(I). Содержание в образцах указанных новообразований колеблется в зависимости от состава исходного вяжущего и длительности твердения. Количество гидросиликатов и гидроалюминатов кальция, в частности, возрастает с увеличением содержания кремнеземистой добавки в вяжущем. Рентгенофазовый анализ показал, что в образце ГЦПВ с добавлением механоактивированной керамзитовой пыли, проявившей себя су-

щественно более активным компонентом, содержится наибольшее количество аморфного кремнезема.

Испытания по морозостойкости готовых стеновых изделий, изготовленных в производственных условиях – гипсокерамзитовых блоков на основе ГЦПВ рекомендованного состава, а также, в сравнительных целях, образцов на немодифицированном строительном гипсе марки Г5, показывают что блоки на основе ГЦПВ соответствуют марке по морозостойкости не ниже F25, что отвечает требованиям для изделий на водостойких гипсовых вяжущих, используемых в наружных стенах жилых домов. Марка по морозостойкости гипсокерамзитобетонного блока на основе немодифицированного строительного гипса оказалась ниже F15, что коррелируется с низкой водостойкостью данных вяжущих и изделий на их основе. Результаты испытаний по определению прочности на сжатие, водостойкости, показателей теплопроводности так же позволили сделать вывод о том, что гипсокерамзитобетонные блоки на основе ГЦПВ по совокупности характеристик являются изделиями, пригодными для применения в наружных стенах малоэтажных жилых домов при толщине стены 400–600 мм. Такая наружная стена может эксплуатироваться без дополнительной защиты фасада. Исследованные составы ГЦПВ и гипсокерамзитобетонные блоки на их основе в настоящее время используются в строительстве жилых домов в Республике Башкортостан.

Библиографический список

1. Бабков, В.В. Опыт производства и применения гипсовых вяжущих в Республике Башкортостан / В.В. Бабков, И.В. Недосеко, Р.Н. Мирсаев // Труды Второй Всероссийской конференции «Гипс и его применение». – Уфа, 2003. – С. 196–200.
2. Волженский, А.В. Гипсобетонные панели для перегородок и внутренней облицовки наружных стен / А.В. Волженский, Г.С. Коган, Н.Г. Арбузов. – М.: Госиздат по строительным материалам, 1955. – 185 с.
3. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества / А.В. Волженский. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
4. Бутт, Ю.М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
5. Алкснис, Ф.Ф. Твердение и деструкция гипсоцементных композиционных материалов / Ф.Ф. Алкснис. – Л.: Стройиздат, 1958. – 103с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДУЛЯ СЦЕПЛЕНИЯ
НА НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
В БЕТОНЕ И АРМАТУРЕ В ИЗГИБАЕМЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ**

М.В. Афанасьева, П.Л. Горшкова, А.А. Карякин

По результатам исследования модели изгибаемой железобетонной балки в ПК «Ли́ра 9.6» выведены закономерности изменения величин напряжений в бетоне и арматуре в заданных сечениях в зоне чистого изгиба, а также прогибов в зависимости от изменения модуля сцепления арматуры с бетоном. Определено, что при образовании новых трещин, напряженно-деформированное состояние в сечениях с уже раскрывшимися трещинами не меняется.

Ключевые слова: железобетон, модуль сцепления арматуры с бетоном, трещины.

При строительстве повсеместно распространено использование железобетона. Данный материал используется в качестве несущих и ограждающих конструкций. Технологии производства железобетонных изделий в строительстве имеют множество вариантов, начиная с монолитного железобетона и заканчивая сборными железобетонными элементами. Главным условием качественной работы железобетонных изделий является совместная работа бетона и арматуры, то есть обеспечение сцепления этих разномодульных материалов.

Современные расчеты железобетонных конструкций производятся в расчетных программах, которые не учитывают сцепление арматуры с бетоном, поэтому полученные результаты не достаточно точны. Основная цель данной работы – изучение влияния сцепления арматуры с бетоном на напряженно-деформированное состояние (НДС) в изгибаемой балке «до» и «после» образования трещин.

В качестве методики исследования было выбрано численное моделирование заданной лабораторной железобетонной балки в программном комплексе «Ли́ра 9.6» (ПК «Ли́ра»). Конструкция балки представлена на рис. 1. Построение плоской расчетной модели исследуемой балки согласно методу конечных элементов произведено на основе разработок П.Л. Горшковой [1], характеристики материалов балки подобраны в соответствии с физическими характеристиками балки. Исследуемый показатель – модуль сцепления арматуры с бетоном (модуль сцепления, K_x), смоделирован в ПК «Ли́ра» при помощи 55 КЭ «Упругая связь между узлами».

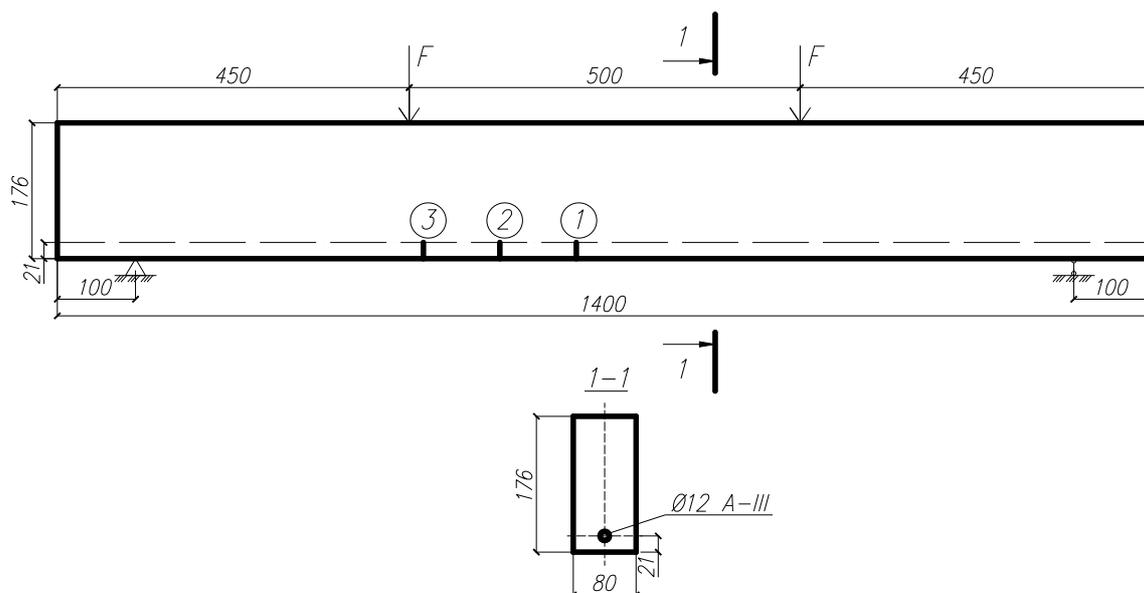


Рис. 1. Конструкция исследуемой балки: 1 – сечение образования первой трещины; 2 – центральное сечение зоны между трещинами; 3 – сечение образования второй трещины

Методика проведения исследования заключалась в систематизированном изменении значения модуля сцепления в балке, с последующей обработкой полученных данных о напряжениях в арматуре и бетоне на уровне арматуры в заданных сечениях, а также оценке величины прогиба центрального сечения балки.

Сечения, в которых определялись величины напряжений, были заданы в зоне образования первой трещины, зоне образования второй трещины и в центральном сечении зоны между трещинами (рис. 1). Расположение трещин в моделируемой балке определено на основе имеющейся статистической обработки результатов испытаний данных лабораторных балок. Нагрузка, приложенная к моделируемой балке, была принята величине нагрузки трещинообразования.

Для анализа НДС балки в различных стадиях работы – сплошного сечения и с образовавшимися трещинами, были смоделированы 5 вариантов расчетной модели: балка без трещин, балка с одной, двумя, тремя и четырьмя трещинами.

Значение модуля сцепления изменялось в большую и меньшую сторону в 2 и 3 раза больше и меньше принятого значения $K_x = 1100$ т/м для зоны чистого изгиба [1].

В результате обработки полученных данных в балке без трещин установлено, что изменение величины модуля сцепления влияет на напряжения в арматуре и бетоне на уровне арматуры не более 2 %, что является несущественным в данном случае. Также выявлено отсутствие зависимости величины прогиба балки от величины модуля сцепления для балки без трещин.

При сравнении НДС модели балки без трещин и с одной трещиной получено, что в сечении с раскрывшейся трещиной напряжения в бетоне существенно падают, в арматуре же возрастают, то есть бетон фактически выключается из работы при раскрытии трещины и эти усилия воспринимает арматура. В центральном сечении зоны между трещинами напряжения в арматуре возрастают относительно напряжений в балке без трещин, а в бетоне падают. В сечении предполагаемого образования второй трещины напряжения не меняются.

Зависимости напряжений в бетоне и арматуре в заданных сечениях с ростом модуля сцепления в балке с одной трещиной приведены на рис. 2.

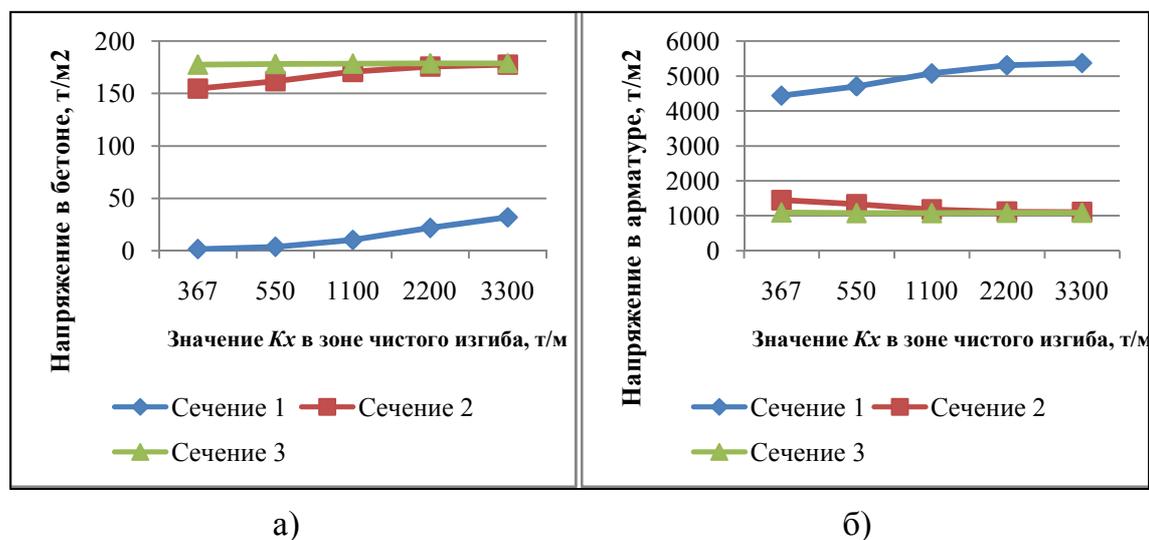


Рис. 2. Изменение величины напряжений с ростом K_x в балке с одной трещиной: а – в бетоне на уровне арматуры; б – в арматуре

Прогибы при увеличении модуля сцепления снижаются.

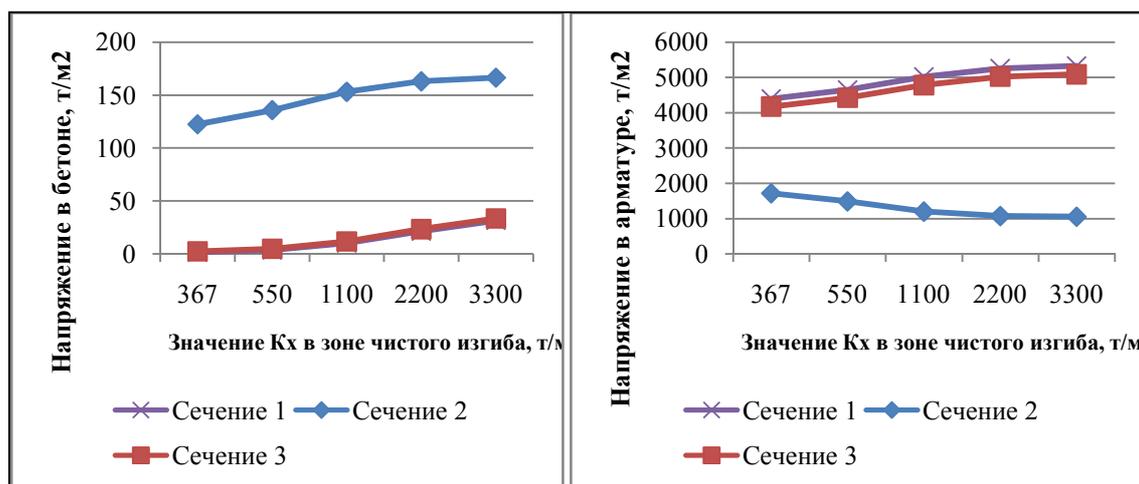
При сравнении НДС модели балки без трещин и с двумя раскрывшимися трещинами получено, что в сечении с первой трещиной напряженно-деформированное состояние такое же как в предыдущем случае.

В центральном сечении зоны между трещинами напряжения в арматуре еще более возрастают относительно напряжений в балке без трещин, а в бетоне падают. Сечение со второй раскрывшейся трещиной работает аналогично сечению с первой трещиной – напряжения в бетоне на уровне арматуры существенно падают, в арматуре – возрастают.

Зависимости напряжений в бетоне и арматуре в заданных сечениях с ростом модуля сцепления в балке с двумя трещинами приведены на рис. 3.

Прогибы при увеличении модуля сцепления снижаются.

Работа моделей с тремя и более трещинами в исследуемых сечениях не отличается от работы модели с двумя трещинами.



а)

б)

Рис. 3. Изменение величины напряжений с ростом K_x в балке с двумя трещинами: а – в бетоне на уровне арматуры; б – в арматуре

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Величина модуля сцепления арматуры с бетоном не оказывает влияния на НДС в балке без трещин.
2. При раскрытии трещины бетон фактически выключается из работы и напряжения в арматуре возрастают.
3. Увеличение значения модуля сцепления в сечении с образовавшейся трещиной приводит к росту напряжений в бетоне и падению напряжений в арматуре.
4. При увеличении K_x прогиб в балке с трещинами уменьшается.
5. Появление новых трещин не влияет на работу сечений с уже раскрывшимися трещинами в зоне чистого изгиба.

Библиографический список

1. Горшкова, П.Л. Определение закономерностей взаимодействия арматуры с бетоном в балке с нормальными и наклонными трещинами / П.Л. Горшкова. – Челябинск, 2011.
2. Карякин, А.А. Об одной форме закона сцепления арматуры с бетоном / А.А. Карякин // Строительная механика и расчет сооружений. –2008. – № 1. – С. 13–16.

УЧЕТ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ПРИ ПЛАНИРОВКЕ И ЗАСТРОЙКЕ Г. ЧЕЛЯБИНСКА

С.А. Белов

В работе рассмотрены основные составляющие элементы городского экологического каркаса, его состояние и предложены рекомендации по дальнейшему перспективному развитию в г. Челябинске каркаса относительно малоизмененных человеком территорий и их влиянии на современную планировку и застройку территории.

Ключевые слова: экологический каркас, планировка и застройка территории, геоэкология, охрана окружающей среды.

Согласно подготовленному экспертами ООН докладу «Переход к зеленой экономике: выгоды, вызовы и риски с точки зрения устойчивого развития», концепцию «зеленой» экономики следует рассматривать в увязке с более широкой концепцией устойчивого развития [1].

Под устойчивым развитием понимается единая стратегия развития общества на основе гармоничного сосуществования с природой.

Современный крупный город чаще всего не является территорией с устойчивым развитием, так как представлен искусственной средой, где население живет на ограниченных пространствах весьма компактно. Развивая инфраструктуру, торговлю, материально-техническую базу общество создает для себя комфортные условия: поддержание в домах нужной температуры, влажности, наличие санитарных и технических удобств и др.

Таким образом, сформировалась специфическая урбосреда обитания. Однако поддержание довольно благоприятных ее условий требует внесения в урбоэкосистему дополнительной энергии, что порождает нарушение естественных круговоротов вещества в природе и в частности в неспособности экосистемы перерабатывать формируемые городом загрязнения.

Соответственно, происходит постоянное накопление вредных веществ в урбогеосистеме, что начинает сказываться на здоровье населения. К тому же современная доминирующая архитектура далеко отличается от сглаженных не агрессивных тонов и контуров природных территории, что вызывает психологический дискомфорт и эффект «каменных» джунглей.

Минимизировать вредное воздействие загрязнений и улучшить психологический климат в городской среде могут сохранившиеся в той или иной степени природные и природно-антропогенные объекты с относительно хорошим экологическим состоянием. Данными объектами являются леса, лесопарки, парки, скверы, озера, реки, водохранилища, пруды, лесопосадки.

Сохранив участки природных территорий и, организовав дополнительные культурные ландшафты, особенно в спальных районах и у промышленных предприятий, можно выделить основу экологического каркаса, например для г. Челябинска, состоящую из территорий, играющих средообразующую роль, то есть способных улучшать состояние урбосреды.

Таким образом, целью исследования – является организация экологического каркаса города, для оптимизации градостроительной деятельности.

Возникает вопрос в грамотной трактовке экологического каркаса. Он может характеризоваться как природно-антропогенная система, состоящая из относительно мало измененных ареалов территории, окруженных санитарными буферными зонами и транспортными, как правило, линейными коридорами, соединяющих их между собой в единый «скелет» территории.

В основе экологического каркаса любой территории лежит ряд критериев-принципов, сопряженных между собой:

1. Принцип «природа знает лучше» (например, в лесостепных ландшафтах должны произрастать и соответствующие культурные растения).
2. Принцип экологических коридоров (коммутационный).
3. Принцип поляризации ландшафта (принцип Родомана).
4. Принцип буферных зон.
5. Принцип иерархических ячеек (принцип Пономаренко).
6. Принцип общей иерархичности устройства.
7. Принцип взаимопроникновения природной и экономической инфраструктуры.
8. Принцип мозаичности территорий разных масштабов и функций.
9. Принцип относительной экологической автономности и дискретности отдельных участков.
10. Принцип репрезентативности экосистем.
11. Принцип учета исторических тенденций в развитии территории.
12. Принцип индивидуальности природных условий каждого участка территории [2] <http://www.nsu.ru/community/nature/books/Step-2/step2-2.htm>

В территориальном плане экологический каркас во многом повторяет контуры отдельных ландшафтов и его морфологических элементов, что может говорить о его иерархичности. Современные ученые выделяют не менее 3-4 пространственных уровней экологического каркаса. Например: общероссийский, региональный, районный и местный.

В пределах городов выделяют именно местный экологический каркас, который также как и малые морфологические элементы ландшафта (урочища и фации), очень динамичен, изменчив и легко раним. Следовательно, говорить об экологическом каркасе как о природной составляющей города не приходится, так как на практике выходит, что в лучшем случае ядра и транспортные коридоры являются природно-антропогенными и весьма легко трансформируемыми территориями с относительно малыми разме-

рами. А нехватка отдельных ядер или транспортных коридоров очень часто ставит под сомнение вообще выделение целого скелета относительно мало измененной территории в пределах крупных промышленных центров.

Соответственно, можно сделать допущения, что для его функционирования необходимо выделить не только имеющиеся относительно экологически чистые районы, но и обосновать необходимость создания дополнительных элементов каркаса.

В пределах г. Челябинска сейчас можно выделить ряд территорий, которые уже сейчас играют роль элементов зеленого «скелета» Это в первую очередь, Городской и Каштакский лесопарки, лесной массив на северо-западе, сеть парков, скверов, набережных и отдельных небольших рожиц. Помимо этого ядрами каркаса являются озера Смолино, Первое, Синеглазово, Шершневское водохранилище (см. рисунок). Намного острее ситуация с транспортными коридорами, которых практически нет если не считать реку Миасс, да ее почти полностью деградированные притоки с долинами.

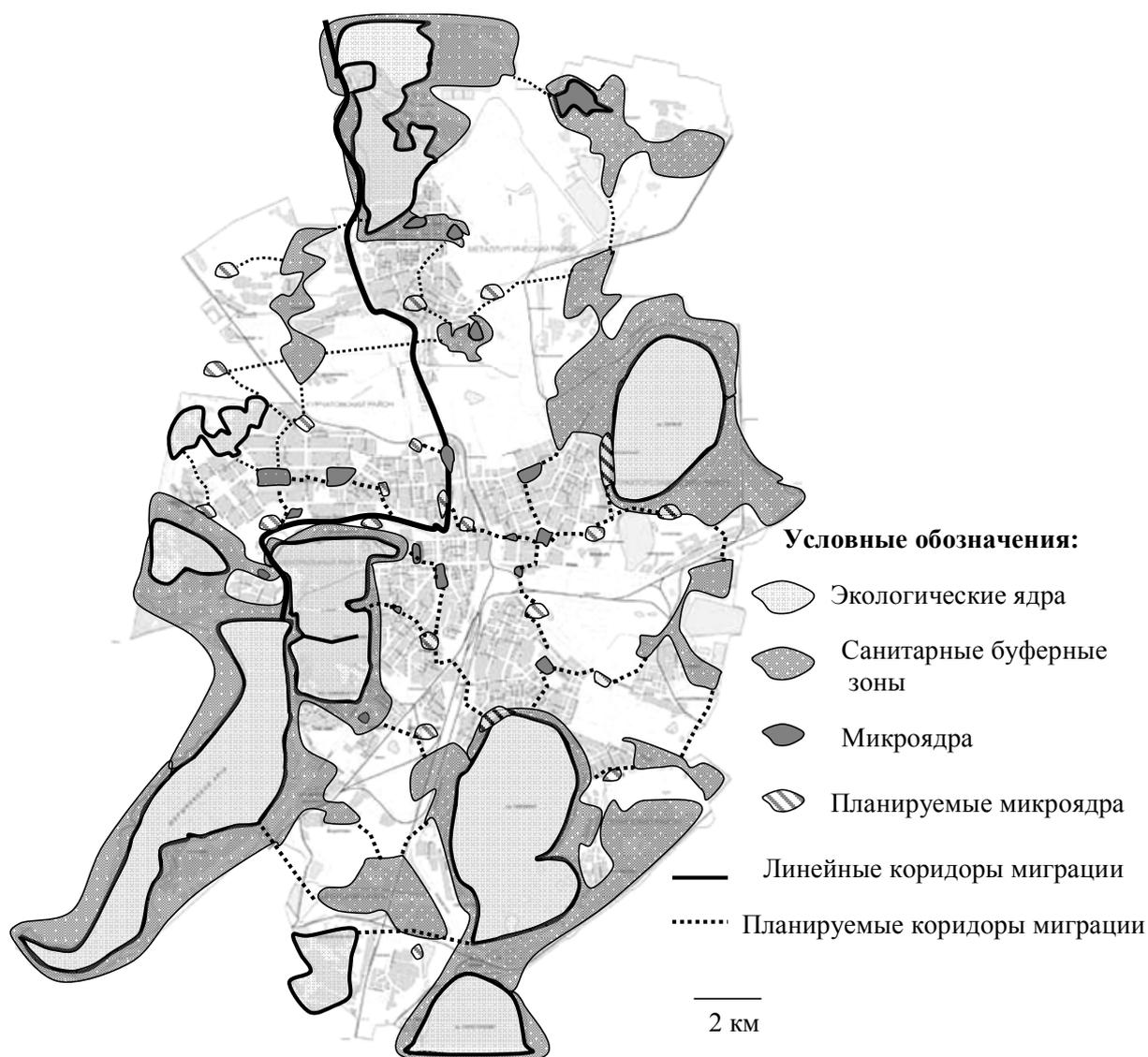
Вокруг ядер каркаса должны быть организованы буферные территории, но на практике, таких либо нет, либо они прерывистые или находятся в плачевном состоянии, это плохо сказывается на выборе территорий под новую планировку и застройку.

С учетом того, что многие элементы экологического каркаса не только являются местами концентрации растительного и животного мира, но и несут в себе большую рекреационную роль, должны по возможности находиться вблизи мест проживания, учебы или работы основной части населения. Рекомендуемое расстояние, которое необходимо преодолеть от дома до озелененной территории или водоема не должно превышать 1 км, а в реальности местами составляет до 3–4 км (см. рисунок).

В работе, используя ландшафтно-экологические и картографические методы, выделены существующие элементы каркаса. Как видно по рисунку основные его звенья очень не равномерно рассредоточены по территории города. Выделяется обилие озелененных и обводненных территорий в Центральном районе и острый дефицит данных объектов в Ленинском, Советском и Калининском районах.

На основе учета ландшафтной специфики и рекреационного анализа городской среды, предложены варианты размещения новых составляющих скелета территории (см. рисунок). В основном это касается транспортных коридоров и микроузлов.

Предлагаемая сеть линейных коридоров соединяет существующие микроядра и ядра или будет соединять планируемые микроядра. Она будет представлена посадками деревьев в 2–4 ряда, бульварами или аллеями. Однако, не во всех случаях возможно проведение экологического коридора. В частности, не решён вопрос об их проведении через автомагистрали. Транспортных коридоров планируется около 35.



Карта-схема развития экологического каркаса г. Челябинск

Планируемые микрорайона должны с учетом планировки городских кварталов и рекреации располагаться ближе, чем 2 км друг от друга (то есть учитывать пешую доступность). Новых микрорайондер планируется около 20.

Следовательно, рационально разместив желательные элементы каркаса, мы можем планировать строительство жилых микрорайонов по принципу «зеленой» экономики на основе ландшафтной планировки, архитектуры и дизайна.

Библиографический список

1. Доклад Подготовительного комитета Конференции ООН по устойчивому развитию. Первая сессия (17–19 мая 2010 г.). – <http://www.unepcom.ru/unep/gei/215-aconf216pc5.html>
2. <http://www.nsu.ru/community/nature/books/Step-2/step2-2.htm>

СОЗДАНИЕ СБОРОЧНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ В AutoCAD 2013

В.Н. Васильева, И.В. Буторина

Применение новых возможностей AutoCAD 2013 в учебном курсе инженерной компьютерной графики для студентов технических специальностей.

Ключевые слова: инженерная компьютерная графика, AutoCAD, ассоциативные чертежи.

Новая возможность генерации ассоциативных 2D-чертежей из 3D-моделей, появившаяся в AutoCAD 2013, значительно ускоряет и упрощает создание сборочных чертежей. Студенты технических специальностей ЮУрГУ оценили её удобство и наглядность при выполнении задания «Сборочный чертеж узла» (рис. 1).

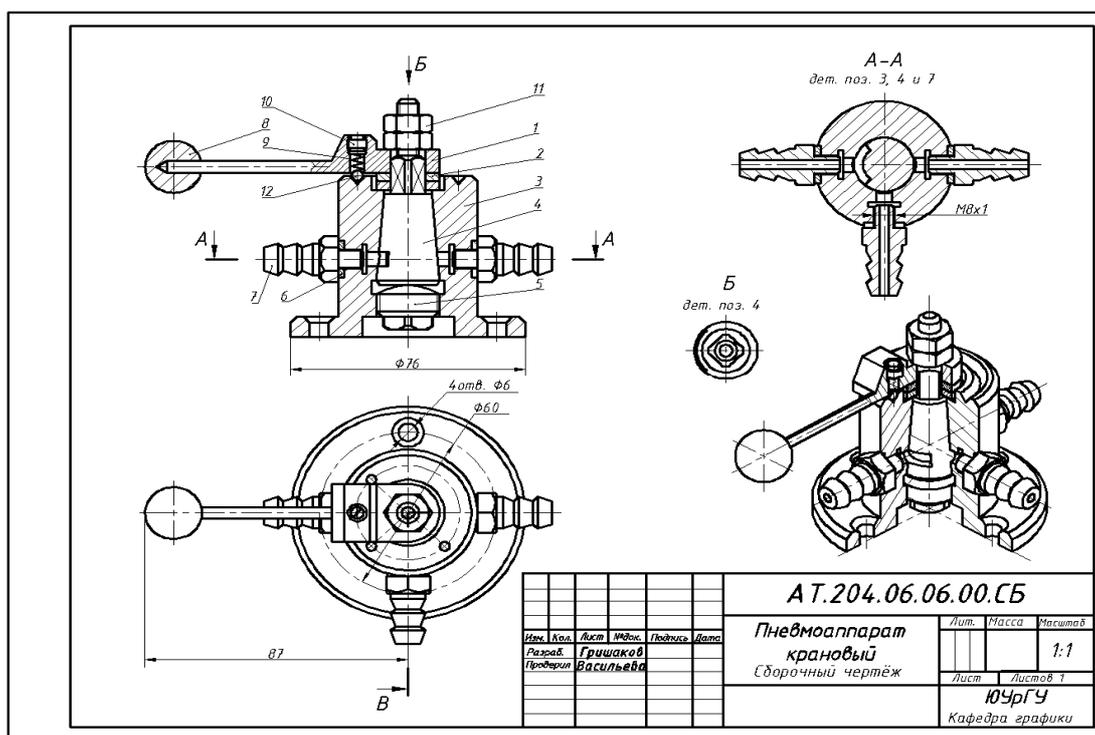


Рис. 1. Сборочный чертеж узла

В задании нужно на основе построенных объемных деталей собрать узел [1] и по 3D-технологии получить его изображения, поддерживающие связь с моделью.

Команды построения ассоциативных чертежей собраны на вкладке ленты Лист рабочего пространства 3D-моделирование. Создать вид / Базовый вид / Из пространства модели / соглашаемся с предложением включить *Всю модель* / задаем имя Листа для вставки вида.

Автоматически переходим в пространство Листа, где появляется изображение вида спереди, предлагаемого в качестве *Базового* (рис. 2, а). Командная строка запрашивает точку вставки и параметры настройки.

Выбираем параметр *Направление / сВерху* – принимаем в качестве базового вида / задаем точку вставки вида / завершаем команду. Остальные параметры вида можно изменить позднее в режиме редактирования вида.

Параметр *выБрать*, активный только для базового вида, при необходимости возвращает в пространство *Модели* с возможностью дополнительно добавить детали в набор при составлении сборочных чертежей. Или, с нажатым Shift, удалить из набора. Параметры *Стиль отображения*, *Масштаб* и *Видимость* доступны для правки всех видов.

На основе Базового вида – вида сверху, извлеченного непосредственно из 3D-модели, начинаем строить разрез А-А (см. рис. 2, б):

Лист / Создать вид / Сечение / Полный / выбираем вид сверху в качестве родительского; указываем начальное и конечное положение линии сечения, используя объектные привязки и объектное слежение; указываем точку вставки сечения над Базовым видом. Перемещение вставляемого изображения разреза ограничивается проекционной связью с родительским видом.

При создании разреза обратим внимание на параметры:

1. *Проекция*. При *Обычном* проецировании строится развертка секущей плоскости, что характерно для ломаного разреза. При *Ортогональном* – проекция на плоскость изображения, используемая при ступенчатом разрезе.

2. *Глубина*. При нулевом значении получаем сечение. Примером служит сечение С-С на рис. 2, в.

Построение половинного разреза В-В показано на рис. 2, г. Так как разрез В-В был получен в проекционной связи с видом сверху, его повернули (*Rotate*) на 90°, после чего он потерял проекционную связь.

Разрезы также можно использовать в качестве *Родительских видов* для получения других проекционных видов, разрезов, сечений и аксонометрии. Так, для построения аксонометрии узла с вырезом (см. рис. 2, д) в качестве *Родительского* выбран разрез В-В:

Лист / Создать вид / Проекционный / укажем половинный разрез В-В / укажем положение проекционного вида точкой снизу слева от разреза В-В.

Приведем полученные изображения в соответствие с требованиями стандартов Единой системы конструкторской документации к оформлению сборочных чертежей. Например, на сборочном чертеже узла показываются нерассеченными винт поз. 10, гайки поз. 11, пробка поз. 4, заглушка поз. 5, шарик поз. 12, ручку рукоятки поз. 1 (см. рис. 1). Возможность отображения нерассеченных моделей в разрезе предоставляется командой *Редактировать компонент*:

Лист / Изменить вид / Редактировать компонент / указываем на разрезе нужную деталь / тип сечения – *Нет*.

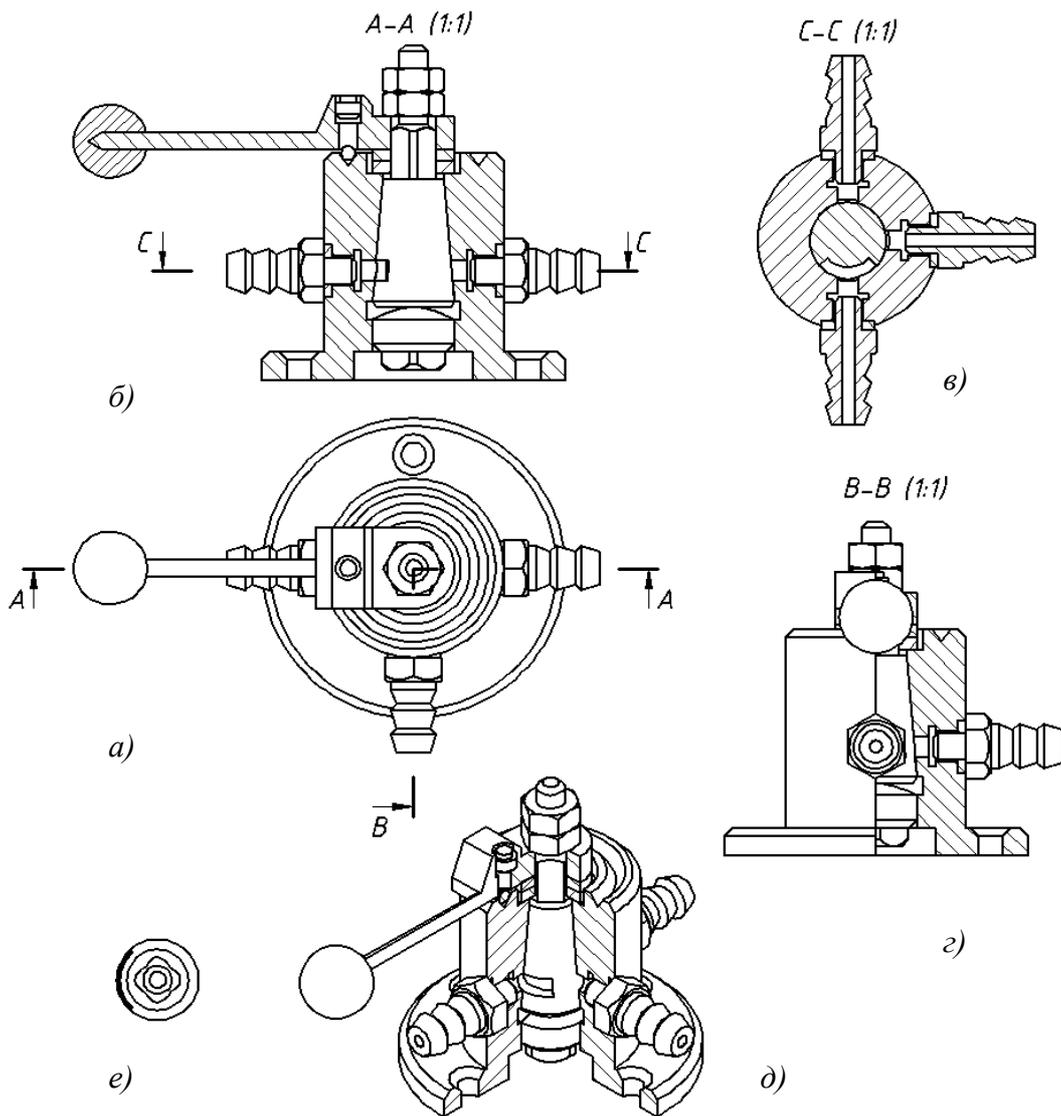


Рис. 2. Виды чертежей узла с отредактированными компонентами, созданные в AutoCAD 2013: а) базовый вид сверху, б) полный продольный разрез, в) сечение, г) половинный разрез, д) аксонометрия, е) вид сверху

В результате деталь становится нерассеченной на разрезе и на видах чертежа, полученных на его основе. Так, при указании гаек поз. 11 на разрезе А-А (рис. 2, б), они становятся неразрезанным только на этом разрезе. А при указании этих гаек на разрезе В-В, они стали цельным на разрезе В-В и на аксонометрии (рис. 2, г и д), для которой разрез был родительским видом. Детали поз. 4, 5, 7, 10, 12 и после редактирования компонента на разрезе стали отображаться нерассеченными. К детали поз. 1 такое редактирование применять не рационально, т.к. проще убрать штриховку с нужного участка при помощи ручек штриховки (см. рис. 1).

Если к разрезу С-С применить опцию *Разрез* команды *Редактировать компонент*, то формируется сечение, показанное на рис 2, в.

Настройка обозначений разрезов:

Лист / Стили и стандарты / Стил сечения.

В открывшемся диалоговом окне «*Диспетчер стилей сечения*» можно настроить в соответствии со стандартом параметры линий, стрелок, букв для обозначения положения секущей плоскости и обозначения разреза, а также задать параметры штриховки.

Так, на рис. 2 штриховка сопряженных деталей выполнена под углами 45 и 135, так как в стиле образца штриховки ANSI31 удалены углы 15, 75, 105, 345, заданные по умолчанию. Править штриховку можно так же непосредственно на изображении с панели ленты.

Поскольку при создании изображений слои формируются автоматически, не составляет особого труда правка толщины линий на изображениях в случае необходимости.

Завершаем работу над чертежом: наносим осевые и центровые линии, номера позиций и размеры и т. д.

При необходимости, для дальнейшего редактирования изображений можно разорвать ассоциативную связь чертежа с моделью, экспортировав его в новый файл следующим образом:

Правый клик на вкладке *Лист /* из появившегося меню выбираем *Экспорт вкладки Листа во вкладку Модели* другого файла. По умолчанию создается файл в том же месте, что и настоящий файл, к имени добавляется Лист 1 и запрашивается – *Открыть файл*. В новом файле виды чертежа преобразуются в блоки и можно их редактировать известными методами.

Новые команды для создания Видов чертежа, появившиеся в ACAD 2013, позволяют быстро создавать и редактировать необходимые изображения, обеспечивают перестройку чертежа при внесении изменений в модель, предоставляют дополнительную возможность контроля сборки узла, что очень ценно при выполнении заданий студентами, и значительно упрощают процесс создания сборочных чертежей, особенно аксонометрии узлов. К недостаткам можно отнести некорректный перевод в русифицированной версии терминов Сечение и Разрез, которые явно нужно поменять местами. Это доставляет определенное неудобство при использовании новых команд в учебном процессе.

Библиографический список

1. Инженерная 3D-компьютерная графика: учеб. пособие / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во «Юрайт», 2012. – 464 с. – (Бакалавр).

ПЕРЕДАЧА ОСЕЙ НА МОНТАЖНЫЕ ГОРИЗОНТЫ ПО КООРДИНАТАМ ТОЧЕК

А.П. Ворошилов, И.Ю. Щукин

В статье анализируется координатный способ передачи осей на монтажные горизонты, который проводится с помощью электронных тахеометров и геодезических спутниковых приемников, работающих в режиме RTK.

Ключевые слова: передача осей на монтажные горизонты, электронные тахеометры, режим RTK, координатный способ.

К настоящему времени значительно возросли требования к геодезическому обеспечению строительного производства, что связано с применением монолитно-каркасного домостроения, распространением высотного строительства (20 и более этажей), сокращением сроков и повышением точности монтажных и строительных работ. Возросшие требования обусловили переход геодезического сопровождения на новый уровень применения современных геодезических приборов. При этом сокращаются сроки выполнения геодезических работ, повышается их точность и достоверность.

Передача осей на монтажные горизонты проводится чаще всего методом наклонного проецирования теодолитом или тахеометром от внешней разбивочной сети, а на большие высоты – методом вертикального проецирования с пунктов внутренней разбивочной сети здания. Наклонное проецирование требует наличия свободной территории около стоящегося объекта, что ограничивает его применение при плотной застройке. Метод вертикального проецирования требует построения геодезической основы внутри здания, которая создается на исходном горизонте. При этом над точками основы необходимы отверстия в плитах перекрытий на всех этажах не менее 150 × 150 мм. Поэтому оба метода имеют ряд ограничений и часто вызывают затруднения при их реализации на строительной площадке.

Средние квадратические погрешности (СКП) передачи осей по вертикали должны составлять: 2 мм на 15 м высоты; 2,5 мм при высотах от 15 до 60 м; 3 мм – свыше 60 до 100 м [1]. Следует отметить сложность в обеспечении указанной точности традиционными методами. Так, при наклонном проецировании точность существенно снижается с увеличением отметки монтажного горизонта.

Передача оси по вертикали методом координат основана на работе геодезического спутникового приемника в режиме RTK или электронного тахеометра в координатном режиме.

При спутниковых определениях координат вынос в проектное положение выполняется вехи, на которой установлен геодезический приемник (ровер), работающий в режиме РТК. Ровер связан с базовой станцией (или сетью таких станций), относительно которых он работает. Режим РТК позволяет быстро определять координаты на объекте и выводить веху с приемником в точку по заданным координатам. Для этого необходимо через контроллер установить режим разбивки и ввести проектные координаты точки.

Режим РТК позволяет проводить разбивку осей сразу на этажах (монтажных горизонтах) здания, при этом не требуется на исходном горизонте или вблизи здания создавать опорную разбивочную основу в ее традиционном виде. Поэтому в последнее время на строительных площадках начали применять координатные методы передачи осей, но без анализа точности таких построений. К сожалению, в строительных нормах и правилах не регламентирована точность геодезических спутниковых определений, поэтому необходим специальный анализ точности вынесенных осей с применением РТК, особенно их взаимного положения.

Такой анализ автором данной работы проведен на основе имеющихся нормативных требований, установленных для традиционных способов разбивки. В работе [2] показано, что даже при СКП координат m_{xy} в 10 мм и расстояниях S в 50 м значения погрешностей взаимного положения осей составят: $m_s = 14$ мм, $\frac{m_s}{S} = \frac{1}{3570}$; $m_\beta = 1,3$ минуты, где m_s и m_β – СКП расстояний и горизонтальных углов между вынесенными (переданными) точками осей соответственно.

Результаты измерений свидетельствуют, что в реальных условиях работы, особенно от одного базового пункта, погрешности m_{xy} значительно больше. Следовательно, для разбивок и передачи осей в высотном строительстве метод РТК имеет ограниченное применение. В основном РТК технологии в разбивочных работах удовлетворяют требованиям выноса оси при посадке здания на местность, но погрешности взаимного положения осей, вынесенных таким способом, близки к точности разбивок только для зданий до 5 этажей.

Выше точность обеспечивает координатный режим электронных тахеометров. Так, СКП положения вынесенной им точки оси оценивается по формуле:

$$m^2 \leq m_s^2 + \left(\frac{S}{\rho}\right)^2 m_\beta^2,$$

где m_s ; m_β – СКП измерения расстояний и углов электронным тахеометром соответственно; S – расстояние от прибора до передаваемой точки оси; $\rho = 206\,265$ секунд в 1 радиане.

Точные тахеометры обеспечивают $m_s = 2$ мм, $m_\beta = 3$ секунды. Расчеты показывают, что для них даже при расстояниях в 100 м СКП m планового положения точек при разбивках не превысят 2,5 мм. Проведенные экспериментальные работы тахеометрами SET 330RK подтвердили такую точность передачи осей и направлений.

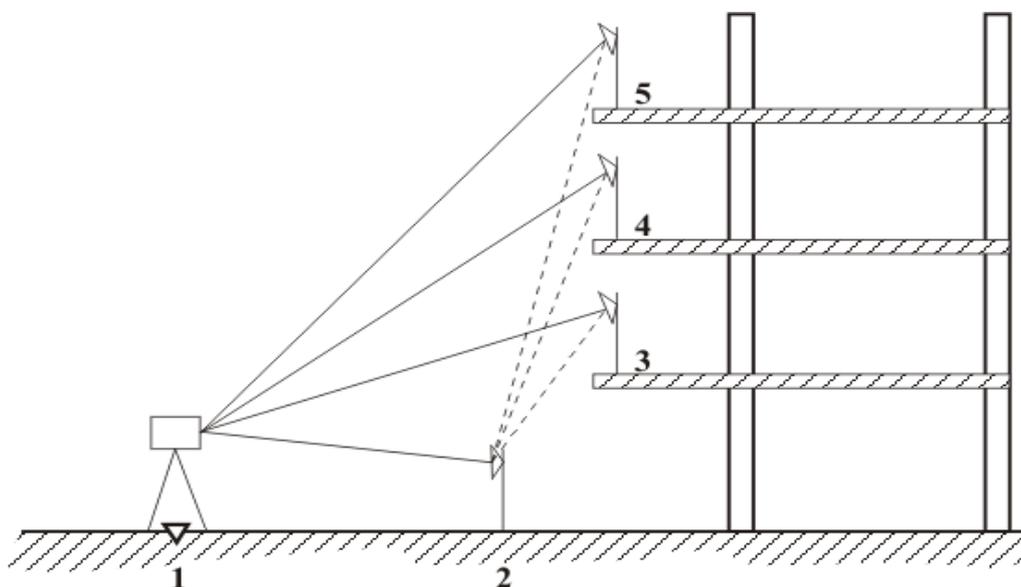


Рис. 1. Схема передачи оси на монтажные горизонты

Схема передачи оси электронным тахеометром показана на рис. 1. Прибор устанавливают над осевым знаком, центрируют по оптическому ответу, входят в режим разбивки. Визируют на точку начального ориентирования, выставляют на нее нулевой отсчет. Работу в координатном режиме выполняют в условной системе передаваемой оси, для этого необходимо задать координаты x_1 , y_1 станции и дирекционный угол α_{12} начального ориентирования. Например, в соответствии с рис. 2 они будут равными нулю.

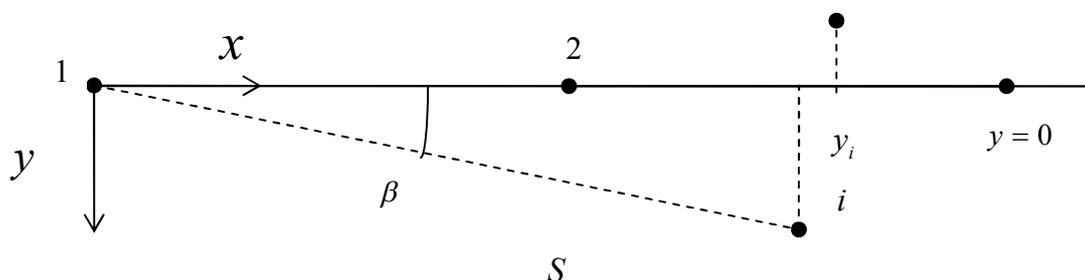


Рис. 2. Условная система координат

Далее следует задать проектное значение координаты y_i передаваемой точки, равное проектному удалению от данной оси. Для точки, расположенной на оси, задается $y_i = 0$. Требуемые разбивочные элементы и пере-

мещения отражателя будут выданы на экран тахеометра. По ним и осуществляется вынос точки на горизонте.

Координатный вынос осей на монтажных горизонтах можно осуществить также через вспомогательные замаркированные точки, для которых со станции 1 прибора определяют их координаты. Для маркировки удобно применять отражающие пленки, повышающие точность работы тахеометра без отражателя. Далее тахеометр устанавливают на монтажном горизонте, координаты его новой станции определяют методом обратной линейно-угловой засечки относительно замаркированных точек. Эту станцию тахеометра выбирают так, чтобы горизонтальный угол между направлениями на опорные точки не был очень острым или близким к 180 градусам.

Используя полученные координаты станции, в режиме разбивок тахеометром выносят точки осей. При этом в проектных координатах для выноса оси задают значение $y = 0$, по которому восстанавливают все точки этой оси на монтажном горизонте.

Следует отметить, что применение современных электронных тахеометров для передачи осей имеет важные преимущества по сравнению с теодолитами аналогичной точности. При наклонном проецировании теодолитом точность существенно снижается с увеличением отметки монтажного горизонта ввиду наклона вертикальной оси прибора, вызванных воздействием на систему прибор-штатив работы механизмов, вибрации, метеоусловий на строительной площадке. Тахеометры оснащены компенсатором таких наклонов, которые автоматически отслеживают малые наклоны прибора в процессе измерений и корректируют направления при координатном перенесении осей здания.

Экспериментальные работы на высотных объектах города Челябинска показали, что точность передачи осей тахеометрами с включенным компенсатором возрастает для направлений до 57 секунд, что соответствует смещению передаваемой оси до 30 мм с одной стоянки прибора. Следовательно, электронные тахеометры с компенсаторами можно применять для передачи осей на высотных зданиях, при этом ограничения на высоту горизонта, установленные для теодолитов, рекомендуется пересмотреть. После передачи осей необходим контроль определения координат их точек на монтажном горизонте.

Библиографический список

1. СНиП 3.01.03–84. Геодезические работы в строительстве. – М., 1985.
2. Ворошилов, А.П. Разбивочные работы с применением спутниковых RTK технологий в высотном строительстве / А.П. Ворошилов // Применение современных технологий и оборудования в кадастровых, геодезических и горных работах: сб. трудов. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2013.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ВЫСОЛООБРАЗОВАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЯХ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ВИБРОПРЕССОВАННЫХ БЕТОННЫХ БЛОКОВ И СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ СТЕН ОТ ВЫСОЛОВ

В.В. Бабков, Э.А. Гафурова

В статье рассмотрены вопросы высолообразования на поверхностях наружных стен зданий из вибропрессованных бетонных штучных стеновых изделий. Изучен химический и минералогический состав высолов с использованием растрового электронного микроскопа и рентгенофазового дифрактометра. На основе полученных данных предложена модель механизма процесса высолообразования. Проанализирована возможность применения гидрофобизации как способа очистки рассматриваемых стен от высолов.

Ключевые слова: вибропрессованные бетонные изделия, высолообразование, высолы, гидрофобизация.

Проблема высолообразования на поверхностях наружных стен зданий, элементов малой архитектуры, выполненных на основе вибропрессованных бетонных блоков (изделий, производимых на линиях Besser, Masa-Henke и др.) с использованием кладочных растворов на цементной и известково-цементной основах, по-прежнему остается актуальной. Несмотря на достаточную изученность процессов образования высолов, цикличности этих процессов и способов защиты стен от продуктов высолообразования, в этой области до сих пор остается много нерешенных вопросов.

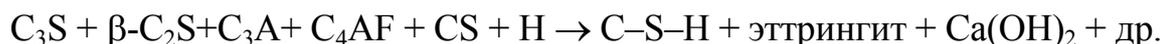
Как было показано в [1–4] основными источниками высолообразования в кладках на основе вибропрессованных бетонных блоков являются избыточное количество оксидов калия и натрия в цементах и минералогический состав цемента, а также противоморозные добавки NaNO_2 , K_2CO_3 , используемые в кладочных растворах в зимнее время и добавка – ускоритель твердения Na_2SO_4 .

В условиях интенсивного увлажнения кладки (при замачивании дождем или тающим снегом) происходит процесс гидратации оксидов щелочных металлов K_2O и Na_2O , присутствующих в цементах в количестве до 2–2,5 %, а также гидросиликатных фаз портландцемента. Формируются растворы щелочей Na и K, растворимый гидроксид Ca, которые выходят на поверхность кладки. На поверхности данные фазы карбонизируются углекислым газом воздуха.

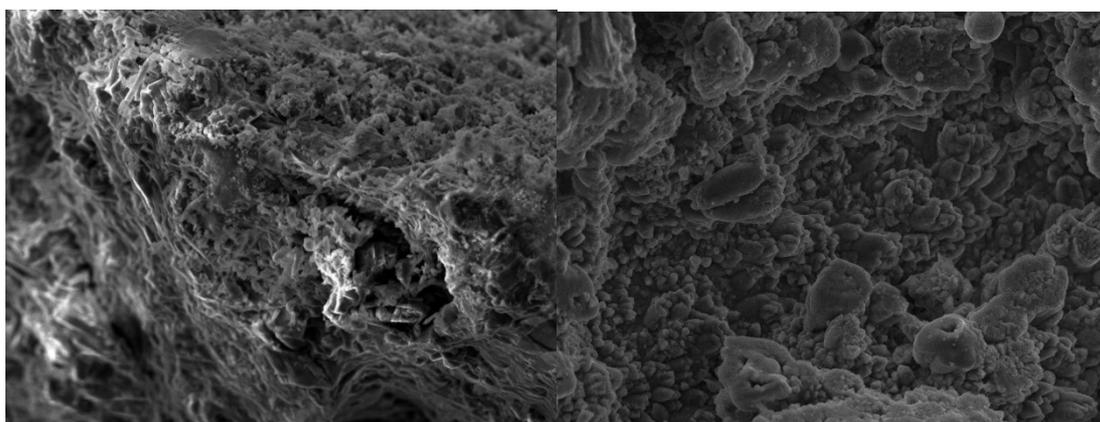
В целях более подробного изучения этих процессов, а также определения химического и минералогического состава продуктов высолообразова-

ния из вибропрессованных бетонных изделий были проведены исследования на приставке Oxford РЭМ JEOL JSM-6610 LV и на дифрактометре D2 Phaser.

Полученные результаты исследований позволяют предположить следующий механизм процесса высолообразования в вибропрессованных бетонных штучных стеновых изделиях. В процессе гидратации исходных материалов в объеме изделия образуются гидроксиды кальция, натрия и калия

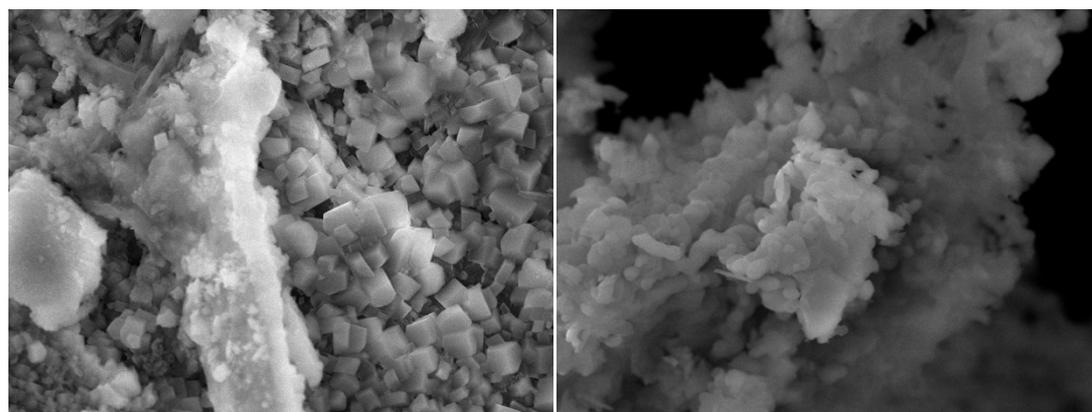


Концентрация Ca(OH)_2 значительно превышает концентрацию NaOH и KOH . Таким образом, исходя из закона действующих масс, гидроксид кальция первым вступает в реакцию с углекислым газом воздуха при заливании изделия [6]



×330

×600



×4300

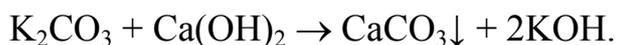
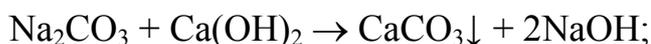
×5000

Частица продуктов высолообразования из кладки на основе вибропрессованных бетонных блоков в возрасте 11 лет при разных увеличениях

Нерастворимый карбонат кальция осаждается во внутриводном пространстве изделия. Одновременно с карбонизацией гидроксида кальция происходит снижение рН среды и концентрации $\text{Ca}(\text{OH})_2$, и в реакцию с углекислотой вступают гидроксиды натрия и калия



Так как карбонаты калия и натрия – хорошо растворимые соли, они легко выходят на поверхность изделия. При осушении на поверхности и во внутриводном пространстве вблизи поверхности образуются кристаллогидраты солей натрия и калия. Дальнейшее увлажнение приведет к их растворению. Определенное количество солей смывается атмосферной влагой, а часть, в результате диффузии, снова попадает в объем изделия. Во внутриводном пространстве растворимые Na_2CO_3 , K_2CO_3 вступают в реакцию с некарбонизированным $\text{Ca}(\text{OH})_2$



Кроме того, в процессе диссоциации растворимых солей в воде, вновь образуются гидроксиды калия и натрия, способные при следующем замачивании карбонизироваться углекислым газом воздуха, чем можно объяснить цикличность процессов высолообразования. Одновременно масса карбонатов кальция во внутриводном пространстве будет увеличиваться, и со временем CaCO_3 станет выходить на поверхность и оставаться в виде нерастворимого белого налета.

Данная модель позволяет рассматривать гидрофобизацию как способ очистки наружных стен от высолов.

Важной особенностью процессов высолообразования является их цикличность [5], что в сочетании с другой особенностью – образованием продуктов с большим коэффициентом увеличения объема твердой фазы (до 1,5–5,3 раз [5, табл. 1]), для поверхностных слоев конструкционного материала будет сопрягаться с механическим воздействием кристаллов $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot (7 \dots 10)\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{CO}_3 \cdot (1 \dots 1,5)\text{H}_2\text{O}$ и приведет со временем к деструкции поверхностных слоев кладки [7].

Эффективным способом повышения долговечности кладок наружных стен и блокировки процессов высолообразования является гидрофобизация. Так как продукты высолообразования представляют собой в основном высокорстворимые карбонаты Na_2CO_3 (растворимость в воде при $t = 20^\circ\text{C}$ 21,8 г/100 мл), K_2CO_3 (растворимость в воде при $t = 20^\circ\text{C}$ 110,5 г/100 мл), то можно говорить об эффективности способа гидрофобизации наружных стен без предварительной очистки поверхности. По этому способу гидрофобизатор наносится без предварительной очистки поверхности от высолов непосредственно по высолом. При этом водная составляющая раствора

гидрофобизатора растворяет растворимые карбонаты и вовлекает продукт высолообразования в объем кладки, при этом гидрофобная пленка осаждается непосредственно на поверхности и в поверхностных слоях материала. Перемещение раствора щелочей в объем кладки опережает гидрофобную составляющую раствора гидрофобизатора, при этом формируется чистая от высолов гидрофобизированная поверхность, обеспечивающая блокировку кладки от замачивания при косом дожде и блокировку выхода раствора щелочей из кладки наружу. В условиях теплой погоды при этом будет происходить осушение кладки по механизму паропроницания наружу. Если в составе высолов присутствуют нерастворимые карбонаты кальция, они удаляются одновременно с гидрофобизацией механически в процессе кистевания. Данный метод был апробирован в лабораторных и натуральных условиях.

Библиографический список

1. Розенталь, Н.К. Причины образования и методы предупреждения образования высолов на поверхности строительных конструкций / Н.К. Розенталь, Г.В. Чехний // Материалы 1-й Всерос. конф. по проблемам бетона.– М., 2001. – Т. 3. – С. 1444–1447.
2. Механизмы высолообразования на поверхностях наружных стен зданий из штучных стеновых материалов / В.В. Бабков, В.П. Климов, Р.Р. Сахибгареев и др. // Строительные материалы. – 2007. – № 8. – С. 74–76.
3. Высолообразование на поверхностях наружных стен зданий из штучных стеновых материалов / В.В. Бабков, А.И. Габитов, А.Е. Чуйкин и др. // Строительные материалы. – 2008. – № 3. – С. 2–4.
4. Особенности высолообразования на поверхностях возводимых в зимних условиях наружных стен зданий на основе штучных стеновых материалов / В.В. Бабков, А.И. Габитов, А.Е. Чуйкин и др. // Башкирский химический журнал. – 2007. – № 5. – С. 156–159.
5. Цикличность высолообразования на поверхности наружных стен зданий из штучных материалов / В.В. Бабков, А.И. Габитов, А.Е. Чуйкин, А.В. Мохов / Строительные материалы. – 2010. – № 1. – С. 56–57.
6. Штарк, И. Долговечность бетона / И. Штарк, В. Бернд. – Киев: ОРАНТА. – 2004. – 295 с.
7. Федосов, С. В. Сульфатная коррозия бетона / С.В. Федосов, С.М. Базанов. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 192 с.

ПРИМЕНЕНИЕ БУРОВЫХ ШЛАМОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В.А. Гурьева, В.В. Дубинецкий

Буровой шлам представляет собой уникальный техногенный продукт, который может быть использован в производстве строительных материалов с номенклатурой широкого спектра. Технологичность шламов связана не только с их дисперсностью и составом. Предварительно полученные данные указывают на то, что процессом шлагообразования можно управлять. Увеличение использования таких техногенных продуктов, имеющих удовлетворительные характеристики и низкую себестоимость, создаст большой резерв местных ресурсов и снизит нагрузку на окружающую среду.

Ключевые слова: буровой шлам, строительные материалы, техногенный продукт, утилизация.

Значительное отрицательное воздействие на окружающую природную среду Оренбургской области оказывает нефтяная промышленность.

Потери нефти, содержащейся в отходах, составляют ориентировочно 3 % от ее годовой добычи. Однако приоритетность проблемы определяется не только значительными убытками, но и негативным воздействием нефтеотходов практически на все компоненты природной среды. В результате их воздействия происходит существенное изменение природного состояния геоэкологической обстановки, снижение естественной защищенности подземных вод, активация геохимических и геомеханических процессов, смена естественного микробиоценоза.

Угрожающий рост накапливаемых ежегодно опасных нефтешламов при отсутствии необходимых масштабов их утилизации и переработки приводит к изъятию земельных ресурсов на длительные сроки.

Выбор способа переработки и обезвреживания нефтяных шламов зависит, в основном, от количества содержащихся в них нефтепродуктов и в каждом конкретном случае необходим дифференцированный подход с учетом как экологических, так и экономических показателей.

Следует отметить, что нефтеотходы относятся к вторичным материальным ресурсам, которые по своему химическому составу и полезным свойствам могут применяться в строительной индустрии взамен первичного сырья.

Шламы представляют собой уникальный техногенный продукт, особенность которого – технологическая пригодность к производству строительных материалов широкой номенклатуры общестроительного и специального назначения [1].

Химико-минералогический состав нефтешламов Оренбургской области в рамках одного месторождения (по результатам анализов взятых проб с буровых) имеет постоянную стабильность, так как процесс нефтеперегонки и сбора состоит из аналогичных по назначению и действию операций.

В то же время, технологичность шламов связана не только с их дисперсностью и составом. Предварительные исследования показали, что процессамишламообразования можно управлять, получая вместо осадков отходов осадок – готовую высокоомогенную сырьевую смесь, не требующую корректирования [2].

В составах сырьевых смесей нефтешламы могут выполнять функции как основного, так и моделирующего компонентов [3].

Результаты полученных лабораторных анализов по изучению опасных производственных отходов ОАО «Оренбургнефть» приведены в табл. 1.

Таблица 1

Компонентный состав отхода ОАО «Оренбургнефть»

Вид отхода	Содержание, %
Буровые сточные воды	
Влажность (вода)	96,45
Хлорид кальция	0,02
Хлорид магния	0,01
Хлорид натрия	0,70
Гидрокарбонат натрия	0,03
Сульфат натрия	0,25
Хлорид аммония	0,39
Механические примеси	2,13
Нефтепродукты	0,02
Отработанный буровой раствор	
Влажность (вода)	74,96
Нефтепродукты	0,80
Гидрокарбонат натрия	0,07
Хлорид кальция	1,99
Хлорид магния	0,68
Глина	5,23
Сульфат натрия	0,78
Буровой шлам, в том числе при бурении скважин – колодцев	
Влажность (вода)	18,74
Нефтепродукты	7,56
Гидрокарбонат магния	0,04
Хлорид кальция	0,81
Хлорид натрия	58,97
Сульфат натрия	1,02
Глина	12,86

Опираясь на полученные данные лабораторных исследований состава бурового шлама можно выделить присутствие таких составляющих как хлорид кальция (CaCl_2) и хлорид натрия (NaCl), которые в свою очередь могут выступать как противоморозные добавки при производстве работ в условиях пониженных температур.

Для проведения предварительных исследований применялись буровые шламы с двух месторождений ОАО «Оренбургнефть»: шлам Бобровского месторождения со скважины № 153 с глубины 2600 м и Покровского месторождения со скважины № 169 с глубины 1500 м. Суммарный объем добычи данных видов техногенного сырья составляет 320 т в год.

Для выполнения эксперимента были выполнены кубики ($70 \times 70 \times 70$) основных и контрольных составов была применена подвижная смесь с водоцементным отношением 0,45, в качестве вяжущего использован портландцемент ПЦ-Д20, заполнитель песок природный средней крупности с модулем 2–2,5 Мк.

Буровой шлам был введен в состав основных образцов в количестве 5 шт. в общей массе 10 % от заполнителя (шлам применён без предварительной очистки в сыром виде). Основные образцы были помещены в морозильную камеру на 28 суток при температуре -8°C , контрольные образцы набирали свою прочность при нормальных условиях твердения 28 суток.

По истечении времени были произведены испытания основные и контрольные образцы на прочность.

По предварительно полученным результатам в образцах наблюдалось:

- понижение температуры замерзания образцов;
- выявились положительные технологические свойства испытываемой смеси, твердеющей при отрицательных температурах.

При этом разница между основными и контрольными образцами на сжатие составила 18–20 %.

При этом шламы с разных месторождений показали практически одинаковые результаты.

Разработка технологии повторного использования нефтешламов позволяет решить ещё одну глобальную проблему нефтяной промышленности – это утилизация опасных производственных отходов [3].

Известно, что себестоимость работ по утилизации нефтешламов и эксплуатация объектов, связанных с хранением отходов, характеризуется значительными капиталовложениями [4].

Утилизация предварительно обезвреженного бурового шлама может использоваться в производстве строительных материалов – кирпича, керамзита, мелкогазобетонных изделий и т. п.

Возможная номенклатура продуктов утилизации и область применения нефтешламов представлена в табл. 2.

Возможная область применения бурового шлама

Наименование	Область применения
Мелкоразмерные строительные изделия	
Шлакоблоки по ГОСТ 133–99	Применение в малоэтажном строительстве для ограждающих и несущих конструкций
Бордюрный камень по ГОСТ 6665–91	Для применения в дорожном строительстве и благоустройстве городской и преддомовой территории
Плитка тротуарная по ГОСТ 17608–91	Устройство сборных покрытий тротуаров
Цокольная плитка по ГОСТ 13996–93	Наружная отделка фасадов зданий
Добавки в бетонные и растворные смеси	
Связующие смеси по ГОСТ 25607–2009	Для устройства оснований и дополнительных слоев оснований автодорог с капитальным, облегченным и переходными типами дорожной одежды
Гранулированный заполнитель	Производство бетонов

Таким образом, анализ литературных источников и предварительные результаты эксперимента свидетельствует о целесообразности увеличения объема использования техногенных нефтешламовых продуктов, имеющих удовлетворительные технологические характеристики и низкую себестоимость, для нужд строительной индустрии, что не только создаст значительный резерв местных минеральных и энергетических ресурсов, но и снизит нагрузку на окружающую среду.

Библиографический список

1. Кувыкин Н.А., Опасные промышленные отходы / Н.А. Кувыкин, А.Г. Бубнов, В.И. Гриневич. – Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2004. – 148 с.
2. Баширов В.В. и др. Техника и технология поэтапного удаления и переработки амбарных шламов / В.В. Баширов – М.: Высш. шк., 1992–120с.
3. Бондалетова Л.И. Промышленная экология / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов – М.: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2008. – 247 с.
4. Промышленный рециклинг техногенных отходов: учебное пособие / В.Н. Кокорин, А.А. Григорьев, М.В. Кокорин, О.В. Чемаева М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 216 с.
5. Полигон по утилизации и переработке отходов бурения и нефтедобычи: Принципиальные технологические решения. Кн.2. Разработка принципиальных технологических решений по обезвреживанию шламовых амбаров и нефтезагрязненного грунта. Сургут, 1996.

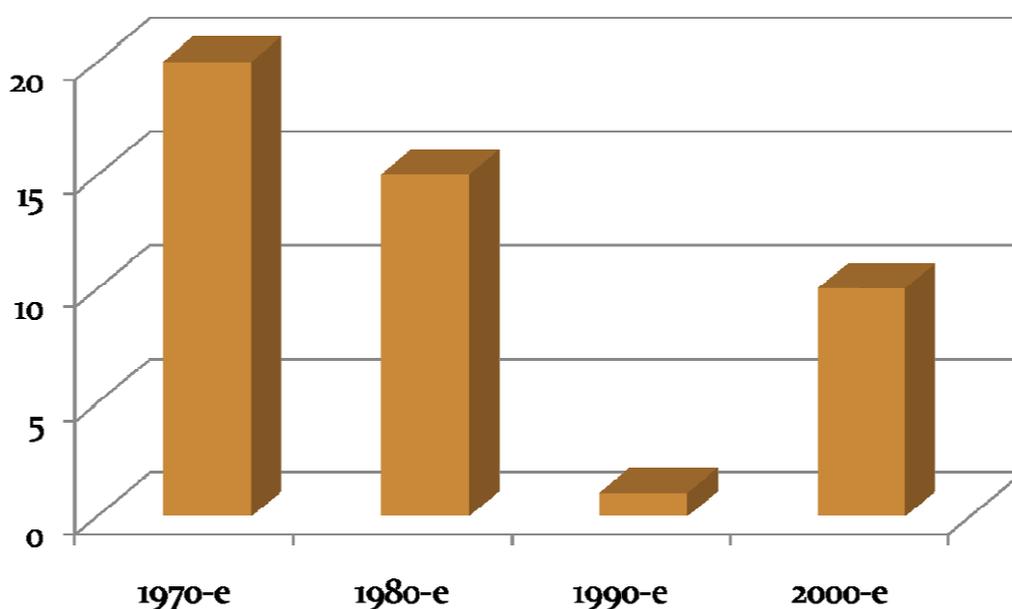
АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ

В.А. Гурьева, Т.К. Белова

В работе представлен анализ современного состояния в области применения неметаллической арматуры для армирования строительных конструкций. Отражены и охарактеризованы основные методы производства неметаллической арматуры. Приведен сравнительный анализ характеристик металлической и композитной арматуры различных российских производителей.

Ключевые слова: неметаллическая арматура, полимерные композиционные материалы, пултрузия, нидлтрузия, плейнтрузия.

В настоящее время в России наблюдается увеличение объемов производства и потребления неметаллической арматуры, что связано с ростом научных исследований и изобретательской активности в области разработки составов, технологий и оборудования для производства композитной арматуры. Ниже представлена диаграмма использования неметаллической арматуры в России в период с 1970 года.



Динамика использования неметаллической арматуры в России
(% от всей используемой арматуры)

С учетом современного состояния коррозионных исследований и эксплуатационных свойств неметаллической арматуры рекомендуется применение композитной арматуры для армирования [1]:

- обычных (ненапряженных) бетонных конструкций;
- цементных, известковых и других строительных растворов;
- фундаментов и конструкций, работающих на упругом основании (дорожные плиты для покрытий внутрипостроечных, объездных, временных и прочих дорог с полной заменой металлической арматуры и др.);
- полотен автомобильных дорог и асфальтобетонных покрытий (для предотвращения трещин и образования колеи);
- конструкций, подвергающихся воздействию агрессивных сред (хлористые соли, агрессивные газы повышенных концентраций и др.);
- элементов дорожного строительства, которые подвергаются агрессивному воздействию противогололедных реагентов;
- грунтов и горных пород при горнопроходческих работах, прокладке тоннелей и выемке котлованов;
- насыпей на слабом основании (болота, грунты повышенной влажности, притрассовые проезды, временные дороги);
- монолитных бетонов с хлоридсодержащими противоморозными добавками (хлорид кальция, нитрат-хлорид кальция);
- пористых и крупнопористых бетонов (дренажные трубы), легких и ячеистых бетонов, в том числе при монолитном строительстве;
- при армировании кирпичной кладки, в том числе в зимнее время, когда в кладочный раствор вводятся ускорители твердения и противоморозные добавки – хлористые соли, вызывающие коррозию стальной арматуры;
- усиливаемых конструкций зданий и сооружений;
- ремонтируемых конструкций, поврежденных воздействием агрессивных сред;
- в случаях, когда отсутствует возможность обеспечить нормативные требования к толщине защитного слоя (тонкостенные конструкции различного назначения, например: панели защитных сооружений от шума, ограды, конструкции архитектурного назначения др.).

Ведущими производителями композитной арматуры в России являются следующие компании: ООО «Бийский завод стеклопластиков» (г. Бийск), ООО «Гален» (г. Чебоксары), ООО «Армастек», ООО НФП «УралСпецАрматура», КНПО «Уральская Армирующая компания» (г. Пермь), ЗАО «Матек» (г. Зеленоград, Московская область), ООО «АСП» (г. Москва). В таблице представлен сравнительный анализ характеристик металлической, стеклопластиковой (СПА) и базальтопластиковой (БПА) арматуры различных российских производителей.

Сравнение характеристик арматуры металлической (класса АIII)
и неметаллической различных производителей

Наименование производителя, вид арматуры	Наименование показателей				
	Прочность при растяжении, МПа	Модуль упругости, ГПа	Плотность, г/см ³	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	Относительное удлинение, %
ООО «БЗС» (www.bzs.ru) СПА	1300	50	1,95–2,15	0,35–0,55	2,2
ООО «Гален» БПА СПА	1200 800–1000	50–55 45	2 2	0,35–0,46 0,35–0,46	2,5 2,5
ООО «Армастек» (www.armastek.ru) СПА	1300	55	1,9	0,35–0,55	2,2
ООО НПФ «УралСпецАрматура» (www.armaturaperm.ru) СПА БПА	1200 1300	43 43	1,9 1,9	0,35–0,55	2,2
КНПО «Уральская армирующая компания» (www.armaturaliana.com) СПА	1250	55–74	1,9	0,35–0,55	2,5
Металлическая арматура А-III А400С (ГОСТ5781–82)	360		200	7	52

На сегодняшний день композитную арматуру производят двумя основными методами: фильерной и безфильерной протяжки. Самый распространенный метод фильерной протяжки – это пултрузия. К методам безфильерной протяжки относятся методы нидлтрузии и «плейнтрузии».

Пултрузия представляет собой процесс получения стеклопластиковых профилей путем вытягивания через нагретую до 130–150 °С формообразующую фильеру стекловолоконистых материалов, пропитанных полиэфирной смолой или другой термоактивной смолой [2].

Метод «плейнтрузии» был разработан ООО КНПО «Уральская армирующая компания» в 2006 г. [3], в дальнейшем эта технология была усовершенствована. При «плейнтрузии» формирование профиля стержня проходит на первом этапе в формовочном узле (втулке), а на втором – за счет выполнения спиральной обмотки обычно в двух и более направлениях в процессе его формирования. Технологическая линия «плейнтрузии» снабжена одним или несколькими дополнительными блоками оборудования выполнения спиральных обмоток внутренних слоев арматуры, включаю-

щими блок подготовки и пропитки ровингов полимерным связующим, узел спиральной обмотки, полимеризационную камеру. Линейная производительность линии составляет 100 м/ч.

Метод нидлтрузии был разработан НИИЖБ имени Гвоздева. При таком способе производства стержень, состоящий из волокнистых нитей, пропитанных полимерным связующим, сначала разделяют на отдельные части, пропускают по отдельным каналам, после чего вновь соединяют с одновременной спиральной оплеткой и натягом обмоточного жгута, внедряющегося в пучок волокон. Авторами получены патенты на технологию производства арматуры.

На сегодняшний день в строительной практике массовое применение нашли только гибкие связи для стеновых ограждающих конструкций, однако существует потребность в неметаллической арматуре для несущих бетонных конструкций. Данный процесс сдерживается рядом факторов: отсутствие методики расчета и проектирования, учитывающие специфические особенности композитной арматуры, низкий модуль упругости такой арматуры и ползучесть при длительных статических нагрузках, низкая теплостойкость неметаллической арматуры.

Таким образом, дальнейшее развитие научных исследований в данных направлениях позволит расширить область применения композитной арматуры в несущих конструкциях.

Библиографический список

1. Технические рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях. – М.: Изд-во стандартов, 2012. – 7 с.
2. Фролов, Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции / Н.П. Фролов – М.: Стройиздат, 1980. – 104 с.
3. Пат. 2287646 Российская Федерация, МПК E04C5/07. Технологическая линия для изготовления композитной арматуры / С.В. Шахов. – № 2005107866/03; заявл. 21.03.05; опубл. 20.11.06, Бюл. № 23 (II ч.). – 5 с.

КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ БАКАЛАВРОВ

Е.П. Дубовикова, Т.Ю. Попцова

В статье рассмотрены мероприятия, обеспечивающие повышение качества подготовки по начертательной геометрии для бакалавров в соответствии с ФГОС.

Ключевые слова: инновации в обучении, интерактивный метод.

Введение новых федеральных образовательных стандартов диктует необходимость организации образовательного процесса в рамках компетентностного подхода и индивидуализации обучения. Очевидно, что для обеспечения качества графической подготовки необходимо соответствие предметного обучения целям, требованиям и нормам в рамках реализуемой программы. Все российские вузы приступили к реализации образовательного процесса по федеральным государственным образовательным стандартам третьего поколения (ФГОС), которые принципиально отличаются от действовавших ранее образовательных стандартов.

ФГОС определяют требования к результатам усвоения основной образовательной программы (ООП) через формирование общекультурных и профессиональных компетенций. ФГОС трактует компетенции как способность применять знания, умения и личностные качества для успешной деятельности в определенной области.

Согласно ФГОС реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий.

Основные методические инновации в образовании связаны сегодня с применением интерактивных методов обучения. Интерактивный – значит способный взаимодействовать или находиться в режиме беседы, диалога. Интерактивное обучение – это, прежде всего, диалоговое обучение, в ходе которого осуществляется взаимодействие преподавателя и обучающегося. Суть интерактивного обучения состоит в том, что учебный процесс организован таким образом, что практически все обучающиеся оказываются вовлеченными в процесс познания. Интерактивные формы проведения занятий поощряют активное участие каждого в учебном процессе, способствуют эффективному усвоению учебного материала, формируют навыки по изучаемому предмету.

Таким образом, внедрение интерактивных форм обучения – одно из важнейших направлений совершенствования подготовки студентов в со-

временном вузе. Основные методические инновации связаны сегодня с применением именно интерактивных методов обучения.

В соответствии с требованиями, выдвигаемыми ГОС (Федеральный образовательный стандарт на 2009 г.) для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений должен проводиться текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и другие методы контроля, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Также рекомендовано широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры и т. п.) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Роль преподавателя в вузе сводится, как известно, к трем основным функциям: он информирует, излагая готовый теоретический материал с привлечением различных видов иллюстративного материала; контролирует усвоение информации, как на лекционных занятиях, так и практических и оценивает знания полученные студентами. В этой связи перед преподавателями ставится задача – выработать такую методику обучения, которая бы позволила максимально воздействовать на обучаемого и вызвать у него желание активно мыслить, научиться самостоятельно решать типовые а также нестандартные задачи, повысить мотивацию студентов к освоению дисциплины, создать стимул к повышению интенсивности работы в аудитории.

Среди основных общепедагогических принципов можно выделить – принцип системности и последовательности, который исходит из того, что в процессе обучения каждая новая задача основывается на знаниях и навыках полученных ранее и усложнение задач по нарастающей. Процесс усвоения знаний и навыков предполагает некоторую системность и непрерывность между последующими знаниями и предыдущими, связь нового материала с уже изученным, с последующим углублением знаний. В связи с переходом нашего вуза на новую систему обучения – бакалавриат и магистратуру, и изменением количества часов и рабочей программы по начертательной геометрии и инженерной графике возникла необходимость корректировки программы по этим дисциплинам.

Методической группой машиностроительной секции кафедры графики был предложен интерактивный метод обучения, который ориентирован на более широкое взаимодействие студента с преподавателем и основан на доминировании активности группы в процессе обучения. В связи с этим было пересмотрено количество графических заданий для самостоятельной работы студентов, кроме того решено было увеличить количество контрольных работ в первом семестре по начертательной геометрии. Учитывая слабую графическую подготовку в школе, пришли к решению, что не-

обходимо усилить интенсивность занятий в аудитории. Было решено проводить на каждом практическом занятии контрольную работу по теме, пройденной на предыдущем занятии, получилось 13 контрольных работ. Таким образом каждый студент был вовлечен в процесс обучения, кроме того это стимулирует студента к обязательному посещению занятий. Предполагалось, что допуск к экзамену студент получает, набрав определенное количество баллов: за задачи, решенные в рабочей тетради, за контрольные работы и за задания, выполненные самостоятельно. Результаты показали, что студенты, посещающие занятия, суммарно набирали необходимое количество баллов, кроме того они приобретали навыки и умения по графической подготовке, так как им приходилось на практических занятиях достаточно много чертить вручную.

При корректировке программы возник вопрос о критериях оценки знаний студента. Решено было в баллах оценивать каждую часть заданий, т.е. отдельно оценивалась рабочая тетрадь (по количеству правильно решенных задач и качеству графики), проставлялись баллы за каждую контрольную работу и баллы студент набирал за самостоятельное домашнее задание – 7 задач на пресечение поверхностей. Суммарно студент должен был набрать минимум 70 баллов, только в этом случае он получал допуск на экзамен. Такая методика предполагает гарантию сдачи экзамена по начертательной геометрии.

Современный подход к обучению должен ориентировать на внесение в процесс обучения новизны, обусловленной особенностями динамики развития деятельности и спецификой различных технологий обучения. На первый план необходимо выдвигать диалогические методы общения, творческий подход к обучению, а не автоматическое конспектирование читаемого лекционного материала.

Интерактивное обучение позволяет решать одновременно несколько задач, одной из главных является развитие коммуникативных умений и навыков, способствовать установлению эмоциональных контактов, как между студентами, так и студентом и преподавателем. Высшие учебные заведения обязаны ежегодно обновлять основные образовательные программы с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы.

Библиографический список

1. Федеральные государственные образовательные стандарты 2009 г.
2. Суворова, Н.И. Интерактивное обучение: новые подходы / Н.И. Суворова. – М., 2005.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ДОБАВКИ МЕТАКАОЛИНА В БЕТОНЕ

А.А. Кирсанова, Л.Я. Крамар

В статье приведена классификация активных минеральных добавок и рассмотрена актуальность применения высокоактивного метакАОлина в строительстве. Установлено влияние метакАОлина на гидратацию и твердение цементных композитов.

Ключевые слова: метакАОлин, каолин, активные минеральные добавки, модификатор.

Для улучшения свойств строительных смесей и бетонов, получения материалов с новыми универсальными свойствами при минимальных затратах на их производство применяют различные модифицирующие добавки. Наиболее востребованными являются активные минеральные добавки (АМД). АМД представляют собой неорганические природные и искусственные материалы, обладающие пуццолановыми и гидравлическими свойствами, которые добавляют в цемент для улучшения их эксплуатационных характеристик, придания им специальных свойств или для экономии цемента [1].

Целью данной работы было изучение актуальности применения добавки метакАОлина в строительстве.

Для этого необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть классификации АМД и их применение;
- установить особенности влияния метакАОлина на гидратацию цемента и твердение цементных материалов;
- провести сравнение АМД различного происхождения с метакАОлином.

Об использовании минеральных добавок природного происхождения было известно еще в древности. Первое упоминание о месте их добычи относится к холмам у г. Поццуоли в районе вулкана Везувий, где пепел, образовавшийся после его извержения смешивали с известью и заполнителями и получали прочные, долговечные, с высокими гидроизоляционными свойствами материалы. В римский и византийский периоды пуццоланы широко применялись для получения римского бетона использовали вяжущие, представляющие смесь извести с активными минеральными добавками такими, как вулканический пепел, цемянка, глины и другие. Из такого бетона возводили стены, фундаменты, водонепроницаемые перекрытия, различные гидротехнические сооружения и т. д.[2].

Начиная с 30-х годов прошлого столетия исследованию минеральных добавок, в том числе и метакАОлина посвящены работы Н.К. Антоневича,

П.П. Будникова, Ф.Л. Глекеля, И.С. Канцепольского, Ю.Т. Ташпулатова и многих других ученых. В последние годы наиболее известны работы Л.И. Дворкина, А.В. Батудаевой, С.С. Каприелова, Я. Малолепши, З. Питель, А.В. Ушерова-Маршака, Р.Ф. Руновой, Н.В. Лушниковой, R. Talero и др.

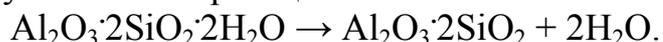
В настоящее время минеральные добавки подразделяют на: природные и техногенные; активные, обладающие гидравлическими свойствами и не имеющие практически ни пуццолановых, ни гидравлических свойств – наполнители.

Природные АМД в зависимости от происхождения разделяют на добавки осадочного и вулканического происхождения. К добавкам осадочного происхождения относят диатомиты, трепелы, опоки, глиежи, к вулканическим добавкам – пеплы, трасы, пемзы, туфы и витрофиры, которые после размола в тонкий порошок называют цеолитами.

К искусственным относят отходы различных производств, такие как шлаки, шламы, золы-унос и другие кремнезем и алюминий содержащие и зачастую с гидравлическими свойствами материалы. Кроме этого выделяют высокоактивные искусственные пуццоланы, такие как микрокремнезем, зола от сжигания рисовой шелухи, метакаолинит [2].

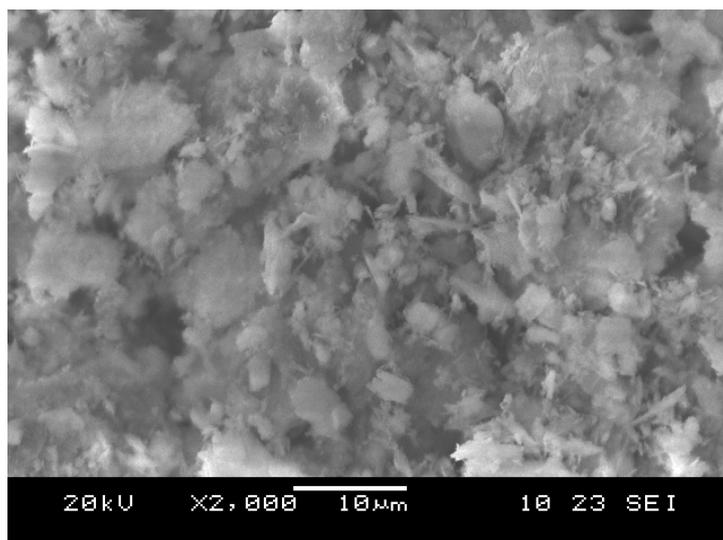
Применение активных минеральных добавок позволяет расширить номенклатуру гидравлических вяжущих, увеличить плотность, водонепроницаемость, морозо-, сульфато-, солестойкость и стойкость к щелочной коррозии бетонов и строительных растворов, а также уменьшает расход клинкерного цемента. Изменение свойств бетонов и растворов при введении минеральных добавок происходит за счет их взаимодействия с продуктами гидратации цемента и влияния на структуру и свойства цементного камня и изделий на основе цементного вяжущего.

В последнее время все большую актуальность приобретает метакаолин, который является высокоактивной мелкодисперсной пуццолановой добавкой, получаемой в результате направленного обжига чистого каолина в диапазоне температур от 650–850 °С. В результате высоких температур каолин теряет химически связанную воду и аморфизуется, в результате чего образуется высокорекреационный метакаолинит (МТК) по следующей реакции:



Именно за счет аморфного состояния метакаолин обладает высокой пуццолановой активностью. Кроме того на пуццолановую активность метакаолина оказывает значительное влияние дефектность структуры исходного каолинита, температура и продолжительность обжига [3].

Частицы метакаолина имеют пластинчатую форму с высокой удельной поверхностью и размером частиц 1–2 микрона. Эти частицы примерно на порядок мельче частиц портландцемента, что позволяет метакаолину дополнительно заполнять межцементное пространство и обеспечивать цементному тесту высокую пластичность и стойкость к расслоению. Структура метакаолина при обжиге до 850 °С приведена на рисунке.



Структура метакАОлина после обжига до 850 °С

МетакАОлин имея высокую удельную поверхность и пластинчатую форму частиц, обладает повышенной водопотребностью, вследствие чего многие исследователи в своих работах рекомендуют применять его в комплексе с эффективными водоредуцирующими добавками.

В отличие от микрокремнезема и шлака, метакАОлин является алюмосиликатной пуццолановой добавкой. Его действие основано на способности силиката алюминия вступать в химическое взаимодействие со щелочами и щелочными силикатами. При введении в цементное тесто частицы метакАОлина связывают не только гидроксиды кальция и магния, но и щелочи, в не растворимые новообразования, аналогичные по химическому составу цеолитам и полевым шпатам, что защищает цементные материалы и конструкции из них от высолообразования и разрушения в результате силикатно-щелочной реакции. Контролируемое образование этtringита на ранних этапах твердения бетонов и растворов также позволяет существенно снизить усадочные деформации и даже получить безусадочные и расширяющиеся составы, помимо этого метакАОлину требуется гораздо меньшее количество пластификатора, а иногда он даже способен проявлять пластифицирующий эффект [4].

При всех положительных характеристиках, применение метакАОлина оставляет не решенными ряд вопросов.

– Нет единого мнения о влиянии метакАОлина на гидратацию и структурообразование в цементных системах. Различия в исследованиях касаются в основном гидратных новообразований, при взаимодействии метакАОлина с портландитом и водой. Так известный ученый Ф.Л. Глекель в своих работах утверждает, что продуктами протекания пуццолановой реакции могут быть гидроалюминаты кальция разной основности и переменного состава: C_2AH_8 , C_3AH_6 , C_4AH_n , а также гидрогеленит C_2ASH_8 и гидросиликаты кальция, образующиеся в зависимости от концентрации ионов

кальция в жидкой фазе [5]. По данным Т.В. Кузнецовой, В.И. Бабушкина, О.А. Мчедлова-Петросяна в системе « $Al_2O_3-CaO-H_2O$ » на первой стадии взаимодействия образуется гель гидрата глинозема $Al(OH)_3$, который в последствии кристаллизуется в гидрогранаты кальция. Л.И. Дворкин и Р.Ф. Рунова утверждают, что в результате пуццолановой реакции с применением метакаолина в цементном камне преобладают гидрогеленит и низкоосновные гидросиликаты кальция.

Так же неоднозначны данные разных исследователей о влиянии добавок метакаолинита на устойчивость получаемых цементных композиций к действию морозной и сульфатной агрессии. Многие ученые утверждают о повышении коррозионной устойчивости цементных материалов при введении добавки метакаолина в количестве 20–30 %. Однако, R.Talero и V. Rahhal в своих исследованиях отмечают, что введение в цемент добавки метакаолина существенно снижает сульфатостойкость цементного камня.

В России метакаолин в качестве добавки в бетон используется довольно редко. Анализ работ по применению метакаолина, как добавки в цемент, с целью получения материалов с новыми свойствами показал, что для целенаправленного использования этой добавки нужны дополнительные исследования. Так требуется уточнение причин активного прироста прочности на ранних стадиях твердения цементных материалов, увеличения плотности, водонепроницаемости. Необходимо уточнение влияния добавки метакаолина на фазовый, особенности структуры, морозо-, сульфато- и солестойкость материалов на цементных вяжущих. Такие исследования позволят создать на основе метакаолина комплексные добавки, получать с их использованием эффективные монолитные бетоны и вести ускоренными темпами строительство. Все это актуально для современного развития строительной индустрии России.

Библиографический список

1. Захаров, С.А. Высокоактивный метакаолин – современный минеральный модификатор цементных систем / С.А. Захаров, Б.С. Калачик // Строительные материалы. – 2007. – № 5. – С. 2–3.
2. Высоцкий, С.А. Минеральные добавки для бетонов / С.А. Высоцкий // Бетон и железобетон. – 1994. – № 2. – С. 7–10.
3. Платонова, Р.А. Влияние дисперсности каолина месторождения Журавлиный Лог на пуццолановую активность метакаолина / Р.А. Платонова, Т.М. Аргынбаев, З.В. Стафеева // Строительные материалы. – 2012. – № 1. – С. 1–6.
4. Малолепши, Я. Влияние метакаолина на свойства цементных растворов / Я. Малолепши, З. Питель // Химические и минеральные добавки в бетон. – Харьков: Колорит, 2005. – С. 61–77.
5. Глекель, Ф.Л. Физико-химические основы применения минеральных добавок / Ф.Л. Глекель. – Ташкент: Изд-во «ФАН», 1975. – 198 с.

МЕЧЕТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ГУБЕРНИИ XVIII – НАЧАЛА XIX ВЕКА

Т.В. Колобаева

Работа посвящена архитектурным особенностям мечетей Оренбургской губернии середины – второй половины XVIII века. Выявлены характерные черты архитектуры культовых зданий в период возникновения и роста поселений. Рассмотрены композиционные и планировочные решения мечетей. Приведены описания магометанских храмов.

Ключевые слова: мечети Оренбургской губернии, архитектура деревянных и каменных магометанских храмов XVIII века.

Современный период развития общества связан с возрождением духовной культуры и повышением национального самосознания народов России. Культурные ценности во многом определяются мировоззрением и религией. Национальные архитектурные традиции представляют в настоящее время большой интерес для современной практики строительства культовых зданий.

Проникновение исламской архитектурной традиции и появление первых исламских памятников на Южном Урале происходит в X–XIII веках [1, с. 48–49]. Исламские традиции архитектуры Оренбургской губернии восходят в значительной степени к строительным традициям Волго-Камья. В основу объемно-планировочных решений деревянных и каменных мечетей был положен сруб, снабженный башней минарета. Стабильность основных форм и пропорций мечетей независимо от места и времени постройки свидетельствует об устойчивых канонических закономерностях, сформировавшихся до XVIII века [5, с. 122–123].

К концу XVIII века южноуральские деревянные мечети строили по одному типу планировки. Прямоугольное здание с одной или двумя поперечными несущими стенами, на одну из которых опирался минарет. Вход, расположенный в северной части храмов вел в сени, где находилась лестница, ведущая на чердак. В южной стене находились ниша михраба. Подвалы и зальные помещения перекрывались крестовыми сводами, междуэтажные перекрытия были балочными [5, с. 124].

Очевидно, что на специфику, неповторимость и самобытность архитектурного облика мечетей Оренбургской губернии повлияла деятельность российских архитекторов. Мечети южноуральского региона выделяются особой конструктивной стройностью и устремленностью вверх. Кровли минаретов, увенчанные шпилями с полумесяцами, имели значительные отличия от известных исторических культовых построек Древнего Востока.

Судить об архитектуре каменных мечетей Южного Урала XVIII можно по мечетям г. Троицка.

Интересным примером являлась ныне разрушенная первая мечеть Троицка, которая была возведена почти рядом с главным православным храмом города – Святотроицким собором. Эта мечеть удачно вписывалась в панораму набережной города [2, с. 83].

Мечеть, расположенная в Татарском переулке г. Троицка (рис. 1), имеет анфиладное планировочное строение. По продольной оси мечети расположены входной придел, основной объем молитвенного зала и михраб. Вместо одного минарета, симметричного относительно главной продольной оси здания, возведены два минарета, фланкирующие объем михраба. Вальмовую крышу молитвенного дома мечети венчает световой цилиндрический барабан, перекрытый куполом. Купол завершен шпилем сложной формы.

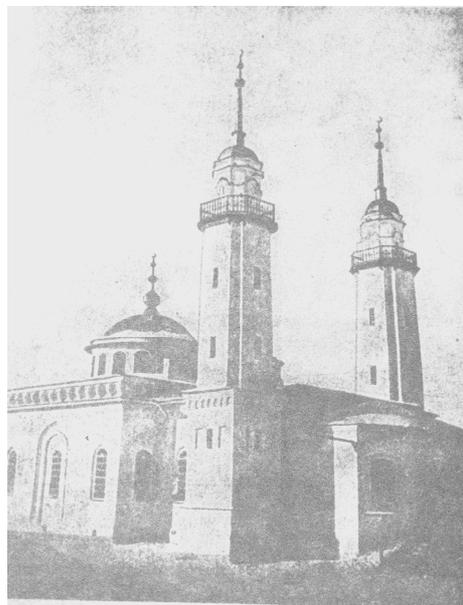


Рис. 1. Мечеть, г. Троицк

Обширный материал для исследования культового зодчества Южного Урала предоставляют проекты мечетей сохранившихся в Российском государственном историческом архиве и в Российском государственном архиве древних актов. Проект новой мечети в Оренбурге датированный 1820 годом представлен кубовидным четвериком молитвенного дома, перекрытым невысоким куполом, и расположенным по одной оси с трехъярусным минаретом. Два нижних яруса минарета украшены балюстрадой. Минарет по образному решению напоминает колокольни христианских церквей. Проект является примером раннего классицизма с чертами барокко. Ордерные элементы появляются на фасадах в виде фронтонов над оконными проемами. Данный проект явно демонстрирует сближение архитектурного облика мечети с православной церковью, а отличие проявилось лишь в деталях религиозной символики. Характерные черты этого сближения проявились в развороте входного узла мечети с короткой на длинную ось, как в христианской базилике, постановке вертикали минарета над входом, и увеличении в размерах михрабного выступа, приближенного к размерам алтарной апсиды.

В другом проекте старой мечети в Оренбурге 1820 года (рис. 2) прослеживается эклектичность составляющих храм объемов. Европейский и русский стили здесь значительно скорректированы. Вероятно, эклектичность облика позволяла выстроить образ мусульманского храма, исходя из традиций исторически сложившихся у южноуральских этносов и канонов построения мечети.

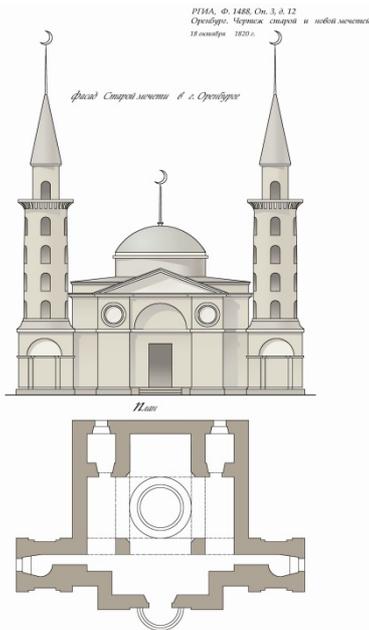


Рис. 2. Мечеть, г. Оренбург

оси с минаретом, пристроенным или надстроенным симметрично главной продольной оси мечети, над входом. Планировка мечетей однотипна – прямоугольные в плане здания имеют одну или две поперечных несущих стены, на одну из которых опирается ствол минарета. В чертежах мечетей, несмотря на сходные объемно-планировочные композиции, весьма различны декоративные оформления фасадных плоскостей, оконных и дверных проемов. Отделка выполнена с использованием черт разных архитектурных стилей и с их смешением. Мечети одноэтажные имеют анфиладное строение, и вход, расположенный в северной части. Развитие их объемов идет в двух направлениях по вертикальной оси – высоты минарета и равной ей по величине горизонтальной оси – продольного направления самой мечети. Перечисленные мечети покрыты вальмовой крышей с врезанным в нее телом минарета (мечеть Ильинской станицы, мечеть Звериноголовской станицы, мечеть села Сарманаево), или вальма не имеет с ним связи (деревянная мечеть на Николаевской площади г. Оренбурга, мечеть Миасского завода).

Обширный материал об архитектуре мечетей Оренбургской губернии начала XIX века (рис. 3) сохранился в архиве Оренбургской области. Здесь можно увидеть множество примеров проектов мечетей с минаретом, пристроенным со стороны входного узла или надстроенным над ним. Проекты этих типов мечетей были разработаны для станицы Звериноголовской Оренбургского казачьего войска, станицы Ильинской Орского уезда, села Сарманаево Зобовской волости, Николаевской площади г. Оренбурга, Миасского завода Троицкого уезда и других населенных пунктов губернии.

Выше перечисленные проекты представлены традиционного типа мечетью прямоугольной в плане вытянутой по продольной

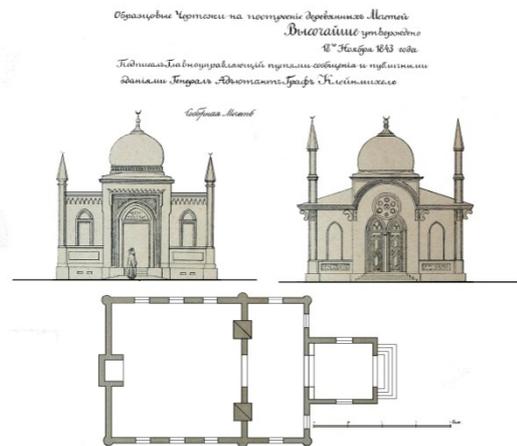


Рис. 3. Типовой проект

Чертежи мечетей в большинстве выполнены рукой профессиональных зодчих, представителей русской профессиональной архитектурной школы. В фасадах мечетей умело, переплетены национальные архитектурные формы с элементами архитектурных стилей: барокко, классицизма, русского узорочья. Смешиваясь с традициями, творческие решения зодчих привели к появлению самобытных памятников. Синтез магометанских традиций исламского средневековья и новшеств в виде европейских стилей архитектуры видоизменил формы мечетей и их детали. Проекты соборных мечетей выполнены с использованием стилового смещения в деталях отделки фасадов мечетей.

Влияние российской строительной культуры на архитектуру мечетей начала – начала XIX века композиционно сблизило их с христианской церковью. Декоративное убранство зданий становится весьма разнообразным и включает широкий круг элементов архитектуры мусульманского мира (мотивы Индии, Турции, Ирана). Здесь также получили распространение формы европейского, русского и болгаро-татарского средневековья.

Библиографический список

1. Алексащенко, Н.Н. История Урала с древнейших времен и до наших дней / Н.Н. Алексащенко; общ. ред. И.С. Огоньковская, Н.А. Попов, Н.А. Баранов и др. – Екатеринбург: И.Д. «Сократ», 2004 – 494 с.
2. Скобёлкин, Е. Возвращаясь к прошлому / Е.Скобёлкин, И. Шамсутдинов. – Троицк: ТЭМП, 1993– М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2007. – 104 с.
3. РГИА, Ф. 1488, Оп. 3, Д. 13, л. 1.
4. РГИА, Ф. 1488, Оп. 3, Д. 13, л. 2. 18 октября 1820 г.
5. Халитов, Н.Х. Архитектура татарских мечетей Казани начала XIX в. / Н.Х. Халитов // Сб. «Молодые ученые – советской архитектуре». – М., 1985. – С. 122–126.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСОБОГО СЛУЧАЯ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ ФОКАЛЬНЫХ КВАДРИК

В.А. Короткий

Предложен способ конструирования плоского сопряжения нелинейчатых квадрик вращения, использующий проективное соответствие пучков конических сечений с двумя действительными или мнимыми попарно совпавшими базисными точками на несобственной прямой.

Ключевые слова: пучок конических сечений; цикл; проективное соответствие; двойное прикосновение.

Теория поверхностей второго порядка (квадрик), несмотря на свою кажущуюся завершенность, способна к развитию, как в теоретической части, так и в области приложений к конструктивным задачам геометрического моделирования. Из множества свойств поверхностей второго порядка выделим их фокальные свойства и покажем, что они позволяют решить инженерную задачу конструирования различных вариантов плоского сопряжения фокальных квадрик по наперед заданным условиям.

Фокусом коники k называют точку, в которой кривая k устанавливает ортогональную инволюцию полярно сопряженных прямых [1]. Переходя от плоских форм к пространственным, определяют фокус F овальной квадрики вращения Φ как такую точку пространства, в которой полярно сопряженные относительно Φ прямые и плоскости образуют ортогональную инволюцию [2]. Фокальные точки (фокусы) имеются только в трех овальных квадриках вращения: в растянутом эллипсоиде, двуполостном гиперболоиде и параболоиде.

Пусть даны две фокальные квадрики Φ_1 и Φ_2 с фокусами F_1 , F_2 . Требуется сконструировать их плоское сопряжение по заранее заданному коническому сечению k с главным диаметром AB (рис. 1). Геометрическое моделирование заданного плоского сопряжения основано на позиционных и метрических инвариантах перспективных циклических пучков коник.

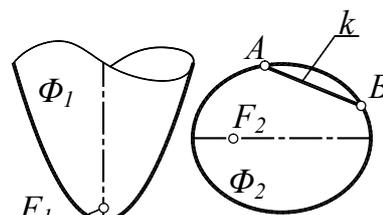


Рис. 1

Пучок конических сечений – совокупность кривых второго порядка, пересекающихся в четырех базисных точках. Через любую точку плоскости проходит единственное коническое сечение, принадлежащее данному пучку. Если базисные точки попарно совпадают, то такой пучок называют циклическим пучком, или циклом.

Пусть задана точка S и инволюция ρ с двойными точками U, V на несобственной прямой s . Через каждую точку плоскости проходит единственная коника, по отношению к которой S и s будут полюсом и полярной, а инволюция $\rho(U, V)$ – инволюцией сопряженных точек. Множество таких коник образует частный случай циклического пучка общего вида: пучок с несобственными попарно совпавшими базисными точками U, V .

Если инволюция ρ эллиптическая, то получаем пучок гомотетичных эллипсов (e -цикл) с центром гомотетии S (рис. 2, а). Мнимые двойные точки U, V инволюции ρ указывают две пары мнимых попарно совпавших базисных точек e -цикла. Все эллипсы пучка имеют мнимое двойное соприкосновение в мнимых точках U, V на несобственной прямой.

Если инволюция ρ гиперболическая, то получаем пучок гомотетичных гипербол (h -цикл) с центром S (рис. 2, б). Все гиперболы проходят через действительные несобственные точки U, V и имеют в этих точках общие асимптотические касательные.

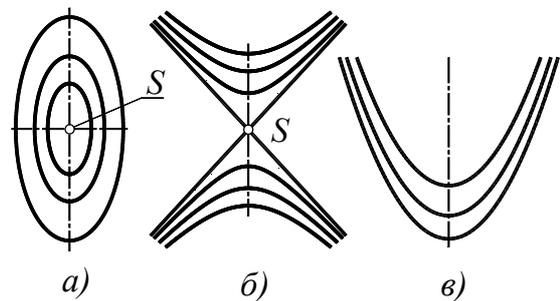


Рис. 2

При совпадении несобственных точек U, V получаем пучок конгруэнтных парабол с общей осью (p -цикл). Параболы находятся в четырехточечном соприкосновении с прямой s (рис. 2, в). Чтобы S и s оставались сопряженными полюсом и полярной относительно любой коники пучка, точка S должна совпадать с точкой $U=V$. Циклические пучки коник с несобственными базисными точками (e, h, p -циклы) назовем Ω -пучками.

Для установления проективного соответствия Ω -пучков достаточно указать в этих пучках две пары соответственных элементов. Пусть даны e -пучки $\Omega_A(e_1, e_2, \dots)$ и $\Omega_B(e'_1, e'_2, \dots)$. Произвольно отметив точки A, B , находим пучки поляр $a_1 || a_2 \dots$ и $b_1 || b_2 \dots$ этих точек относительно Ω_A и Ω_B (рис. 3).

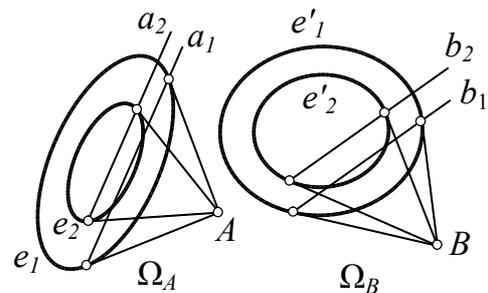


Рис. 3

В проективных пучках прямых с несобственным центром сохраняется простое отношение, поэтому двух пар соответственных прямых достаточно для установления проективитета. Начертив в пучке Ω_A какую-либо конику e_3 , найдем ее полярю a_3 и аффинно соответственную ей полярю b_3 . Полярю b_3 отвечает коника e'_3 в пучке Ω_B .

В общем случае точки пересечения соответственных элементов проективных пучков второго порядка принадлежат алгебраической кривой четвертого порядка. Сформулируем (без доказательства) теорему 1: точки пересечения соответственных конических сечений двух проективных Ω -пуч-

ков принадлежат кривой четвертого порядка, выродившейся в две совпадающие кривые второго порядка.

Из теоремы 1 следует, что пара произвольных гомотетичных конических сечений e_1, e_2 пересекается с другой парой произвольно взятых гомотетичных коник e'_1, e'_2 в точках $1 \dots 8$, инцидентных кривой второго порядка g (рис. 4). Если эта кривая распадается на две прямые m, n , то пучки $\Omega(e_1, e_2, \dots)$ и $\Omega'(e'_1, e'_2, \dots)$ становятся перспективными с осями перспективности m, n . Перспективное расположение Ω -пучков характеризуется тождественным совпадением пучков поляр j_1, j_2, \dots и j'_1, j'_2, \dots точки $J = m \cap n$ относительно соответственных коник пучков Ω и Ω' .

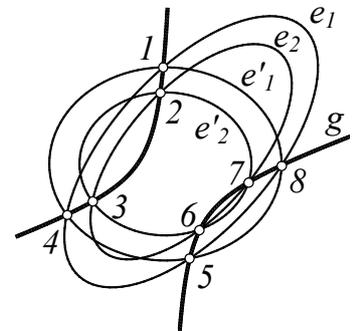


Рис. 4

Пусть пучки Ω и Ω' перспективны. Пересечем пучок Ω какой-нибудь прямой a , параллельной одной из осей перспективности m или n (например, $a \parallel m$). Коники пучка Ω пересекаются с a в парах точек $1-2, 3-4, \dots$, образующих гиперболическую инволюцию с центром O (точки $1-2, 3-4, \dots$ симметричны относительно O). Затем пересечем пучок Ω' прямой a' , также параллельной оси m . Коники пучка Ω' пересекаются с a' в парах точек $1'-2', 3'-4', \dots$, симметричных относительно точки O' (рис. 5).

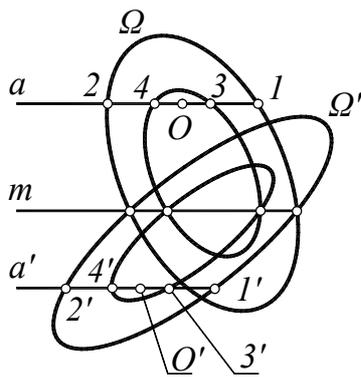


Рис. 5

Теорема 2. Если коники пучка Ω высекают на прямой $a \parallel m$ ряд парных точек $1-2, 3-4, \dots$, то существует такая прямая $a' \parallel m$, что ряд точек $1'-2', 3'-4', \dots$, высекаемых на a' кониками пучка Ω' , тождественно совпадает с рядом $1-2, 3-4, \dots$

Следствие из теоремы 2. Если пучки Ω и Ω' перспективны с осью перспективности m , то существует ∞^1 перспективных инциденций этих пучков: два перспективных Ω -пучка всегда можно передвинуть в другое перспективное расположение, совмещая предварительно найденные тождественные ряды $a'(1'-2', 3'-4', \dots)$ и $a(1-2, 3-4, \dots)$ (см. рис. 5).

Внесем дополнительную метрическую определенность в расположение перспективных Ω -пучков, совместив фокусы пары конических сечений.

Теорема 3. Перспективность Ω -пучков, содержащих пару соответственных однофокусных коник, не нарушается при произвольном повороте одного из пучков вокруг общего фокуса (без доказательства).

Отметим особое метрическое свойство перспективных Ω -пучков, содержащих пару однофокусных коник: равенство полухорд AB и CD , перпендикулярных глав-

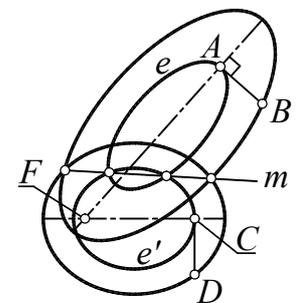


Рис. 6

ным осям пучков и проходящих через вершины A, C (рис. 6). Равенство полухорд – отличительный признак проективных Ω -пучков, которые можно переместить в перспективное расположение совмещением фокусов любой пары соответственных конических сечений.

Рассмотрим рис. 6 как проекцию однофокусных квадрик вращения на их общую плоскость симметрии H . Тогда пара соответственных коник e, e' – проекция сечений этих квадрик плоскостью H' , параллельной H , а отрезок $AB=CD$ – расстояние между H и H' . Из теорем 2 и 3 следует возможность применения Ω -пучков к моделированию особых случаев пересечения фокальных квадрик: любая пара коник перспективных Ω -пучков может быть принята за очерки квадрик, пересекающихся по двум плоским кривым.

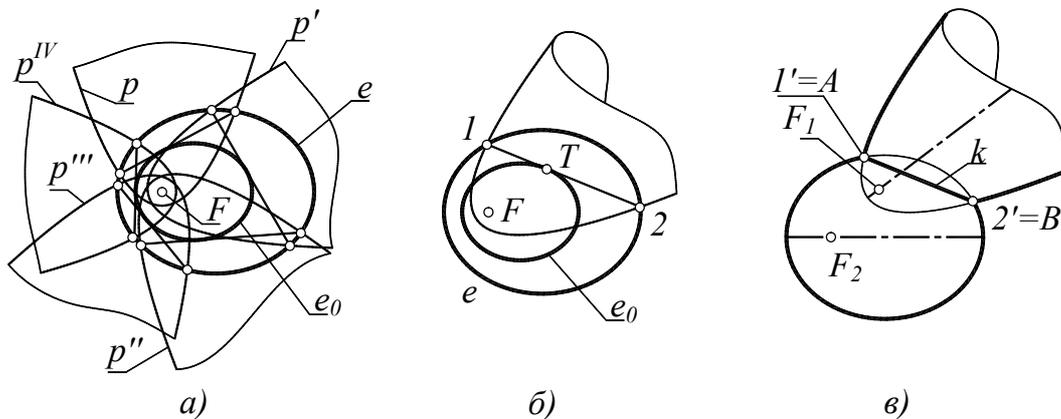


Рис. 7

Чтобы смоделировать заданное на рис. 1 плоское сопряжение параболоида и эллипсоида, совмещаем их фокусы $F_1=F_2=F$, вращаем параболу p вокруг F и отмечаем ряд ее последовательных положений p, p', \dots, p^{IV} . Общие хорды коники e и коник p, p', \dots, p^{IV} образуют пучок второго порядка, огибающая которого – кривая второго порядка e_0 (рис. 7, а). Хорда $1-2$, параллельная AB и касающаяся в точке T коники e_0 , указывает положение общего плоского сечения данных квадрик, подобного заданному сечению k (рис. 7, б). Находим хорду $1'-2'$ параболы p , параллельную хорде $1-2$ и равную главному диаметру AB сечения k . Перемещаем параболу p до совмещения хорды $1'-2'$ с AB (рис. 7, в). Получено искомое сопряжение данных квадрик по заданной плоской кривой k .

Библиографический список

1. Короткий, В.А. Проективное построение коники: учеб. пособие / В.А. Короткий. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – 94 с.
2. Пеклич, В.А. Мнимая начертательная геометрия / В.А. Пеклич. – М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2007. – 104 с.

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

А.М. Костин, Л.К. Костина

В статье рассматриваются критерии, влияющие на оценку инвестиционной привлекательности городских территорий и последствия принятия инвестиционного решения для бизнеса в виде налоговой нагрузки при изменении кадастровой стоимости земли и введении единого налога на недвижимость

Ключевые слова: оценка инвестиционной привлекательности, управление городскими территориями, градостроительное зонирование территории, кадастровая стоимость, единый налог на недвижимость

Одним из важных аспектов принятия инвестиционного решения является оценка инвестиционной привлекательности городских территорий. Последствия этого действия очевидны как для инвестора, так и для экономики любого городского округа.

Для ведения бизнеса инвестору необходимо определиться как территориально, так и с областью (сферой) деятельности. Выбор территории определяется качеством инвестиционного климата, эффективностью размещения бизнеса и реальными возможностями организации бизнеса в данном районе. Важным моментом при оценке потенциала территории является – выявление не только тех факторов, которые обеспечивают очевидные конкурентные преимущества, но и факторов, снижающих инвестиционную привлекательность региона. Выбор вида деятельности определяется реальной возможностью его осуществления: уровнем рентабельности бизнеса, сроком окупаемости проекта и степенью регулирования выбранного вида деятельности государством.

Поскольку любые инвестиции – это процесс обмена свободных ресурсов на право собственности на доходные и ликвидные активы, то можно утверждать, что при всем многообразии возможных объектов инвестиций, каждый из них может обладать определенным набором характеристик, качеств или соответствовать таким критериям, наличие которых позволит ему быть привлекательным для руководящегося рыночной логикой инвестора. Потенциальный инвестор при оценке инвестиционной привлекательности городских территорий выделяет следующие критерии:

– наличие развитой инфраструктуры, эффективное воспроизводство которой является инструментом управления инвестиционной привлекательности городских территорий;

- наличие планов градостроительного развития территории в виде подготовки свободных земельных участков под жилищную, общественную и промышленную застройку (инвентаризация и фотосъемка участков, расчетка территории, уточнение возможностей инженерного обеспечения и др.) и формирование предложений по свободным площадкам для потенциальных инвесторов с представлением демонстрационных материалов;
- наличие благоприятной налоговой среды.

В настоящее время во многих городах существует серьезный разрыв между спросом на услуги инфраструктуры и предложением на них. Инвесторы (застройщики), при выборе инвестиционной площадки, сталкиваются с проблемой недостаточной мощности существующих инженерных сетей или с полным их отсутствием. Увеличение спроса бизнеса на услуги инфраструктуры – это один из показателей роста экономики страны. Однако в нынешних условиях это приводит к повышенным нагрузкам на инфраструктурную мощность и, следовательно, к отставанию инфраструктуры от требований растущей экономики и масштабов социальных задач.

Так, в конце 2012 года в Южно-Уральской ТПП совместно с ОАО «МРСК Урала» – филиал «Челябэнерго» (г. Челябинск) была создана интерактивная карта свободных электрических мощностей на территории Челябинской области [1]. Основная задача нового ресурса – наглядная и доступная оценка возможностей технологического присоединения к сетям «Челябэнерго» во всех районах региона. Этот интерактивный ресурс содержит не только данные по свободным мощностям сетей «Челябэнерго», но и может содержать сведения по распределению ресурсов газа, воды, тепла. Администрация города Томска для привлечения инвесторов на муниципальном уровне реализует в 2013 году масштабный проект – создание промышленного парка с подключением его ко всем видам коммуникации по нулевому тарифу. Таким образом, инвестор получает готовый участок земли с подведенной инфраструктурой, с бесплатным подключением к электроэнергии, водоснабжению, канализации и газовому теплу [2].

Что же касается зонирования территории, то в октябре 2012 года Челябинской Городской Думой была принята новая редакция правил землепользования и застройки на территории областного центра [3]. Новый порядок землепользования и застройки основан на градостроительном зонировании территории города. Документ включает в себя систему регулирования землепользования и застройки, которая основана на градостроительном зонировании, для создания устойчивого развития города, в том числе защиты прав граждан и обеспечения равенства прав физических и юридических лиц в процессе реализации отношений, возникающих по поводу землепользования и застройки; обеспечения открытой информации о правилах и условиях использования земельных участков, осуществления на

них строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства.

Несмотря на то, что со стороны органов местного самоуправления принимаются усилия по информированности бизнес-сообщества об инвестиционном климате региона, но инвесторы, вкладывающие средства в будущие проекты, хотят быть ориентированы не только и не столько на ситуацию сегодняшнего дня, но, главным образом, на перспективу. Любой инвестор должен понимать и, прежде всего, знать, в какой функционально – планировочной ситуации и в каком окружении окажутся в среднесрочной и долгосрочной перспективе те или иные земельные участки и объекты недвижимости, которые его интересуют с точки зрения планируемого бизнеса, и как скажутся изменения ситуации на стоимости их земель. Каким будет в будущем налоговое бремя на «его» бизнес.

Первый барьер на пути инвесторов – повышение в 2010 году кадастровой стоимости земельных участков. Мнение специалистов разделились. Одни специалисты считают, что повышение кадастровой стоимости земли является профилактической мерой для экономики, которая не сможет существенно повлиять на развитие рынка недвижимости. Их доводы сводятся к следующему: ставка аренды зависит от спроса на тот или иной объект коммерческой недвижимости, а если предложение будет превышать спрос, ни о каком повышении арендных ставок речи быть не может. В этом случае собственникам придется экономить на эксплуатации здания. Другие же считают, что повышение кадастровой стоимости земли неизбежно отразится на планах инвесторов и на форматах реализации их проектов. Также эта мера скажется на выборе участков под будущее строительство. Такое развитие событий автоматически повысит «входной порог» для инвесторов. Таким образом, имея ограниченный объем инвестиций, инвестор будет вынужден выбирать между удобством участка и его приемлемой ценой. Позиции мелких инвесторов могут ухудшаться, в некоторых случаях они не смогут инвестировать в проекты в одиночку. Таким образом, усилится тенденция к совместным инвестициям в недвижимость, укрепятся позиции крупных инвесторов.

Следующим «ударом» для инвесторов может служить введение единого налога на недвижимость. Согласно проекту «Основные направления налоговой политики на 2014 год и плановый период 2015 и 2016 годов» [4], одним из важных направлений налоговой политики РФ является переход к налогу на недвижимое имущество не только для физических лиц, но и для организаций. Юридические лица будут платить налог лишь за ту недвижимость, которой владеют на правах собственности (хозяйственного ведения или оперативного управления). Весь налог на недвижимость налог для организаций, согласно документу, «будет отнесен к региональным налогам с передачей части поступающих сумм в местные бюджеты» [4].

Бесспорным является тот факт, что повышение налога на недвижимость заинтересует собственника использовать недвижимость максимально эффективным способом, так как налог на недвижимость относится к постоянным затратам, которые могут быть покрыты только за счет увеличения дохода от ведения бизнеса (например, увеличение арендной платы).

Во-первых, чем эффективнее и прибыльнее будет деятельность хозяйствующего субъекта, тем выше рыночная стоимость его активов, в которые входит земля и недвижимое имущество, а значит, тем выше будет его налоговая нагрузка. Во-вторых, рыночная стоимость зависит от ряда факторов, на которые собственник не в состоянии оказать какое-либо влияние. Например, удорожание недвижимости из-за инфляции и роста привлекательности района может значительно увеличить налоговую нагрузку. В-третьих, поскольку налог на недвижимость как постоянная составляющая себестоимости будет включен в стоимость конечного товара, то вполне реально либо сокращение потребления, либо перераспределение спроса в пользу более дешевых товаров.

В связи с вышесказанным можно утверждать, что экономика инвестиционных проектов может измениться. Несмотря на то, что качество и местоположение земельного участка всегда были и останутся определяющими факторами для его выбора, но все большее значение при оценке инвестиционных вливаний будет уделяться существующей и возникающей в будущем налоговой нагрузке на бизнес.

В итоге можно заключить, что повышение кадастровой стоимости земли, принятие единого налога на недвижимость вполне конкретные решения с определенными цифрами, ставит перед инвесторами лишь вопросы и, несмотря на свою математическую конкретность, пока не готовы дать конкретные ответы. Впрочем, быть готовым во всеоружии – правило хорошего бизнесмена во все времена.

Библиографический список

1. «Карта для инвесторов будет дополнена» // Бизнес-Вестник ЮУТП. – декабрь 2012. – январь 2013. – № 6 (80), – С. 27. – <http://www.uralreg.ru/nashipro9/zhurnal4/arhiv-nomer/2012/06/>
2. «Нам нужны инвестиции». – <http://sibterra.info/News/2013/4/4/investizii>
3. «Правила застройки и землепользования в городе Челябинске», утвержденные решением Челябинской городской Думы от 09.10.12. № 37/13.
4. «Основные направления налоговой политики Российской Федерации на 2013 год и на плановый период 2014 и 2015 годов». – <http://base.garant.ru/70169348/>

КОМПЛЕКСНАЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГОРОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

А.М. Костин

В статье рассматриваются вопросы, связанные с существующими методами оценки городской территории. Несмотря на различие применяемых методов в их основе лежит основополагающий принцип – учет рентного выигрыша определенных участков городской территории, зависящий не только от непосредственных вложений в объекты инфраструктуры, но и от комплекса условий, формирующих градостроительную ценность этих земель.

Ключевые слова: экономическая оценка городской территории; городская земельная рента; зонирование территории; коэффициент градостроительной ценности

Изменение привычного стиля земельных отношений и ее землепользования привело к необходимости комплексной градостроительной оценки городской территории. Такие расчеты выполнены во многих крупных и крупнейших городах страны – Москве, С.-Петербурге, Нижнем Новгороде, Омске, Челябинске и др.

Основой механизма управления землепользованием в городах служит комплексная социально-экономическая оценка их территории. Существующие методы оценки земельных участков базируются на дифференцированном зонировании урбанизированных территорий с определением набора факторов, характеризующих местоположение и качество этих участков. На практике обычно используют два принципиально отличных метода определения оценок городских территорий: затратный (КГОТ) [1, 2] и рентно-оптимизационный (РОМ) [3, 4].

Если основой первого метода оценки является определение затрат, которые нужно произвести для освоения участка, то основой второго – определение затрат, которые не нужно при этом производить (экономия).

При первом методе наибольшую оценку (при прочих равных условиях) получают наихудшие участки, требующие наибольших затрат на их освоение; при втором – наилучшие, требующие меньших вложений. Первый метод предполагает определение оценок каждого отдельного участка, второй – только на основе сравнения участков между собой.

Методической основой комплексной экономической оценки территории в данной работе является определение характеристик территориальных зон города по их функциональному использованию и относительной выгоды выделенных зон для размещения в них различных городских

функций (жилье, торговля, отдых, производство и т. п.). Окончательные значения интегральных рентных коэффициентов (рентных потенциалов территорий) и коэффициентов относительной градостроительной ценности определены с учетом территориальных, планировочных, инженерно – строительных и иных ограничений развития этих функций для каждой конкретной зоны города.

Несмотря на некоторое различие применяемых методов по экономической оценке городских земель в их основе лежит основополагающий принцип – учет рентного выигрыша определенных участков городской территории, зависящий не только от непосредственных вложений в объекты инфраструктуры, но и от комплекса условий, формирующих градостроительную ценность этих земель (местоположение, благоустройство, привлекательность, состояние окружающей среды и т. п.).

Обычно экономическая оценка стоимости городских земель производится с учетом следующих факторов, влияющих на их градостроительную ценность: уровень инженерного оборудования и благоустройства территории, доступность до общегородского центра и других мест трудового и культурно-бытового тяготения населения, развитость среды культурно-бытового обслуживания; состояние окружающей среды, санитарные и микроклиматические условия; эстетическая, историческая, ландшафтная ценность территории и застройки. При этом концептуально можно выделить два взаимосвязанных уровня при решении задач экономической оценки городских земель.

Первый уровень решения – это социально – экономическая оценка крупных городских территориальных образований (зон, районов, крупных площадок) с определением дифференцированных значений градостроительной ценности этих земель. С учетом этих показателей решается ряд задач градостроительного проектирования: выбор целесообразного направления территориального развития города; установление очередности освоения отдельных его частей; обоснование функционального использования дополнительных территорий и площадок реконструкции и другие задачи.

Второй уровень решения – оценка потребительских качеств конкретного участка городской земли с учетом его функционального использования и местоположения в оценочной зоне или социально-экономическом районе. В этом случае как-бы моделируется возможная величина потенциальной земельной ренты, зависящая от качества месторасположения деятельности в функционально-пространственной структуре города и качества среды самого участка (удаленность от линии общественного транспорта и крупных пересадочных узлов, развитость системы культурно-бытового обслуживания вблизи этого участка, степень благоустройства и экологическая характеристика его территории, оснащенность инженерными сетями,

наличие внешних путей сообщения, удобство использования для данного вида деятельности и пр.). Методическое решение этой задачи в большинстве случаев осуществляется путем введения поправочных коэффициентов (с учетом функционального использования территории) к полученному на предыдущем этапе показателю градостроительной ценности территории в среднем по району или зоне.

Уровень социально-экономической оценки территории включает в себя две основные части: графоаналитическую и расчетную. Графоаналитическая часть – это функционально-пространственное зонирование городской территории, т. е. выделение на ней зон и площадок с учетом их основных городских функций: жилые, производственные, рекреационные, внешнего транспорта и т. п. В отечественной практике экономической оценки городских земель на этой стадии решения задачи наметились два различных методических приема. Один из них основан на традиционном для градостроительного проектирования деления крупных городских территориальных образований на более мелкие: город – планировочные зоны – функциональные зоны – зоны экономической оценки (г. Москва – 69 зон, г. Челябинск – 55 зон, г. Омск – 37 зон). Другой прием заключается в разбиении территории города на небольшие функциональные однородные участки с последующим укрупнением их в социально-экономические районы, например, с помощью методов кластерного анализа (С.-Петербург – 146 районов, Н. Новгород – 112 районов).

На основе полученных значений количественных и качественных показателей с учетом весомости каждого фактора для данного вида функциональной деятельности проводится интегральная (общая) оценка и определяется коэффициент градостроительной ценности этой территории. При экономической оценке территории значимость каждого из факторов может изменяться в зависимости от существующей или планируемой функциональной организации основной градостроительной деятельности в данной зоне. Например, для жилых территорий весомость факторов, характеризующих расположение их в пространственной системе города (доступность до общегородского центра, центров планировочных зон, а также основных мест приложения труда) и может достигать 30–40 %. Для торговой функции помимо фактора доступности до центра города и районов (15–27 %) большой вес имеет потребительский потенциал («доходность») территории – 30–35 %. Для зон, на которых осуществляются преимущественно функции внешнего транспорта, коммунально-складская или производственная деятельность наибольшую весомость имеет возможность осуществления внешних связей, то есть наличие железнодорожных и автомобильных путей, водного сообщения (соответственно 35–45 %, 30–35 %, 20–25 %). Кроме этого существенную роль для этих территорий играет фактор ограничений и удобств организации деятельности (10–20 %).

Следует отметить, что в общем случае на весомость факторов влияет размер города и основные направления его народнохозяйственной деятельности. Так, для многих промышленно развитых городов Южного Урала возрастает роль экологического фактора.

Как показывает практика экономической оценки территории в крупнейших городах с населением свыше 1 млн человек градостроительная ценность центральных зон в этих городах в 3–4 раза выше, чем у периферийных районов (г. Москва – в 3,7 раза, г. Челябинск – в 3,7 раза, г. Нижний Новгород – в 3,2 раза). Примерный порядок соотношения ценности этих территорий для городов разной величины составляет: 3,1 – для городов с населением 500–1000 тыс. чел., 2,8 (250–500 тыс. чел.), 2,7 (100–250 тыс. чел.), 2,4 (50–100 тыс. чел.), 2,1 (менее 50 тыс. чел.).

Практическое решение задачи экономической оценки городских земель обладает рядом дополнительных качеств по – существу не уступающих своей информативной ценностью результатам непосредственных расчетов.

Это, во-первых, возможность использования дополнительного критерия для выявления целесообразных направлений развития города на основе расчета потенциальной градостроительной ценности прилегающих к городу территорий.

Во-вторых, это определение степени соответствия рассматриваемых социально-экономических зон и участков городской застройки наиболее эффективной (по вероятному рентному доходу) функциональной организации и, соответственно, возможность экономического воздействия на процесс реконструкции этих территорий, например, в виде льготного налогообложения и т. п.

В-третьих, информационная база градостроительных данных, полученных в процессе социально – экономических расчетов позволяет в дальнейшем использовать их при создании автоматизированной системы управления городским хозяйством.

Библиографический список

1. Кабакова, С.И. Градостроительная оценка территорий городов / С.И. Кабакова. – М.: Стройиздат, 1975.
2. Кабакова, С.И. Экономические проблемы использования земель в строительстве/ С.И. Кабакова. – М.: Стройиздат, 1981.
3. Борисов, А.П. Экономика градостроительства / А.П.Борисов, Э.Я. Бубес, Н.Г. Ревунова. – Л.: Стройиздат, 1981.
4. Федоров, В.П. Оценка рыночной стоимости земли методом массовой оценки (Проблемы, модельное и информационное обеспечение) / В.П. Федоров, О.М. Пахомова, Н.В. Булычева // НЭЖ «Проблемы недвижимости». – 1999. – Вып. 4. – С. 77–107.

АНАЛИЗ НОВЫХ ГОС В ПРЕПОДАВАНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ НА Э И ПС ФАКУЛЬТЕТАХ

Н.С. Кувишинов

Показано, что в соответствии с новыми ГОС на технических специальностях вводится «Компьютерная графика». С этой целью на Приборостроительном факультете ЮУрГУ необходимо выделить часы во втором семестре для студентов первого курса дневного обучения.

Ключевые слова: ГОС, инженерная и компьютерная графика.

В настоящее время приоритет в высшем образовании отдается техническим специальностям, на которых учебная, общетехническая дисциплина «Инженерная графика» является одной их основных. Следует отметить, что некоторые факультеты ЮУрГУ пошли по прогрессивному пути. На них не только увеличили учебные часы, но и добавили даже еще один, третий семестр для изучения «Компьютерной графики» в соответствии с ГОС 3-го поколения. Например, к таким факультетам относится Энергетический факультет ЮУрГУ (табл. 1).

Таблица 1

Обязательное и фактическое содержание учебной дисциплины
«Инженерная и компьютерная графика»
на Э факультете ЮУрГУ согласно ГОС 3-го поколения

Направление подготовки	Название направления подготовки	Название дисциплины согласно ГОС	Учебные циклы (выписка из разделов ГОС «Знать», «Уметь», «Владеть»)		
			Начертательная геометрия	Инженерная графика	Компьютерная графика
Все	Установленные в вузе	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	2-й семестр	3-й семестр

За три семестра студенты не только изучают отмеченные учебные циклы в полном объеме, но и овладевают современными методами 3D-моделирования и оформления технической документации на компьютере. Помимо кафедры графики последним практически никто не занимается.

Радикально иная обстановка в преподавании «Инженерной графики» сложилась в настоящее время на Приборостроительном факультете

ЮУрГУ. Несмотря на требования ГОС 3-го поколения (табл. 2), для нашей дисциплины выделен только один семестр, а «Компьютерная графика» не предусмотрена вообще (табл. 3).

Таблица 2

Обязательное содержание учебной дисциплины «Инженерная и компьютерная графика» для ПС факультета ЮУрГУ согласно ГОС 3-го поколения

Направление подготовки	Название направления подготовки	Название дисциплины согласно ГОС	Учебные циклы (выписка из разделов ГОС «Знать», «Уметь», «Владеть»)		
			Начертательная геометрия	Инженерная графика	Компьютерная графика
220400	Управление в технических системах	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	2-й семестр
210400	Радиотехника	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	2-й семестр
211000	Конструирование и технология электронных средств	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	2-й семестр
230100	Информатика и вычислительная техника	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	2-й семестр
220100	Системный анализ и управление	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	2-й семестр
210601.65	Радиоэлектронные системы и комплексы	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	2-й семестр
210700	Инфокоммуникационные технологии и системы связи	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	2-й семестр

Таблица 3

Фактическое содержание учебной дисциплины
«Инженерная и компьютерная графика»
на ПС факультете ЮУрГУ согласно рабочим программам

Направление подготовки	Название направления подготовки	Название дисциплины согласно ГОС	Изучаемые учебные дисциплины		
			Начертательная геометрия	Инженерная графика	Компьютерная графика
220400	Управление в технических системах	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	нет
210400	Радиотехника	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	нет
211000	Конструирование и технология электронных средств	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	нет
230100	Информатика и вычислительная техника	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	нет
220100	Системный анализ и управление	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	нет
210601.65	Радиоэлектронные системы и комплексы	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	нет
210700	Инфокоммуникационные технологии и системы связи	Инженерная и компьютерная графика	1-й семестр	1-й семестр	нет

Такое положение сложилось после решения Ученого совета Приборостроительного факультета ЮУрГУ от 04.02.2013 г. В нем отмечено: «не вносить изменения в учебные планы направлений, оставить вопросы обучения компьютерной графике в ведении выпускающих кафедр» и «отклонить предложение кафедры «Графика» о выделении в учебных планах направлений часов для изучения компьютерной графики».

На наш взгляд это весьма странное и неверное решение, связанное, в том числе, с «трактованием» такого понятия как «компьютерная графика».

В то же время, как показывает многолетняя практика, только за один семестр обучения студентам не удастся приобрести стабильные знания по указанным выше циклам (см. табл. 3). Им необходимо не только выполнить большой объем заданий по начертательной геометрии и черчению, но

и непрерывно усваивать большой объем новой для них информации. И дело здесь даже не только в «Компьютерной графике» (как современных средствах 3D-моделирования) и не только в обязательном умении современных студентов оформлять техническую документацию на компьютере по ГОСТ (в том числе и при устройстве на работу). Сведения об изменениях в ГОСТ, сведения о сборочных чертежах, отдельных деталях и сборочных единицах, о современной технологии их изготовления и т.п. не могут быть даны и усвоены студентами за один семестр обучения [1].

Учитывая вышеизложенное, на Приборостроительном факультете ЮУрГУ целесообразно пересмотреть решение и выделить кафедре графики ЮУрГУ дополнительные часы как минимум еще на один, второй семестр для преподавания «Компьютерной графики» [2] студентам первого курса дневного отделения в соответствии с ГОС 3-го поколения.

Библиографический список

1. Кувшинов, Н.С. Приборостроительное черчение: учеб. пособие / Н.С. Кувшинов, В.С. Дукмасова. – М.: КНОРУС, 2011. – 400 с.: ил.
2. Инженерная 3D-компьютерная графика: учеб. пособие для бакалавров / А.Л. Хейфец, А.Н. Логиновский, И.В. Буторина, В.Н. Васильева; под ред. А.Л. Хейфеца. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Изд-во «Юрайт», 2012. – 464 с. – (Бакалавр).

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМООБРАБОТКИ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В.Н. Кучин

Приведены основные результаты моделирования процесса тепловой обработки монолитных конструкций. Комбинированный способ позволяет уменьшить растягивающие напряжения в бетоне по сравнению с другими способами, уменьшить время выдерживания конструкций в опалубке на 25–30 %.

Ключевые слова: монолитные конструкции, шлакощелочные бетоны, тепловая обработка.

В последние пять лет в Челябинске наблюдается рост объемов промышленного и гражданского строительства. Увеличилась доля монолитных железобетонных конструкций в зданиях. Повышение темпов роста строительства возможно путем расширения сырьевой базы бетонов за счет использования отходов промышленности. Таким примером могут служить шлакощелочные бетоны, областью применения которых являются сборные бетонные и железобетонные конструкции (фундаментные блоки, плиты перекрытий и др.), монолитные несущие конструкции зданий (колонны, стены, плиты перекрытий).

Целью работы, проводившейся на кафедре технологии строительного производства ЮУрГУ, являлась разработка регламентов тепловой обработки монолитных конструкций из шлакощелочных бетонов. Одной из задач являлась разработка математических моделей, описывающих развитие температурных и прочностных полей в конструкциях, возникающих температурных напряжений.

Одним из эффективных способов тепловой обработки монолитных конструкций из шлакощелочных бетонов является комбинированный способ. Он включает предварительный разогрев бетонной смеси в емкости, укладку в опалубку, периферийный обогрев с использованием греющей опалубки. По сравнению с предварительным разогревом при использовании комбинированного способа меньше температурный перепад по сечению конструкции, а, значит, и температурные напряжения. Можно исключить возможность замерзания периферийных зон, углов конструкции.

Важным показателем при тепловой обработке бетона являются температурные напряжения, возникающие по сечению конструкции. Благоприятное термонапряженное состояние бетонный массив приобретает при использовании метода предварительного разогрева, когда температура бетона в центре конструкции больше, чем на периферии. В этом случае после набора прочности и последующем выравнивании температур по сечению

центр стремится уменьшить свои размеры больше, но крайние зоны препятствуют этому. Поэтому центр находится в состоянии растяжения, а крайние зоны на периферии сжаты. В сжатом бетоне меньше вероятность возникновения трещин, дефектов.

Нами проведены исследования влияния различных факторов на физико-механические свойства шлакощелочных бетонов. Установлено, что величина коэффициента линейного температурного расширения бетона зависит от расхода шлака и находится в пределах $(0,76-1,25) \cdot 10^{-5} 1/^\circ\text{C}$. Величина прочности шлакощелочного бетона на растяжение на 10–25 % больше, чем у бетона на портландцементе. Получены зависимости модуля упругости шлакощелочного бетона от состава и условий выдерживания.

Для определения напряжений в точке X поперечного сечения конструкции пользовались выражением

$$\sigma_{X,\tau} = \alpha E (t_{cp,\tau} - t_{X,\tau}) / (1 - \nu),$$

где $\sigma_{X,\tau}$ – температурное напряжение в точке X в момент времени τ , Мпа;

α – коэффициент линейного температурного расширения бетона, $1/^\circ\text{C}$;

E – модуль упругости бетона, Мпа;

$t_{cp,\tau}$ – средняя температура бетона по сечению конструкции в момент времени τ , $^\circ\text{C}$;

$t_{X,\tau}$ – температура бетона в точке с координатой X в момент времени τ , $^\circ\text{C}$;

ν – коэффициент Пуассона.

В ходе вычислений рассматривалось влияние следующих факторов: вид вяжущего – шлакощелочное и клинкерное; модуль поверхности конструкции – 3; 4; 6,7; 10 м^{-1} ; температура разогрева бетонной смеси – от 40 до 80°C ; коэффициент теплопередачи опалубки от 1 до $5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; температура наружного воздуха – от минус 5 до минус 30°C ; удельная мощность нагревателей греющей опалубки – от 25 до $400 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

После укладки в опалубку разогретой бетонной смеси периферийный обогрев рекомендуется начинать не сразу, а после окончания иррегулярного периода остывания. Этот период длится от 4 до 20 часов в зависимости от массивности конструкции.

После окончания иррегулярного периода остывания начинают обогрев с периферии. Удельную мощность нагревателей опалубки сначала назначают минимальной ($25 \text{ Вт}/\text{м}^2$).

Величина растягивающих напряжений в срединной плоскости определяется, главным образом, массивностью конструкции, видом вяжущего и удельной мощностью нагревателей опалубки. Растягивающие напряжения в центре и сжимающие в наружных слоях достигают наибольших значений ко времени окончания обогрева, когда наблюдается наибольший перепад температур по сечению. Так, при обогреве конструкции с модулем по-

верхности $6,7 \text{ м}^{-1}$ (например, стена толщиной $0,3 \text{ м}$) из шлакощелочного бетона через 12 часов с начала обогрева нагревателями мощностью 200 Вт/м^2 напряжения достигли $1,05 \text{ МПа}$, для бетона на клинкерном вяжущем эта величина составила $0,67 \text{ МПа}$. Данные приведены для коэффициента теплопередачи опалубки $\alpha_{\text{прив}} = 2 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°C)}$, температуры наружного воздуха $t_{\text{нв}} = -20 \text{ °C}$.

Величину растягивающих напряжений можно регулировать, задавая определенную мощность теплового потока. Уменьшение мощности нагревателей с 200 до 50 Вт/м^2 привело к снижению наибольшей величины напряжений с $1,05$ до $0,12 \text{ МПа}$.

Наблюдения над температурными деформациями в лабораторных условиях проводились с использованием моделей – бетонных пластин размером $0,8 \times 0,8 \times 0,2 \text{ м}$. Стальная греющая опалубка была оборудована сетчатым нагревателем и утеплена пенополиуретаном. Тепловая обработка модели конструкции предусматривала подъем температуры со скоростью 10 °C/ч , изотермическое выдерживание при 75 °C . После остывания цикл повторяли. Нагрев свежееуложенного бетона сопровождается деформациями растяжения до $170\text{--}175 \cdot 10^{-5}$. При повторном нагреве бетона температурные деформации не превысили $55\text{--}60 \cdot 10^{-5}$.

Предварительный разогрев бетонной смеси с последующим периферийным обогревом при 75 °C позволил уменьшить деформации теплового расширения в $1,8\text{--}1,9$ раз. Уровень растягивающих напряжений в срединной плоскости уменьшился в $1,7\text{--}1,9$ раз, на поверхности в $2,1\text{--}2,2$ раза по сравнению с периферийным обогревом.

Анализ результатов расчета, приведенных в таблице, позволяет сделать следующие выводы: величина напряжений, возникающих в бетоне при комбинированной термообработке, определяется массивностью конструкции и температурным градиентом в поверхностном слое. В исследуемом диапазоне мощности нагревателей зависимость напряжений от температурного градиента близка к линейной. Таким образом, задавая величину удельной мощности нагревателей опалубки, можно прогнозировать напряжения, возникающие в бетоне.

В соответствии с требованиями СНиП при использовании в зимнее время методов электропрогрева, обогрева в греющей опалубке скорость подъема температуры бетона должна быть не более $5\text{--}10 \text{ °C/ч}$ [1]. Если перед укладкой в опалубку смесь предварительно разогреть, можно уменьшить перепад температур бетона по сечению конструкции. При этом уменьшаются температурные напряжения. Это позволяет назначать более высокую скорость подъема температуры на поверхности конструкции. Рекомендуемые значения скоростей подъема температуры находятся в пределах $15\text{--}20 \text{ °C/ч}$.

Зависимость напряжений в бетоне
от температурного градиента и массивности конструкции

Температурный градиент, °С/см	Модуль поверхности, м ⁻¹			
	3	4	6,7	10
0,25	<u>0,32</u>	<u>0,24</u>	<u>0,16</u>	<u>0,13</u>
	0,33	0,22	0,13	0,11
0,50	<u>0,62</u>	<u>0,48</u>	<u>0,34</u>	<u>0,25</u>
	0,47	0,33	0,23	0,18
0,75	<u>0,90</u>	<u>0,68</u>	<u>0,50</u>	<u>0,39</u>
	0,62	0,46	0,33	0,26
1,00	<u>1,21</u>	<u>0,94</u>	<u>0,65</u>	<u>0,61</u>
	0,78	0,58	0,43	0,34
1,25	<u>1,49</u>	<u>1,19</u>	<u>0,84</u>	<u>0,62</u>
	0,94	0,71	0,52	0,42
1,50	<u>1,79</u>	<u>1,42</u>	<u>1,03</u>	<u>0,73</u>
	1,04	0,85	0,62	0,48

Примечание. Над чертой – сжимающие напряжения в поверхностном слое, МПа, под чертой – растягивающие напряжения в срединной плоскости, МПа.

Продолжительность возведения монолитных конструкций при использовании комбинированной тепловой обработки уменьшается на 25–30 % за счет сокращения времени выдерживания бетона в опалубке (по сравнению со способом периферийного обогрева). Экономический эффект складывается из снижения затрат на организацию и выполнение температурного контроля, утепление, электроэнергию. Затраты на электроэнергию по сравнению со способом электропрогрева снижаются на 10–20 %.

Шлакощелочные бетоны могут использоваться в современном строительстве наряду с бетонами на портландцементе. Стоимость шлакощелочных бетонов ниже за счет того, что основной компонент шлакощелочного вяжущего – молотый шлак – является отходом производства. Использование отходов промышленности является одним из направлений охраны окружающей среды.

Библиографический список

1. СНиП 3.03.01–87. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: Стройиздат, 1988. – 190 с.

ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕХНОЛОГИИ ФОСФАТНЫХ КЛЕЕВ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОГЛИНОЗЕМИСТЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Л.И. Латынова

Разработаны жаростойкие фосфатные материалы с использованием высокоглиноземистых отходов. Изучены основные свойства полученного материала, а также влияние добавок на температуру саморазогрева и текучесть клеевой композиции.

Ключевые слова: фосфаты, фосфатное связующее, огнеупорные порошки, фосфатный клей, огнеупоры

В современных технологических процессах металлургии очень важным является качество высокотемпературной футеровки различных тепловых агрегатов, выполненных из огнеупорных материалов. При выполнении футеровок из штучного огнеупора используются различные мертели на основе огнеупорной глины, жидкого стекла или фосфатных связок, обладающие невысокими физико-механическими свойствами. Повышение долговечности футеровки возможно при замене мертелей более эффективными материалами. К таким современным и прогрессивным материалам относятся клеи на основе фосфатных связующих, наносимые тонким слоем и твердеющие при температурах 150...250 °С, а также обладающие высокой адгезией к огнеупору [1].

Однако их использование ограничено как стоимостью, так и технологией – жидкие фосфатные связующие вытекают из шва, не имея необходимой вязкости, а смеси с огнеупорными порошками (фосфатные цементы) – имеют короткие сроки схватывания (в пределах нескольких часов) [1, 2].

Регулирование сроков схватывания фосфатных клеев возможно, изменяя активность фосфатного связующего и огнеупорного наполнителя. Активность связующего определяется концентрацией ортофосфорной кислоты (ОФК) и степенью замещения, так как готовые связующие достаточно дороги, целесообразно обеспечить переход части огнеупорного наполнителя в жидкую фазу клея. Наиболее эффективным направлением снижения стоимости является замена дорогостоящего дисперсного огнеупорного наполнителя высокодисперсными промышленными отходами глиноземистого и хромглиноземистого состава, так как фосфаты алюминия и хрома обеспечивают формирование прочной композиции при невысоких температурах и высокую огнеупорность.

В данной работе были использованы следующие сырьевые материалы – отходы нефтехимической промышленности – диалюминия триоксид с примесью дихром триоксида по ТУ 2123-093-16810126-2004 с удельной по-

верхностью 3400...6500 см²/г и отсеvy носителя катализатора производства ОАО «Катализатор» (г. Новосибирск) по ТУ 6-68-167-99 с удельной поверхностью 2200...2600 см²/г., шлак феррохромовый самораспадающийся по ТУ 0798-060-00186482-2006 «Шлаки глиноземсодержащие передельные» Ключевской обогатительной фабрики, ортофосфорная кислота 60 %-ной концентрации термическая по ГОСТ 10678, химический состав, которых приведен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав сырьевых компонентов

Тонкомолотая добавка	Содержание, %							
	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Cr ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	R ₂ O	п.п.п.
Отработанный катализатор ИМ-2201	71,60	12,03	12,10	0,70	–	1,3	0,76	1,19
Отсевы носителя катализатора	80–95	–	–	–	–	–	–	5–20
Каолин	37,0	0,4	–	0,15	–	0,7	0,8	13,7
ШФХ-А	30–56	4–15	10–18	23–28	12–20	–	–	–

Основные свойства сырья определялись по стандартным методикам и приведены в табл. 2.

Таблица 2

Свойства исходных материалов

Материал	Насыпная плотность, кг/м ³	Удельная поверхность, см ² /г	Огнеупорность, °С
Отсевы носителя катализатора ООО НПП «Крона-СМ»	1000	до 2500	свыше 2000
Отработанный катализатор ИМ-2201	1100	свыше 2100	свыше 1750
Шлак ШФХ-А	1350	1800	свыше 1600

Реакция взаимодействия любых глиноземсодержащих порошков с ОФК является экзотермической и тепловыделение способствует ускорению реакции. С целью ускорения процесса целесообразно вводить добавки, обеспечивающее умеренное тепловыделение (в пределах 40...45 град. С). К таким добавкам относится порошок магниальный каустический (ПМК) и шлак феррохромовый ШФХ-А.

На основе математической обработки данных были построены графики, в кодированных значениях, влияния добавок при разных составах на температуру саморазогрева (рис. 1–3).

$$M(X, Y) = 31,63 + 2,5x - 5,85y - 2,04x^2 + 0,71y^2 - 0,43xy$$

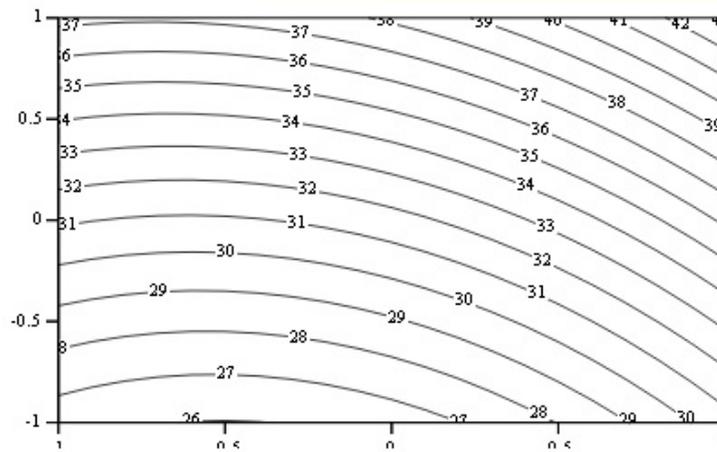


Рис. 1. Влияние добавки ПМК на температуру саморазогрева клеевой композиции (ПМК = 2 %, Ж/Т = 0,8)

$$M(X, Y) = 24,63 + 2,06x - 2,58y - 0,69x^2 - 0,49y^2 + 0,56xy$$

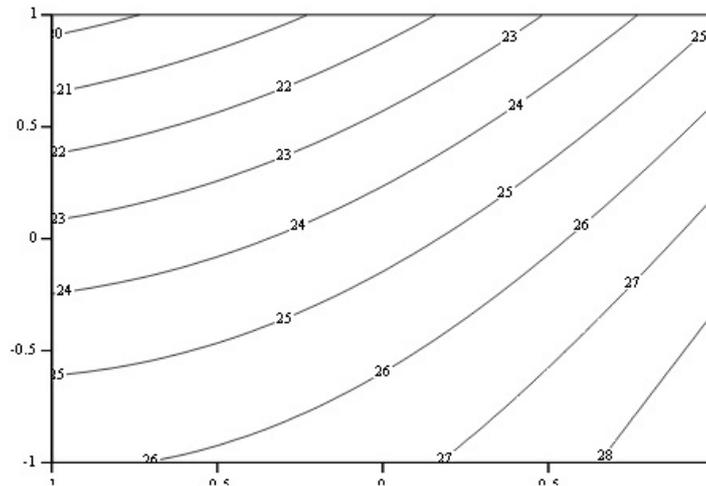


Рис. 2. Влияние добавки ПМК на температуру саморазогрева клеевой композиции (ПМК = 1 %, Ж/Т = 0,8)

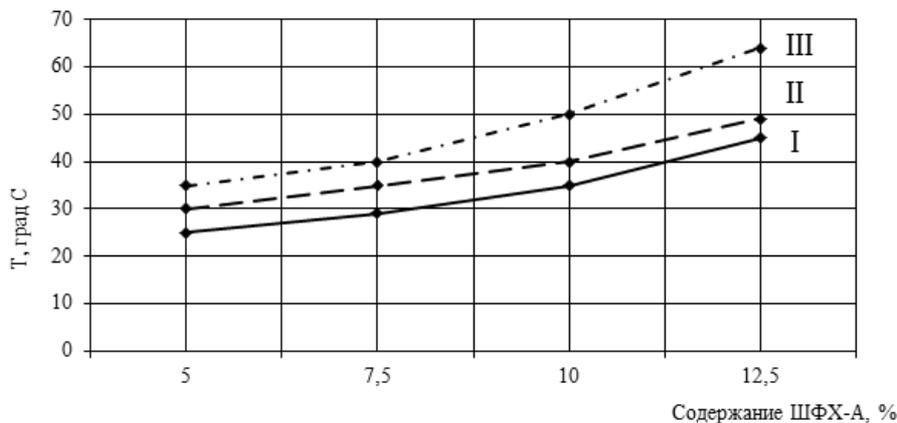


Рис. 3. Влияние добавки ШФХ-А на температуру саморазогрева клеевой композиции: I – 50 % катализатор + 50 % каолин, ж/т = 0,7; II – 75 % катализатор + 25 % каолин, ж/т = 0,5; III – 100 % катализатор, ж/т = 0,5

Клей представляет собой суспензию дисперсного огнеупорного порошка в жидкой фосфатной связке сложного состава с преобладанием кислых фосфатов алюминия и хрома. Текучесть, определяемая по расплыву клеевой композиции на вискозиметре Суттарда составляет 210...280 мм в зависимости от состава, ж/т отношения и количества вводимой добавки при концентрации ОФК 60 %, и сохраняется в течение 6...8 недель.

Фосфатный клей может использоваться в футеровках, эксплуатируемых при температуре до 1650 °С. Предел прочности при сдвиге после сушки составляет 1...2 МПа, после нагрева до температуры применения – 4...6 МПа. Состав продуктов твердения после обжига представлен корундом и фосфатами алюминия в кристобалитовой и тридимитовой форме.

Разработанный фосфатный клей применяется при выполнении кладки из различных штучных огнеупоров и для изготовления обмазок на основе шамота или корунда, обеспечивает снижение трудозатрат при выполнении ремонтных работ и расхода штучного огнеупора.

Библиографический список

1. Сычев, М.М. Неорганические клеи / М.М. Сычев. – Л.: Химия, 1986. – 152 с.
2. Вилшкерст, Я.Я. Огнеупорные клеи на основе отработанного алюмохромового катализатора и фосфатных связующих: автореферат дис. кандидататехн. наук / Я.Я. Вилшкерст. – Рига: Изд-во политехн. ин-та, 1988. – 14 с.

ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕТОНОВ В КАЧЕСТВЕ ЩЕБНЯ

О.А. Лунёва, В.А. Гурьева

В настоящее время в результате сноса устаревших и аварийных объектов, ветхого жилья, ремонта жилых и служебных помещений происходит накопление твердых строительных отходов, захоронение которых на полигонах требует новых площадей. В статье рассматриваются вопросы переработки конструкций и материалов (бетона, асфальтобетона, железобетонных конструкций) для вторичного использования в строительстве, дорожном хозяйстве и благоустройстве территорий.

Ключевые слова: строительные отходы; железобетонные конструкции; бетонный лом; дробление; вторичный щебень; строительные растворы.

Важнейшей проблемой во всем цивилизованном мире является утилизация строительных отходов. По данным Европейской ассоциации по сносу зданий, созданной в 1976 г., ежегодно на планете образуется около 2,5 миллиардов тонн строительных отходов, в том числе в Европе – 200 миллионов тонн.

В Республике Башкортостан в 2010 году по данным Госстатотчетности 2-тп (отходы) на 3934 предприятиях образовалось 787 видов отходов в количестве 47,01 миллионов тонн, в том числе в сфере строительства – 35,15 тысяч тонн [1].

Объем отходов в 2010 году по сравнению с 2009 годом вырос на 10,23 миллионов тонн. Увеличение произошло из-за возросших объемов добычи и переработки полезных ископаемых в республике. Темпы роста объема строительных отходов составляют до 25 % в год.

В настоящее время известны способы утилизации строительных отходов:

– захоронение бетонных конструкций за пределами населенных территорий, что имеет сложный технологический процесс и является экономически затратным решением, так же существуют проблемы отвода площадей для утилизации строительного мусора;

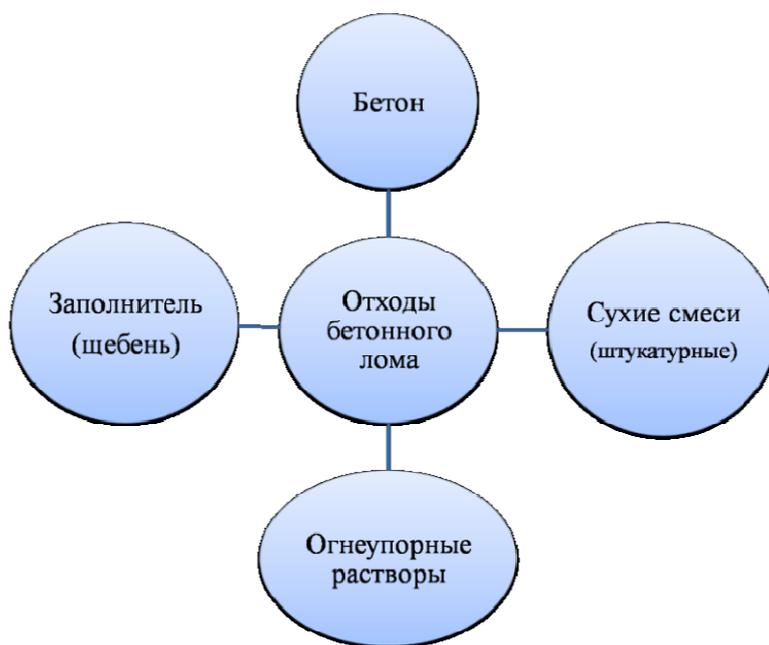
– переработка бетонных конструкций во вторичное сырье. Данное решение позволит минимизировать затраты по добычи природного сырья в карьерах.

Одним из видов отходов в строительной индустрии является бетонный лом.

Источником получения бетонолома могут служить отвалы бракованных изделий и производственные излишки, складываемые на территориях заводов изготовителей железобетонных и бетонных конструкций.

Бетонный лом может быть применен в качестве заполнителя (мелкого, крупного) после дробления бетонных конструкций при изготовлении бетонов более низких марок (по сравнению с исходным), сухих штукатурных смесей, огнеупорных растворов (см. рисунок).

На сегодняшний день на заводах железобетонных изделий и конструкций в Республике Башкортостан в качестве заполнителя бетона чаще используют щебень из природного гравия, в то время как в зарубежных странах активно используют вторичное сырье.



Возможное применение бетонного лома

В Англии и Германии при приготовлении бетонной смеси применяют в качестве крупного заполнителя бетонный лом, образовавшийся после разрушения зданий и сооружений во время второй мировой войны. В некоторых странах (Япония, Дания, Люксембург и др.) практически нет территорий для организации свалок или захоронений бетонного лома. Ряд стран работает на привозном щебне. Широкомасштабные эксперименты по изучению свойств вторичных заполнителей и бетонов на их основе проводятся в Японии с 1974 г. Многолетний опыт переработки бетона в США. Там более 10 лет ежегодно перерабатывается свыше 20 млн тонн бетонных отходов. По данным ряда американских фирм, при получении щебня из бетона расход топлива в 8 раз меньше, чем при его добыче в природных условиях, а себестоимость бетона на вторичном щебне на 25 % ниже [2].

Использование техногенных продуктов возможно только после их предварительной обработки с учетом их структуры и состава, а так же предъявляемых требований. Технология переработки бетонного лома включает следующие переделы:

- разрушение крупногабаритных конструкций;
- извлечение арматуры;
- дробление бетона;
- фракционирование дробленого заполнителя;
- проведение активации.

Не так давно и в России появились предприятия, перерабатывающие строительные отходы для вторичного использования, например в Санкт-Петербурге экохолдинг «Стопотход» производят вторичный щебень, получаемый дроблением строительных отходов, таких как:

- железобетон в кусковой форме;
- бетон в кусковой форме;
- строительный кирпич;
- строительный щебень, потерявший потребительские свойства;
- асфальтобетона или асфальтобетонной смеси в кусковой форме;
- керамика в кусковой форме;
- цемент в кусковой форме;
- асбоцемент в кусковой форме;
- битум, асфальт в твердой форме.

Получаемые материалы нашли применение при изготовлении щебеночных оснований под полы и фундаменты зданий; под асфальтобетонные покрытия дорог всех классов; в качестве крупного заполнителя в бетонах прочностью от 5 до 20 МПа; при производстве бетонных и железобетонных изделий; при отсыпке временных дорог; при подсыпке под все виды тротуарных дорожек; при подсыпке под автостоянки и асфальтированные площадки; для замены грунта при засыпке; под фундаментное основание; в ландшафтной архитектуре. Так же возможно применение молотых отходов бетона в качестве низкомарочного вяжущего или уплотняющей добавки в сухих строительных смесях и растворах.

Важнейшими характеристиками строительных растворов являются долговечность, удобоукладываемость и подвижность. Для производства строительных растворных смесей с требуемыми технологическими свойствами используются различные модифицирующие добавки, наполнители, а так же увеличивается расход вяжущего, что влечет за собой увеличение его себестоимости. Поэтому экономически выгодным решением при производстве растворов и смесей является применение вторичного сырья. Наиболее подходящими материалами техногенного происхождения являются – золы-уноса, шлаки, бетонный лом, рисовая шелуха, микрокремнезем, а так же отходы химического производства.

Однако вторичный щебень содержит значительное количество растворной составляющей. Контактная зона между исходным зерном щебня и раствором, являющаяся наименее прочным и наиболее пористым звеном в бетоне, значительно снижает физико-механические показатели такого щебня [3].

Улучшение показателей получаемого щебня можно добиться разрушением слабых зерен и удалением остатков цементного камня путем самоизмельчения в смесительных установках или вымыванием остатков цементного камня с помощью химических реактивов.

Современные технологии измельчения, применение суперпластификаторов и других модификаторов при переработке техногенного сырья открывают новые перспективы при производстве из них эффективных строительных материалов и изделий.

Использование отходов бетонного лома в производстве материалов и конструкций позволит экономить на энергоресурсах, сберечь природные ресурсы и освободить территории, используемые в качестве отвалов бетонного лома.

Библиографический список

1. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2010 году. – Уфа, 2011. – 343 с.
2. Кальгин, А.А. Морозостойкость бетона на вторичном щебне и способы улучшения качества вторичного щебня для повышения морозостойкости бетонов на вторичном щебне / А.А. Кальгин [и др.] // СРІ «Международное бетонное производство». – 2008. – № 4. – С. 23–25.
3. Фахратов, М.А. Вторичное использование бетонов в строительстве / М.А. Фархатов [и др.] // ООО Издательский Дом «СтройПром». – 2013. – С. 18–20.
4. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учеб. пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – Ростов на/Д.: Феникс, 2007. – 368 с.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН ПЕРВИЧНОГО ЖИЛЬЯ Г. ЧЕЛЯБИНСКА МЕТОДОМ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ

И.В. Малев, Н.В. Шилоносова

По результатам проведенных исследований были получены двенадцать моделей прогнозирования, построенных на основе метода экспоненциального сглаживания в программном комплексе *STATISTICA*. Подбор параметров каждой позволил выбрать среди них наиболее адекватную, имеющую минимальную ошибку. Итогом исследования стали прогнозные цены первичного жилья г. Челябинска на ближайшие полгода.

Вопросы моделирования и прогнозирования важнейших показателей рынка недвижимости становятся все более актуальными. Это связано с тем, что в периоды системных кризисов значимость и эффективность принимаемых решений определяется их будущими последствиями, которые невозможно оценить, не предвидев, каким это будущее будет.

С точки зрения возможности прогнозирования этот период характеризуется повышенной неопределенностью, когда последующее поведение тех или иных показателей рынка сложно предугадать.

Конечно, любая будущая ситуация является весьма неопределенной. Поэтому не существует способов, позволяющих точно «угадать» ее развитие. Вместе с тем известно множество приемов, методов и соответствующих средств, позволяющих обнаружить тенденции, логику развития тех или иных процессов и на основе сопоставления с прошлым предсказать характеристики наиболее вероятного варианта развития событий.

В качестве основного инструментария для этого обычно используются методы анализа *временных рядов*, основанные на анализе развития подобных явлений в прошлом. Основу прогноза составляет анализ динамики процессов, обнаружение и детальное изучение взаимосвязей между явлениями, сопровождающих эти процессы, выявление устойчивых закономерностей на рынке.

Для построения прогнозов нами был применен метод экспоненциального сглаживания. Его отличительной особенностью является то, что членам ряда приписываются веса, экспоненциально убывающие с увеличением давности (возраста) наблюдения.

Точная формула простого экспоненциального сглаживания имеет следующий вид:

$$S_t = \alpha \cdot X_t + (1 - \alpha) \cdot S_{t-1},$$

где S_t – сглаженное значение периода t ;

α – параметр сглаживания;

X_t – фактическое значение временного ряда;

S_t – сглаженное значение периода $(t - 1)$.

Когда эта формула применяется рекурсивно, то каждое новое сглаженное значение (которое является также и прогнозом) вычисляется как средневзвешенное текущего наблюдения и сглаженного ряда. Очевидно, что результат сглаживания зависит от параметра α (*альфа*). Если α равно 1, то предыдущие наблюдения полностью игнорируются. Если α равно 0, то игнорируются текущие наблюдения. Значения α между 0 и 1 дают промежуточные результаты.

В дополнение к простому экспоненциальному сглаживанию были рассмотрены более сложные модели, включающие сезонную компоненту и тренд. Общая идея таких моделей состоит в том, что прогнозы вычисляются не только по предыдущим наблюдениям (как в простом экспоненциальном сглаживании), но и с некоторым запаздыванием, что позволяет независимо оценить тренд и сезонную компоненту.

При этом возможно получить различные модели, например, с учетом сезонности (сезонность отсутствует, присутствует аддитивная сезонность или мультипликативная) или с учетом тренда (тренд отсутствует, линейный тренд, экспоненциальный или демпфированный). Если с перечисленными видами тренда ситуация понятна, то особенности **аддитивной и мультипликативной сезонности раскроем более подробно.**

Многие временные ряды имеют сезонность. Например, продажи квартир имеют спады в январе, феврале и в августе. Эта периодичность имеет место каждый год. Однако относительный размер продаж может слегка изменяться из года в год. Таким образом, имеет смысл экспоненциально сгладить сезонную компоненту с дополнительным параметром, обычно обозначаемым как δ (*дельта*). Сезонные компоненты, по природе своей, могут быть аддитивными или мультипликативными. Например, в течение декабря продажи определенного вида квартир увеличиваются на 1 миллион долларов каждый год. Для того чтобы учесть сезонное колебание, можно добавить в прогноз на каждый декабрь 1 миллион долларов (сверх соответствующего годового среднего). В этом случае сезонность – аддитивная. Альтернативно, пусть в декабре продажи увеличились на 40 %, т. е. в 1,4 раза. Тогда, если общие продажи малы, то абсолютное (в долларах) увеличение продаж в декабре тоже относительно мало (процент роста константа). Если в целом продажи большие, то абсолютное увеличение продаж будет пропорционально больше. В этом случае продажи увеличатся в определенное число раз и сезонность будет мультипликативной (в данном случае мультипликативная сезонная составляющая была бы равна 1,4). На графике различие между двумя видами сезонности состоит в том, что в

аддитивной модели сезонные флуктуации не зависят, тогда как в мультипликативной модели зависит от значений временного ряда.

Кроме сезонной компоненты в процесс экспоненциального сглаживания может дополнительно включаться компонента тренда. Параметр обозначается γ (гамма) – для линейного и экспоненциального тренда, ϕ (фи) – для демпфированного тренда (с насыщением). Сглаживание ее производится в каждый момент времени независимо от других компонент. Если γ равно 0, то тренд постоянен для всех значений временного ряда (и для всех прогнозов). Если γ равно 1, то тренд «максимально» определяется ошибками наблюдений. Параметр ϕ учитывает, как сильно изменяется тренд, т.е. как быстро он «демпфируется» или, наоборот, возрастает.

В качестве объекта прогнозирования нами были выбраны цены на первичное жилье г. Челябинска начиная с января 2008 г. по март 2013 г. (63 значения). Временной ряд цен представлен на рис. 1 сплошной линией. Пунктирной линией показан выделенный из исходных данных тренд цикл.

Как видно из графика при максимуме цен летом 2008 г. произошло их падение к зиме 2010 г. до минимума и к настоящему времени цены, совершая колебания с различной амплитудой, поднимаются вверх.

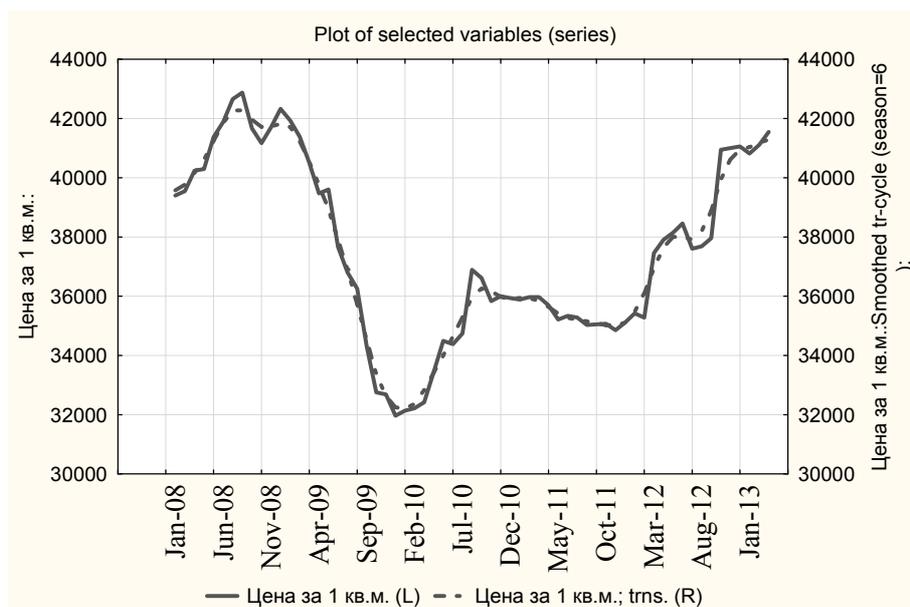


Рис. 1. Временной ряд цен на первичную недвижимость г. Челябинска

По графику можно определить, что цены совершают колебания с периодичностью около 6 месяцев. Однако однозначный вывод по поводу какого-то определенного тренда и ярко выраженной сезонности сделать нельзя.

Поэтому нами были построены все вышеназванные двенадцать моделей прогнозирования, построенные на основе метода экспоненциального сглаживания. А для окончательного выбора модели и оценки качества подгонки параметра α нами была использована средняя абсолютная относитель-

ная ошибка. Она лучше всего подходит для оценки всего ряда в целом. В случае ее применения отрицательные и положительные относительные ошибки не будут подавлять друг друга. Кроме этого данная мера более выразительна, чем среднеквадратическая ошибка.

Численные расчеты и графическое отображение результатов были сделаны в программном комплексе STATISTICA в процедуре *Экспоненциальное сглаживание* модуля *Анализ и прогнозирование временных рядов*. Результаты подгонки представлены в таблице (табл. 1). Следует отметить, что найденные ошибки качества модели были сделаны уже после **автоматического подбора наилучшего значения** параметра α для каждой модели временного ряда.

Таблица 1

Средняя абсолютная относительная ошибка для моделей, %

Модели, включающие сезонную компоненту и тренд	Сезонность отсутствует	Аддитивная сезонность	Мультипликативная сезонность
Тренд отсутствует	1,5193904	1,5598728	1,5428746
Линейный тренд	1,4356397	1,5173827	1,4976524
Экспоненциальный	1,4632167	1,5667947	1,5813481
Демпфированный	2,0070734	1,5350887	1,5155838

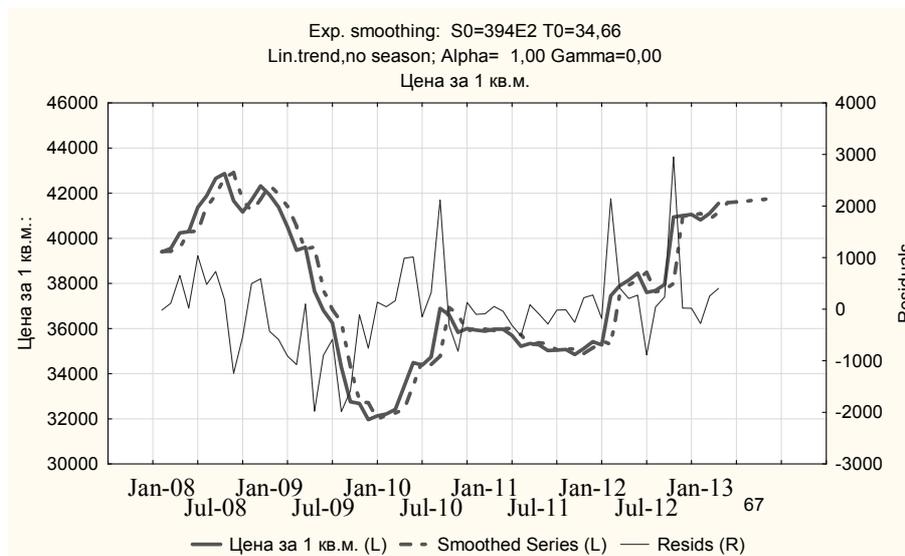


Рис. 2. Результаты прогноза цен

Согласно таблице наименьшая ошибка прогноза будет в случае применения модели с линейным трендом и отсутствием сезонности (расхождение теоретических и фактических значений на уровне 1,44 %). Поэтому свой полугодовой прогноз цен на рынке первичного жилья сделаем по данной модели, а полученные результаты представим графически (рис. 2).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ДОЛОМИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО

А.В. Носов, Т.Н. Черных, Л.Я. Крамар, Е.А. Гамалий

Рассмотрены перспективы производства доломитового вяжущего. Исследована возможность получения вяжущего из доломитовых пород. Установлено, что в производстве доломитового вяжущего эффективно применение интенсификаторов обжига.

Ключевые слова: доломит, доломитовое вяжущее, интенсификация обжига.

Магнезиальные материалы обладают рядом достоинств: высокой технологичностью, быстрым набором прочности без тепловой обработки, низкой истираемостью, беспыльностью, высокой биостойкостью, безыскристостью.

В настоящее время известны технологии получения минеральных вяжущих из высокомагнезиального сырья – магнезитов и бруситов, однако они используются в более рентабельном производстве огнеупоров. В то же время, наша страна богата запасами природного доломита, который так же является сопутствующей породой в огнеупорном производстве и накапливается в отвалах, оказывая антропогенную нагрузку на окружающую среду. В связи с этим исследования в области получения вяжущего на основе доломитов являются своевременными и актуальными.

Целью данной работы является получение вяжущего на основе доломитового сырья.

Многолетние исследования возможности получения вяжущего из доломитов показали, что необходимым условием для этого является разложение при нагревании только магниевой составляющей породы $MgCO_3$ без декарбонизации $CaCO_3$. Это связано с тем, что при термическом разложении $CaCO_3$ образуется известь, в дальнейшем приводящая к разрушению получаемого при гидратации камня.

Несмотря на меньшее содержание MgO в доломитовом вяжущем в сравнении с магнезиальным вяжущим из магнезита и брусита, многие исследователи сообщают о возможности получения высокопрочного доломитового вяжущего при строгом соблюдении режима обжига в узких температурных интервалах [1, 2], что невозможно при промышленном производстве качественного вяжущего на основе доломитов.

Для исследования возможности получения вяжущего был проведен обжиг доломитовой породы при температурах от 650 °С до 900 °С с шагом в 50 °С. Продукт обжига затворяли водным раствором бишофита с плотностью 1,2 г/см³ до получения теста нормальной густоты. Изготавливали образцы-кубы с ребром 2 см для изучения изменения прочности в возрасте

до 28 суток, и образцы-лепешки для определения равномерности изменения объема в соответствии с ТУ 5744-001-60779432-2009 «Магнезиальное вяжущее строительного назначения. Технические условия».

Полученные результаты показали, что наибольшей прочности в марочном возрасте достигает вяжущее, полученное обжигом при 750 °С, что связано с наибольшим содержанием MgO, однако для него характерно неравномерное изменение объема при твердении. Резкое снижение прочности с повышением температуры обжига связано с образованием CaO, о чем также свидетельствует изменение характера растрескивания образцов.

Таблица 1

Результаты определения равномерности изменения объема
и предела прочности при сжатии в разных возрастах

Температура обжига, °С	Равномерность изменения объема	Пределы прочности при сжатии, МПа в возрасте			
		1 сут.	3 сут.	7 сут.	28 сут.
650	без трещин	3,2	5,5	9,1	10,5
700	сетка трещ.	7,3	13,1	15,9	19,1
750	сетка трещ.	7,7	16,7	21,2	21,6
800	трещ. по краю	0,4	3,4	5,6	10,1
850	растворение образца	0,0	0,6	1,8	2,3
900	растворение образца	0,1	0,6	1,4	1,9

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что для получения качественного вяжущего из доломитовых пород необходимо увеличение температурного интервала между декарбонизацией MgCO₃ и CaCO₃.

По результатам исследований и проведенного литературного обзора была сформулирована рабочая гипотеза о том, что наиболее перспективным путем решения данной проблемы будет применение добавок-интенсификаторов обжига [3–5].

Для выбора наиболее эффективного интенсификатора был проведен эксперимент, в ходе которого сравнивали действие разных добавок на доломитовую породу в одинаковых условиях. Для проведения эксперимента использовали железный купорос (ГОСТ 6981–94), медь уксуснокислая (ГОСТ 5852–79), магнезия нитрат семиводный (ГОСТ 11088–75), цинк уксуснокислый (ГОСТ 5823–78), хлорид натрия (ТУ 9102-002-00352816-2004), хлорид магнезии шестиводный (ГОСТ 7759–73), сода пищевая (ГОСТ 2156–73), шлак карналлитовых хлоратов (отход производства металлического магнезия) – ШКХ (ТУ 1714-457-05785388-99).

Результаты термического анализа показали, что максимально расширить интервал разложения $MgCO_3$ и $CaCO_3$ позволяют добавки шестиводного хлорида магния, гидрокарбоната натрия и шлама карналлитовых хлораторов.

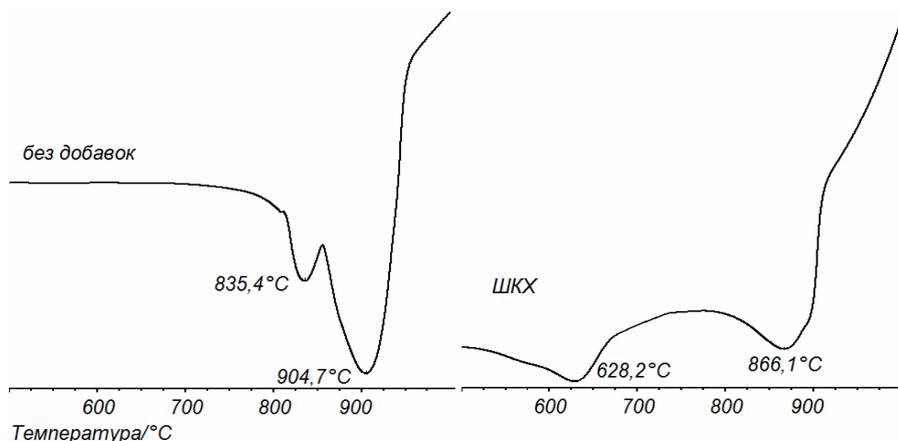


Рис. 1. Дериватограммы доломитовой породы без добавок и с добавкой ШКХ

Для дальнейших исследований в качестве добавки-интенсификатора был выбран шлам карналлитовых хлораторов (далее ШКХ), являющийся отходом производства металлического магния.

Проведенный рентгенофазовый анализ показал, что при введении добавки ШКХ фазы кальцита и оксида магния начинают формироваться уже при 500 °С, это на 250 °С меньше, чем в случае с бездобавочным доломитом. С повышением температуры фаза доломита постепенно сменяется кальцитом и MgO. При 670 °С начинается уменьшение высоты пиков кальцита и к 720 °С на рентгенограмме можно обнаружить только отражения MgO. Начало формирования оксида кальция можно наблюдать при температуре 670 °С, в этом же интервале начинают уменьшаться отражения кальцита.

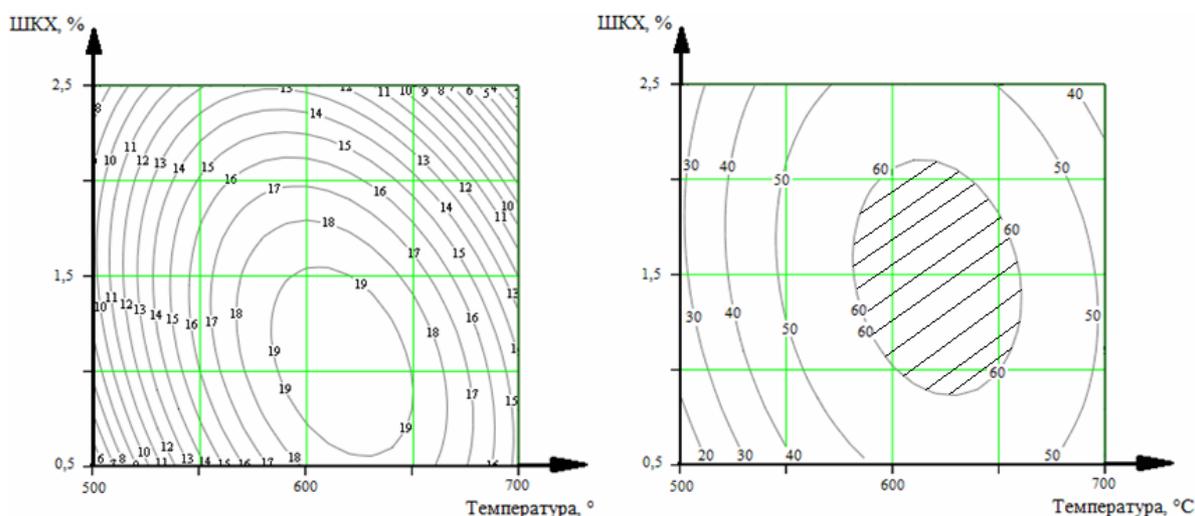


Рис. 2. Зависимость предела прочности при сжатии (МПа) от температуры обжига и количества добавки в 1 и 28 сутки твердения

Для определения влияния ШКХ, как добавки-интенсификатора, на основные физико-механические характеристики получаемого вяжущего был спланирован и реализован двухфакторный эксперимент. В качестве варьируемых факторов были выбраны температура обжига и количество добавки. Полученные результаты показали, что наибольшая прочность образцов во всех возрастах достигается при твердении вяжущего, полученного обжигом при температурах 580...660 °С с количеством добавки ШКХ 1...2 %. Также для этого диапазона характерно равномерное изменение объема при твердении.

Таким образом, в результате проведенной работы: Получено доломитовое вяжущее с равномерным изменением объема, достигающее прочности при сжатии не менее 60 МПа к марочному возрасту. Температурный интервал, в котором можно получить качественное доломитовое вяжущее, при введении добавок расширяется до 80 °С, что позволит исключить разложение кальцита и выпускать вяжущее практически на любом обжиговом оборудовании.

Проведенные исследования позволят в дальнейшем разработать технологию получения доломитового вяжущего, расширить номенклатуру вяжущих веществ и наладить их производство из местного минерального сырья. Это позволит утилизировать накопленные в отвалах доломиты и шламы карналлитовых хлораторов, что существенно снизит антропогенную нагрузку на окружающую среду в районах размещения этих отходов и себестоимость строительных материалов.

Библиографический список

1. Бутт, Ю.М. Высокопрочный магнезиально-доломитовый цемент / Ю.М. Бутт, Б.Н. Богомолов, Л.И. Дворкин // Вяжущие материалы Сибири и Дальнего востока. – Новосибирск: Академия наук СССР, Сибирское отделение, изд-во Наука. – 1970. – 179 с.
2. Бирюлева, Д.К. Влияние продолжительности обжига доломита и структурных особенностей MgO и $MgCl_2 \cdot 3Mg(OH)_2 \cdot 8H_2O$ на прочность и водостойкость доломитового цемента / Д.К. Бирюлева, Н.С. Шелихов, Р.З. Рахимов // Известия вузов. Строительство. – 2000. – № 4. – С. 32–37.
3. Кузьменков, М.И. Интенсификация процесса декарбонизации доломита солевыми добавками / М.И.Кузьменков, Е.В. Марчик, Р.Я. Мельникова // Работа в рамках ГКПНИ «Химические реагенты и материалы». – Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2009. – 9 с.
4. Энергосбережение при получении магнезиального вяжущего строительного назначения / А.А. Орлов, Т.Н. Черных, Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов // Строительные материалы –2011. – № 8 (680). – С. 58–61.

КОМПЛЕКСНАЯ ДОБАВКА ДЛЯ МАГНЕЗИАЛЬНОГО ВЯЖУЩЕГО

А.А. Орлов, А.В. Аникина, Е.А. Дорохова

В статье рассматривается вопрос модифицирования сырьевой смеси для производства СМЛ с помощью комплексной добавки (замедлитель схватывания + ускоритель твердения). Выявлено, что Разработана комплексная добавка для магнезиального вяжущего, которая замедляет начало схватывания магнезиального вяжущего на 157 %. и при этом марочная прочность магнезиального вяжущего при изгибе увеличивается на 50 %

Ключевые слова: СМЛ, стекломагнезиальный лист, магнезиальное вяжущее, модифицирующие добавки, ускорение твердения, замедление схватывания.

В настоящее время отмечается тенденция к значительному ускорению темпов строительного производства при обеспечении высокого качества возводимого жилья и максимально возможном ресурсосбережении. В связи с этим строительная индустрия испытывает потребность в современных, экологичных материалах с высокими физико-механическими свойствами. К ним можно отнести материалы на основе магнезиального вяжущего, имеющие высокую прочность в ранние сроки твердения в естественных условиях, что делает их более энергоэффективными по сравнению с цементными материалами за счет отказа от тепловлажностной обработки. Кроме того, магнезиальные материалы препятствуют размножению бактерий и грибков, что делает их применение предпочтительным при внутренней отделке помещений.

Одним из новых отделочных материалов на основе магнезиального вяжущего является стекломагнезиальный лист (СМЛ) – это листовой материал основой, которого является легкий магнезиальный бетон, армированный снизу и сверху стеклосеткой. Легкий бетон получается твердением смеси, включающей: магнезиальное вяжущее, водный раствор бишофита, микронаполнитель (тальк, микрокальцит), легкие заполнители (опилки и/или перлит), в некоторых случаях – пена. Лицевая поверхность листа армируется стеклосеткой с покрытием ее ламинирующим составом либо без него. Ламинирующий состав получают из магнезиального вяжущего, раствора бишофита, микронаполнителя. Тыльная сторона листа армируется стеклосеткой и, в некоторых случаях, нетканым материалом (спанбонд).

Стекломагнезиальные листы обладают высокими физико-механическими и технико-эксплуатационными свойствами: высоким пределом прочности при изгибе – не менее 17 МПа, повышенным коэффициентом

размягчения не менее 0,9, классом пожарной опасности – НГ, значительным коэффициентом паропроницаемости – не менее 0,07 мг/(м·ч·Па). Такие характеристики СМЛ определяют широкий спектр их применения для внутренней отделки помещений с любым температурным и влажностным режимом, производители так же рекомендуют применять этот материал для наружной отделки и отделки пожарных выходов.

На большинстве существующих технологических линий для производства СМЛ используются смесители периодического действия. После приготовления в таких смесителях готовая смесь хранится в промежуточном бункере в среднем от 10 минут до получаса, откуда постепенно подается на формовку. В процессе выработки смесь может значительно изменять свою подвижность и даже схватываться, что негативно отражается не только на внешнем виде СМЛ, но и на их физико-механических характеристиках. До 50 % брака при производстве СМЛ происходит по причине недостаточной сохраняемости подвижности смеси.

Эту проблему можно решить регулированием сроков схватывания магнезиального вяжущего, что позволит увеличить сохраняемость подвижности смеси для производства СМЛ. Регулировать сроки схватывания возможно применяя химические добавки – замедлители схватывания. Однако, использование добавок-замедлителей может привести к снижению прочности готовых листов. Устранить этот негативный эффект можно введением добавки ускорителя-твердения магнезиального вяжущего.

Таким образом, решением проблемы регулирования свойств смеси для производства СМЛ может являться использование комплексной добавки, которая позволит увеличить сохраняемость смеси за счет компонента, замедляющего схватывание и при этом позволит изделию нормально твердеть и набирать прочность за счет компонента, ускоряющего твердение.

Цель настоящей работы: разработать комплексную модифицирующую добавку (замедлитель схватывания + ускоритель твердения) для магнезиального вяжущего.

Для достижения поставленной цели необходимо реализовать следующие задачи:

1. На основе литературного обзора выбрать химические добавки способные регулировать сроки схватывания магнезиальных и других вяжущих.
2. Выявить наиболее эффективные добавки-замедлители схватывания магнезиального вяжущего и оценить их влияние на свойства вяжущего.
3. Определить наиболее эффективные добавки-ускорители твердения магнезиального вяжущего и оценить их влияние на свойства вяжущего.

Для проведения предварительного эксперимента были выбраны добавки теоретически способные регулировать сроки схватывания магнезиального вяжущего. Добавка-замедлитель должна в наибольшей степени за-

медлить начала схватывания магниезального вяжущего. А добавка-ускоритель должна в наибольшей степени увеличить предел прочности при сжатии во все сроки твердения. В ходе предварительного эксперимента определены свойства магниезального вяжущего (ПМК-75) без добавок (контрольный состав) и с выбранными добавками. Свойства магниезального вяжущего без добавок представлены в табл. 1.

Таблица 1

Свойства магниезального вяжущего (ПМК 75)

Начало схватывания, мин	Конец схватывания, мин	Сутки	Прочность при сжатии, МПа	Прочность при изгибе, МПа
70	130	1	37,6	7,5
		3	56,5	11,1
		28	71,4	13,7

В ходе эксперимента изготавливали образцы балочки 4×4×16 см из теста магниезального вяжущего нормальной густоты, которое получали затворением магниезального вяжущего раствором бишофита плотностью 1,2 г/см³. На тесте вяжущего определяли сроки схватывания, у камня вяжущего определяли предел прочности при изгибе и сжатии в 1, 3, 28 сутки твердения, равномерность изменения объема, все свойства контролировали по ТУ 5744-001-60779432-2009 [1].

В ходе предварительного эксперимента были выбраны две наиболее эффективные добавки: хлорид железа (FeCl₃) как ускоритель твердения – повышает предел прочности при сжатии в 28 сутки на 14 %; и хлорид марганца (MnCl₂) как замедлитель схватывания – способствует замедлению сроков схватывания на 71 %, однако снижает предел прочности при сжатии в 28 сутки на 15 %. В комплексе эти добавки, вероятно, смогут регулировать свойства смеси и готовых листов, повысить эффективность производства, снизить количество брака при производстве СМЛ.

На основе данных полученных в ходе предварительного эксперимента был спланирован и реализован двухфакторный эксперимент. Варьируемыми факторами являлись: первый – дозировка шестиводного хлорида железа 0,25; 0,75; 1,25 % от массы вяжущего, второй – четырехводного хлорида марганца 0,25; 0,75; 1,25 % от массы вяжущего. Испытания проводили аналогично предварительному эксперименту. Наиболее эффективная комплексная добавка должна максимально замедлять начало схватывания магниезального теста, не снижая марочной прочности магниезального вяжущего.

В ходе эксперимента выявлено, что наиболее эффективным является магниезальное вяжущее модифицированное добавкой, включающей 0,25 % шестиводного хлорида железа и 0,75 % четырехводного хлорида марганца.

Все составы характеризуются равномерностью изменения объема. Свойства оптимального состава в сравнении с бездобавочным вяжущим представлены в табл. 2.

Таблица 2

Свойства магнезиального вяжущего с оптимальной добавкой и без добавок

Вид состава	Начало схватывания, мин	Предел прочности, МПа					
		1 сутки		3 сутки		28 сутки	
		изгиб	сжатие	изгиб	сжатие	изгиб	сжатие
Без добавок	70	7,4	37,8	10,3	56,5	12,0	71,4
С оптимальной добавкой	180	6,3	29,6	8,0	49,4	18,0	68,5

Из данных представленных в табл. 2 можно сделать вывод, что оптимальная комплексная добавка позволяет замедлить сроки схватывания магнезиального вяжущего на 157 %, при этом предел прочности при сжатии в 28 суток снижается незначительно на 3 %, а при изгибе (что наиболее важно для СМЛ) – возрастает на 50 %. Таким образом, разработанная комплексная добавка в полной мере удовлетворяет решению поставленной задачи – замедлить сроки схватывания без снижения марочной прочности.

Выводы

1. Выявлены добавки-ускорители и замедлители способные изменять сроки схватывания минеральных вяжущих.

2. Выбрана наиболее эффективная добавка-замедлитель схватывания магнезиального вяжущего – хлорид марганца, которая увеличивает сроки схватывания на 71 %, но при этом снижает прочность камня магнезиального вяжущего.

3. Выбрана наиболее эффективная добавка-ускоритель твердения магнезиального вяжущего – хлорид железа, которая не оказывает влияния на начало схватывания вяжущего и повышает его прочность, что позволит нивелировать падение прочности при использовании добавки-замедлителя.

4. Разработана комплексная добавка для магнезиального вяжущего, которая замедляет начало схватывания магнезиального вяжущего на 157 %. и при этом марочная прочность магнезиального вяжущего при изгибе увеличивается на 50 %.

Библиографический список

1. ТУ 5744-001-60779432-2009 «Магнезиальное вяжущее строительного назначения. Технические условия» – Нижний Тагил: ООО «Тагильский огнеупорный завод», 2009. – 7 с.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УЧЕТА ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ
ПРИ КОЛЕБАНИЯХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ***А.Н. Потапов*

Предложена математическая модель механизма демпфирования, ответственного за потерю энергии в колебательной системе. В этом механизме задействованы две группы сил (силы внутреннего трения и силы внешнего сопротивления), неравнозначные по своему вкладу в доли отводимой энергии.

Ключевые слова: конструкция, колебание, диссипация, коэффициент потерь, энергия, силы сопротивления, масса, жесткость.

Колебания строительных конструкций сопровождаются необратимыми потерями некоторой части энергии (в виде ее рассеяния во внешнюю среду), вследствие чего свободные колебания являются затухающими. Проблема учета отводимой от системы энергии представляет исключительно сложную задачу динамики сооружений. Построение механизмов учета сил сопротивления, несмотря на обилие существующих моделей демпфирования [1], является актуальной и практически важной задачей.

В статье предлагается вариант построения модели демпфирования в рамках теории вязкоупругого сопротивления. Обоснованием для построения модели служит известный факт о неравномерности мощности диссипации энергии в пределах периода колебаний [2].

Для построения механизма учета потерь энергии воспользуемся известным коэффициентом потерь γ , характеризующим относительную величину потерь энергии, отнесенную к одному радиану. При малом демпфировании влияние сил сопротивления сказывается лишь в окрестности резонансных зон. Поэтому, используя коэффициент потерь на резонансной частоте ω , для системы с одной степенью свободы будем иметь [2]:

$$\gamma = \frac{c\omega}{r} = \frac{c}{m\omega}. \quad (1)$$

Здесь m , r , c – характеристики одномассовой системы: масса, коэффициент жесткости и коэффициент влияния затухания соответственно; ω – частота собственных колебаний системы.

Из анализа первой части равенства (1) $\gamma = c\omega / r$ следует, что отвод энергии в системе происходит внутри самой системы из-за рассеяния энергии. Это явление создается силами неупругого сопротивления, возникающими в результате внутреннего трения в материале конструкции. Таким образом, причиной данного вида энергопотерь являются развивающиеся (совместно с упругими силами) силы внутреннего трения, тесно связанные с потенциалом упругих сил, на что указывает коэффициент жесткости r .

Анализ 2-й части равенства (1) $\gamma = c / (m\omega)$ показывает, что энергия отводится за счет аэродинамического сопротивления (трения о среду). Этот вид трения относится к силам внешнего сопротивления [3] и связан с кинетической энергией (КЭ) системы, о чем говорит наличие массы m . Силы внешнего сопротивления, вследствие большой жесткости конструкции и малых скоростей масс, оказывают гораздо меньшее влияние на демпфирование колебаний, чем силы внутреннего трения. Поэтому эти силы зачастую не учитываются в расчетах, что нельзя признать оправданным.

Отсюда общие потери энергии представимы в виде суммы 2 составляющих отводимой энергии, регулируемой весовым параметром ($\alpha < 1$):

$$\gamma = \alpha \frac{c\omega}{r} + \beta \frac{c}{m\omega} \quad (\alpha + \beta = 1). \quad (2)$$

Первое слагаемое характеризует относительную величину потерь, связанных с силами внутреннего трения, второе – с силами внешнего сопротивления. Безразмерные коэффициенты α и β отвечают за вклад отводимой энергии, приходящийся на потенциальную энергию (ПЭ) и КЭ соответственно (α – весовой параметр энергии диссипации).

Записывая коэффициент влияния затухания в виде суммы $c = c' + c''$, где $c' = \alpha\gamma r/\omega$, $c'' = \beta\gamma m\omega$, будем иметь

$$c = \alpha\gamma \frac{r}{\omega} + (1 - \alpha)\gamma m\omega \quad (\alpha < 1). \quad (3)$$

При $\alpha = 1$ получим величину $c = \gamma r/\omega$, которую c можно рассматривать как реактивный импульс (РИ), создаваемый реактивным усилием r за отрезок $t = \gamma T/2\pi$, где $T/2\pi$ – время колебания, отвечающее фазовому углу в 1 радиан. Для строительных систем $\gamma \leq 0,3$ [3], поэтому время действия РИ $t \leq T/20$ характерно для мгновенного импульса. При $\alpha = 0$ из (3) следует: $c = \gamma m\omega$ – суть РИ массы m при ее движении с частотой колебаний $\nu = \gamma\omega$.

Таким образом, оба слагаемых в (3) имеют смысл РИ и описывают различные механизмы расхода энергии. Один механизм моделируется силами внутреннего трения, возникающими в деформируемой системе благодаря наличию ПЭ, на что указывает величина r . Другой – силами внешнего сопротивления, развивающимися вследствие КЭ движения массы m .

Для построения модели демпфирования, позволяющей учитывать диссипативные связи в системах с n степенями свободы, воспользуемся полученными выше результатами. Свободные колебания конечномерной системы описывается матричным дифференциальным уравнением движения:

$$M\ddot{Y}(t) + C\dot{Y}(t) + KY(t) = 0, \quad (4)$$

где $M = \text{diag}(m_1, \dots, m_n)$, $C = (c_{ij})$, $K = (r_{ij})$ – матрицы масс, демпфирования и жесткости; $Y(t)$ – вектор перемещений.

По аналогии с основной системой метода перемещений введем вспомогательную систему, в которой все массы закреплены жесткими опорами, кроме j -й опоры, выполненной подвижной. В образованном таким образом

одномассовом j -м осцилляторе зададим массе m_j единичную скорость колебания. Характеристическое уравнение осциллятора выглядит так

$$m_j \lambda^2 + c_{jj} \lambda + r_{jj} = 0 \quad \rightarrow \quad \lambda^2 + 2e_j \lambda + \omega_{0j}^2 = 0,$$

где $e_j = c_{jj}/2m_j$; $\omega_{0j}^2 = r_{jj}/m_j$ – коэффициент затухания и квадрат частоты собственных колебаний соответствующего j -го консервативного осциллятора.

Пусть величине c_{jj} соответствует коэффициент потерь γ_j при колебаниях на резонансной частоте ω_{0j} . Тогда предыдущие результаты (3), полученные для системы с 1-й степенью свободы, применимы к j -й модели:

$$c_{jj} = \gamma_j \left[\alpha \frac{r_{jj}}{\omega_{0j}} + (1 - \alpha) m_j \omega_{0j} \right].$$

Варьируя 1-й индекс у c_{jj} , r_{jj} , расширим диапазон полученной формулы:

$$c_{ij} = \gamma_j \left[\alpha \frac{r_{ij}}{\omega_{0j}} + (1 - \alpha) m_j \omega_{0j} \right] (i, j = 1, 2, \dots, n). \quad (5)$$

Здесь 1-е слагаемое – РИ, возникающий в i -й связи от действия усилия r_{ij} за промежуток $t_j = \gamma_j / \omega_{0j}$. Время t_j для всех узлов – постоянно и зависит только от параметров j -го осциллятора. Величина РИ $r_{ij} t_j$ численно равна площади прямоугольника на рис. 1, а.

Амплитудная составляющая РИ определена элементами r_{ij} и, таким образом, связана с ПЭ.

Второе слагаемое в (5) выражает РИ, создаваемый массой m_j при ее движении с частотой колебаний $\nu_j = \gamma_j \omega_{0j}$. При этом величина $m_j \nu_j$ зависит от КЭ, определяемой параметрами j -го осциллятора. Графически она представима в виде площади прямоугольника (рис. 1, б).

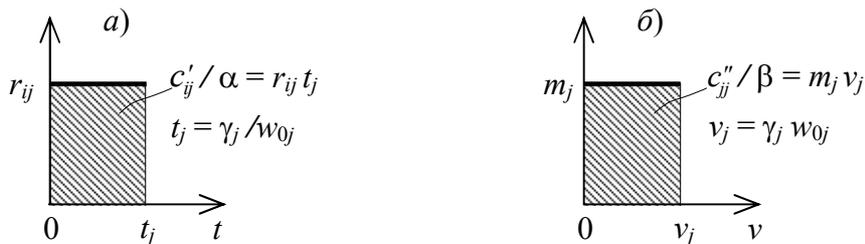


Рис. 1. Реактивные импульсы j -го осциллятора, создаваемые реактивным усилием r_{ij} (а) и движущейся массой m_j (б)

В матричной форме модель учета демпфирования (5) принимает вид

$$C = \alpha KT + (1 - \alpha)MV, \quad (6)$$

где

$$T = \gamma W_0^{-1}, \quad V = \gamma W_0, \quad (7)$$

$$\gamma = \text{diag} (\gamma_1, \dots, \gamma_n), \quad W_0 = \text{diag} (\omega_{01}, \dots, \omega_{0n}). \quad (8)$$

Из структуры записи формул (7) и (8) видно, что элементы диагональных матриц $T = \text{diag} (t_1, \dots, t_n)$ и $V = \text{diag} (v_1, \dots, v_n)$ зависят только от свойств j -х консервативных осцилляторов и имеют вид:

$$t_j = \gamma_j / \omega_{0j}, \quad v_j = \gamma_j \omega_{0j} \quad (j = 1, 2, \dots, n). \quad (9)$$

Анализ первого слагаемого формулы (6) αKT свидетельствует о наличии диссипативных связей между различными формами колебаний и о том, что эти связи обусловлены влиянием внутренних сил (матрица K). Второе слагаемое βMV в (6) представляет собой диагональную матрицу и отражает влияние сил внешнего сопротивления, возникающих в процессе движения масс. Вследствие специфического характера действующих внешних сил, данное слагаемое не порождает взаимных связей в дискретной системе между отдельными формами колебаний.

Формула (6) обобщает результат, полученный в [4] для частного случая модели затухания ($\alpha = 1$) $C = KT$. Учитывая симметризованный вариант этой формулы: $C = (KT + TK)/2$ и распространяя его на (6), будем иметь

$$C = \alpha(KT + TK)/2 + \beta MV \quad (\alpha + \beta = 1).$$

Эта модель описывает трение с неоднородным типом демпфирования.

Библиографический список

1. Клаф Р. Динамика сооружений / Р. Клаф, Д.Ж. Пензиен. – М.: Стройиздат, 1979. – 320 с.
2. Кренделл С. Роль демпфирования в теории колебаний // Период. сб. переводов иностр. ст.: Механика.– М.: Мир, 1971. – № 5, вып. 129.– С. 3–22.
3. Справочник по динамике сооружений / под ред. Б.Г. Коренева, И.М. Рабиновича. – М.: Стройиздат, 1972. – 512 с.
4. Потапов А.Н. Динамический анализ дискретных диссипативных систем при нестационарных воздействиях: моногр. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 167 с.

БЕТОННЫЕ ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПОЛЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ПРИЧИНЫ УХУДШЕНИЯ ИХ КАЧЕСТВА

Г.С. Семеняк, С.Н. Погорелов, С.П. Горбунов

По результатам проведенных информационных исследований и собственных наблюдений промышленных полов предприятий Челябинской области. Показана необходимость учета специфики работы предприятия для устройства промышленных полов в цехах.

Ключевые слова: бетон, шлак, фундамент, топинг, пол, конструкция, рентгенограмма, дериватограмма.

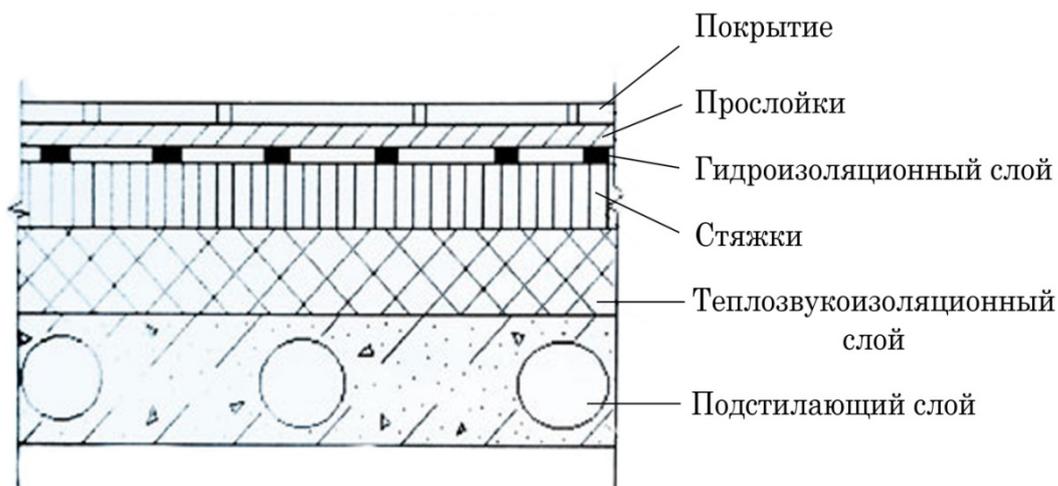
Бурно развивающиеся высокотехнологичные отрасли современной промышленности постоянно диктуют новые требования к производственным помещениям и к полам как их составной части. Пол – важная часть промышленного помещения. Эффективность производства и здоровье сотрудников напрямую зависят от состояния и качества покрытия полов промышленных зданий.

В местах, где работа связана с вибрацией от оборудования, с сильными химическими или термическими воздействиями, или сильными механическими нагрузками, применяются особые, устойчивые к различным отрицательно-влияющим факторам, виды промышленных полов. В качестве соответствующих требований следует рассматривать непроницаемость для жидкостей; пожаробезопасность; гигиеничность; долговечность; устойчивость к воздействию химических средств, к ультрафиолетовому излучению, к термическим воздействиям, к механическим нагрузкам и абразивному износу; обеспеченность проведения быстрого и малотрудоемкого ремонта, легкое очищение и долгое сохранение красивого внешнего вида.

Пол представляет собой сложную строительную конструкцию, состоящую из нескольких слоев, каждый из которых выполняет свою функцию и должен сочетаться с другими слоями (см. рисунок).

Главным элементом конструкции промышленного пола является бетонное основание (фундамент, на котором собственно и устраивают покрытие). Покрытие придает полам ровность, устойчивость к абразивному износу, химическую стойкость, декоративность, а основание обеспечивает несущую способность. Полы следует устраивать на грунтах, исключающих возможность деформации конструкции от просадки грунта.

Подстилающие слои должны быть жесткими. В ряде случаев допускается нежесткий подстилающий слой при условии его последующего уплотнения. В основании предусматриваются гидроизоляция и прослойка.



Конструкция промышленного пола

Каждый элемент конструкции пола имеет особенное, свойственное только ему назначение.

Необоснованное исключение отдельных слоев может привести к авариям и разрушениям конструкций здания в целом [1–2].

При выборе конструктивного решения необходимо учитывать:

- надежность и долговечность принятой конструкции;
- экономное расходование строительных материалов;
- полное использование всех свойств применяемых материалов;
- обеспечение минимума трудозатрат на устройство пола и его дальнейшую эксплуатацию;
- наиболее выгодное применение средств механизации в процессе устройства пола;
- возможное удешевление строительства за счет использования местных строительных материалов и отходов промышленного производства;
- исключение возможного влияния вредных факторов, применяемых в конструкции полов материалов;
- создание оптимальных гигиенических условий для работающего персонала;
- обеспечение пожаро- и взрывобезопасности при выполнении работ и в процессе эксплуатации.

Полы производственных помещений, куда входят и полы складских комплексов, относятся к группам со специальными требованиями по чистоте и пылеотделению, стойкости к жестким механическим воздействиям, износостойкости, горючести. Они не должны накапливать статическое электричество. Бетонные полы являются одним из самых распространенных видов промышленных полов. Прочность, надежность и ровность бетонных полов определяет эксплуатационные характеристики будущих покрытий выполненных на их основе.

На одном из строящихся промышленных предприятий г. Челябинска были изготовлены бетонные полы, которые через непродолжительное время твердения показали признаки самопроизвольного разрушения. Это выразилось в виде появления каверн, вскрывшихся на поверхности пола.

С целью установления причин разрушения был проведен эксперимент, заключающийся в испытании образцов бетонного пола. Пробы включений представляли собой порошки светло-серого и бежевого цвета.

Дериватограмма светло-серых включений показала, что они содержат значительное количество (более 60 %) кремнезема. Оставшаяся часть представлена оксидами алюминия, железа и кальция, что дает возможность предположить о том, что включения являются шлаковыми частицами. Конкретно, материал содержит 3,5...4,0 % гидроксида кальция (потери воды при 486 °С), гидроалюминаты, гидрат глинозема, гетит, а также гидросиликаты алюминия и кальция (потери массы при 600...750 °С) и гидроксиды железа (потери воды в области температур 200... 400 °С и гидроэффект при 750...800 °С). Общие потери составляют 11,3 %.

Дериватограмма усредненной пробы включений в бетоне совместно с глинистыми минералами, осевшими на поверхности пор и заполнителей, представлена гидрооксидами алюминия, минералами типа бемита, а также небольшим количеством (1,0...1,5 %) гидроксида кальция. Химически связанная вода составляет 7,1 %.

Дериватографический анализ дополнительно отобранной пробы из светло-серых включений показал, что они содержат гидроксиды алюминия типа гиббсита и бемита, теряющие воду в области 400...500 °С и дающие экзоэффект при 880 °С, связанный с переходом гидроксидных фаз в корунд. Значительные потери массы до 200 °С и в области 700 °С говорят о присутствии кальций-алюминатных гидратных образований (гидроалюминатов и гидросульфолалюминатов кальция разной основности). Содержание химически связанной воды в этих включениях составляет 8,6 %.

Значительные потери массы до 46 % во включениях с коричневым оттенком связаны с присутствием в них кроме гидроалюминатов аморфных оксидов железа, что подтверждается значительными потерями массы при 300 и 350...400 °С, а также экзотермическими эффектами при 700...800 °С.

Дериватографические исследования подтвердили наличие оксидов железа в разных формах от гелеобразных до магнетита и гематита. Такие включения теряют связанную воду до 48 % при нагревании до 1000 °С.

При изучении фазового состава дополнительных проб инородных включений в бетоне, подтверждено присутствие в них различных гидроксидов и оксидов алюминия и гелевидных фаз железа. Из этого можно предположить, что исследуемые включения в бетоне являются агрегатами шлака неизвестного происхождения.

Рентгенограммы светлых и с коричневым оттенком включений в бетоне подтвердили данные дериватографии и химического анализа. Во включениях присутствуют гелевидные слабозакристаллизованные железосодержащие и алюмосодержащие фазы.

Проведенный комплекс исследований химического и фазового состава включений, в большей части расположенных на лицевой стороне бетона и вызывающих повреждение, как самой поверхности, так и топинга связаны с изменением объема инородных включений из самораспадающегося закристаллизованного шлака.

Шлак, содержащий большое количество слабозакристаллизованных соединений, имеет высокую удельную поверхность, что способствует агрегации его частиц и быстрому слеживанию шлака. При недостаточно интенсивном перемешивании такого шлака с цементом или при получении бетонной смеси, распада агрегированных частиц не происходит. При последующей вибрации агрегированные частицы шлака всплывают на поверхность, алюминатные, железистые, кальциевые и магниевые составляющие при взаимодействии с водой увеличиваются в объеме, а затем дают усадку. Напряжения в верхней зоне бетона приводят к нарушению сплошности поверхностного слоя.

Таким образом, качество цемента, применяемого для изготовления бетонных полов, оказывает решающее влияние на качество бетона.

Топинг (современное решение устройства бетонного пола) позволяет значительно повысить эксплуатационные и декоративные характеристики бетонного пола. Применяется он обычно в тех помещениях, к которым предъявляются повышенные требования к прочности и истираемости поверхности пола. Топинг обеспечивает основанию повышенное сопротивление механическим и другим повреждениям. Состав топинга влияет на эксплуатационные характеристики получаемого с его помощью напольного покрытия. Например, в бетонных полах, которые должны выдерживать значительные механические нагрузки, рекомендуется применять топинг с металлическими заполнителями. При этом важным является наличие стяжки и подстилающего слоя (см. рис.), которые необходимы для равномерного распределения нагрузки по перекрытию.

Библиографический список

1. СНиП 3.04.01 «Изоляционные и отделочные покрытия».
2. Рекомендации по проектированию полов (в развитие СНиП 2.03.13–88 «Полы») МДС 31-1.98.

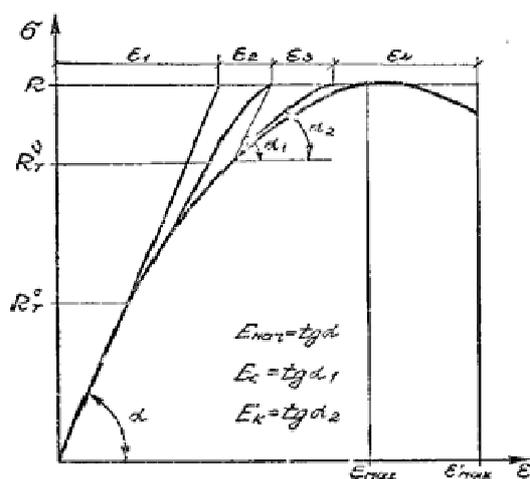
ОСОБЕННОСТИ БЕТОНА КАК ТВЕРДОГО ТЕЛА

Б.Я. Трофимов

Многокомпонентность бетона, наличие большого количества дефектов структуры цементного камня и зоны контакта его с заполнителями, разные упругие и пластические характеристики компонентов бетона определяют его особенности как твёрдого тела.

Ключевые слова: пористость, деформации бетона, напряжения.

При одноосном кратковременном сжатии бетона на диаграмме «напряжение-относительная деформация» отмечается ряд характерных участков (см. рисунок): первый участок, на котором бетон проявляет свойства упругого тела, на втором участке помимо упругих деформаций ε_1 появляются деформации линейной ползучести ε_2 , изменяющие пропорциональность зависимости величины деформаций от напряжения. Пластические деформации второго рода ε_3 связаны с микротрещинообразованием и на высоких ступенях напряжения фиксируются псевдопластические деформации ε_4 , вызываемые ускоряющимся развитием внутренних разрушений, слиянием микроразрушений и образованием макротрещин.



Деформации бетона при статическом сжатии: $E_{нач}$ — начальный модуль упругости, E_c — модуль деформаций, E_k — касательный модуль упругости

Этапы деформирования бетона характеризуются следующими параметрическими напряжениями: R_T^0 — начало микротрещинообразования, при дальнейшем увеличении напряжения возрастает коэффициент Пуассона и уменьшается скорость прохождения ультразвуковых колебаний, интенсифицируется разрушение бетона при коррозионных воздействиях. Верхняя граница микротрещинообразования R_m^v соответствует величине коэффициента Пуассона 0,5, при больших значениях напряжений появляются макротрещины. Большой объём пор и пустот в бетоне вследствие недоуплотнения бетонной смеси, воздухововлечения, трещинообразования до нагружения практически исключает упру-

гую работу бетона. Нелинейность деформирования бетона и непостоянство коэффициента Пуассона отмечается во всем диапазоне напряжений.

Призменная прочность $R_{пр}$ для тяжелого бетона изменяется в пределах от 2,7 до 43,0 МПа, тогда нижняя параметрическая точка характеризуется величинами напряжений

$$R_T^0 = (0,0005 \dots 0,4204)R_{пр},$$

а верхняя параметрическая точка соответствует следующему уровню напряжений:

$$R_T^V = (0,3255 \dots 0,7455)R_{пр}.$$

R_T^0 лежит в пределах напряжений, при которых обычно определяется начальный модуль упругости бетона, так как считается, что при этом соблюдается линейная зависимость между напряжениями и деформациями. Приведенные данные показывают, что упругая зона работы бетона расширяется с увеличением призменной прочности, а для бетонов низкой прочности возможности упругой работы крайне ограничены.

При одноосном нагружении изменяется объём образца и скорость прохождения ультразвуковых колебаний (УЗК):

– при напряжении от 0 до R_T^0 объём образца уменьшается, а скорость прохождения УЗК увеличивается, то есть образец уплотняется без трещинообразования. В этой области коэффициент Пуассона не более 0,2;

– при напряжении от R_T^0 до R_T^V объём образца увеличивается вплоть до первоначального при R_T^V , а скорость прохождения УЗК уменьшается, то есть происходит микротрещинообразование. В этой области при напряжении R_T^V коэффициент Пуассона равен 0,5;

– при напряжении более R_T^V происходит интенсивное увеличение объёма образца и уменьшение скорости прохождения УЗК вследствие макротрещинообразования.

Начальный модуль упругости возрастает с повышением прочности бетона при сжатии до 50 МПа, дальнейшее повышение прочности не приводит к росту $E_{нач}$. При одинаковых прочностях $E_{нач}$ лёгкого бетона в 1,7...2 раза меньше, чем для тяжёлого, для ячеистого бетона это снижение составляет 2...2,3 раза.

Наращение деформаций при растяжении бетона принципиально не отличается от изменения деформаций сжатия, хотя линейный характер зависимости напряжения-деформации сохраняется до более высоких значений относительных напряжений. Особенностью является также меньшая энергия потерь (вязкость разрушения) при растяжении бетона, что характеризует большую локализацию приложения энергии разрушения к поверхности трещин. Этим, вероятно, объясняется небольшая предельная растяжи-

мость тяжелого бетона, составляющая 0,07...0,2 мм/м, что примерно в 8...10 раз меньше предельной сжимаемости. Предельная сжимаемость тяжёлого бетона составляет 0,5...1,5 мм/м, для лёгкого – до 2 мм/м. Для легких бетонов предельная растяжимость может достигать 0,3 мм/м, что позволяет предполагать большую энергию потерь при разрушении этого вида бетона. В предварительно напряжённых железобетонных конструкциях деформации бетона от обжатия арматурой не должны быть выше предельных: $\varepsilon_{\text{пред}} = 1,5...3$ мм/м. В сжатых зонах изгибаемых элементов $\varepsilon_{\text{пред}} = 3...7$ мм/м, а иногда может достигать до 10 мм/м. Большие значения этих деформаций связаны с появлением остаточных деформаций при длительном приложении нагрузок. Предельные деформации на растяжение принимают не более предельной растяжимости бетона, как правило, не более 0,1...0,15 мм/м для тяжелого бетона. После достижения предельных деформаций растяжения в бетоне железобетонных конструкций возникают трещины, которые ухудшают качество и долговечность конструкций, или полностью исключают её использование.

Характер роста деформаций бетона зависит от скорости приложения нагрузки: при мгновенном нагружении деформации практически полностью упругие, исчезающие после снятия нагрузки. При длительном нагружении возникают упругие и пластические деформации. Характер роста деформаций зависит от многих факторов: помимо скорости приложения нагрузки это температура и влажность окружающей среды, размер и форма образцов, состав бетона, возраст, условия твердения и др. Полные деформации бетона после нагружения определяются:

$$\varepsilon_{\text{общ}} = \varepsilon_{\text{уп}} + \varepsilon_{\text{пл}}.$$

После снятия нагрузки спустя некоторое время относительные пластические деформации $\varepsilon_{\text{пл}}$ уменьшаются до $\varepsilon_{\text{пл}}^1$. Разница между $\varepsilon_{\text{пл}}$ и $\varepsilon_{\text{пл}}^1$ называется деформацией упругого последействия:

$$\varepsilon_{\text{уп}} = \varepsilon_{\text{пл}} - \varepsilon_{\text{пл}}^1.$$

При длительном нагружении обнаруживаются деформации ползучести как при сжимающих, так и при растягивающих напряжениях, при этом прочность бетона составляет 0,75...0,85 от первоначальной призмной прочности. Ползучесть – свойство бетона непрерывно наращивать пластическую деформацию под воздействием постоянного напряжения и проявляется при относительно небольших значениях напряжений. Эти деформации нарастают по затухающему закону и не восстанавливаются после снятия напряжения. Они могут возникать при различных видах нагрузок: сжатии, растяжении, изгибе, сдвиге, кручении и др. при напряжениях ниже расчётных (на которые рассчитана железобетонная конструкция). Со временем ползучесть затухает вследствие перераспределения напряжений в структурных элементах бетона (цементный камень разгружается, а запол-

нитель нагружается) и уменьшения количества гелевидной гидратной фазы в цементном камне.

Изменение свойств бетона протекает как вследствие продолжающейся гидратации, так и вследствие изменения первоначальных гидратных фаз (в том числе старения), а также в результате физического, механического, химического внешних воздействий. Гидратация цемента может продолжаться десятилетия и даже столетия и в благоприятных условиях свойства бетона, такие как плотность, прочность и др. повышаются (конструктивные процессы). Под влиянием внешних воздействий может происходить ухудшение (деструктивные процессы) показателей качества бетона (коррозия, которая может быть вызвана и внутренними причинами – наличие в заполнителях вредных примесей, присутствие в цементе пережженных СаО и MgO и др.). Таким образом, в каждый конкретный момент времени возраст и история бетона определяет его свойства как природные, так и приобретенные.

Таким образом, основными особенностями бетона как твёрдого тела являются:

– Изменение свойств бетона во времени из-за продолжающейся гидратации цемента, старения и перекристаллизации гидратных фаз, а также коррозионных воздействий; в зависимости от степени гидратации цемента изменяется характер пористости. Уменьшение общей пористости происходит за счёт снижения объёма капиллярных пор, заполняемых продуктами гидратации цемента. Но при этом увеличивается гелевая и контракционная пористость, то есть пористость – неотъемлемая характеристика цементного камня и чем меньше его содержание в бетоне при плотной упаковке зёрен заполнителя и заполнении межзерновых пустот цементным камнем, тем больше его плотность и долговечность.

– Капиллярно-пористое строение бетона приводит к возникновению неравномерности силовых полей, концентрация напряжений достигает до 100 и более раз.

– Большая неоднородность бетона по свойствам компонентов вследствие наличия зёрен заполнителя и тонких прослоек цементного камня приводит к перераспределению напряжений под нагрузкой.

– Непостоянство коэффициента Пуассона, являющегося константой для большинства твёрдых тел.

– Упругая зона работы бетона невелика и после неё бетон деформируется под нагрузкой нелинейно, тогда как большинство конструктивных материалов имеют достаточно большой диапазон напряжений, в котором они работают упруго.

– Даже при небольшой величине действующих напряжений (менее предела упругости) длительное воздействие их на бетон вызывает рост пластических деформаций – ползучесть.

ОСОБЕННОСТИ ТВЕРДЕНИЯ ДОЛОМИТОВОГО ВЯЖУЩЕГО

Т.Н. Черных, А.В. Носов, К.Р. Фатеева

Обозначена проблема, заключающаяся в существенных различиях во взглядах на процесс твердения доломитового вяжущего, что затрудняет получение качественных магнезиальных строительных материалов. Представлены результаты определения свойств доломитового вяжущего в сравнении с вяжущим из магнезита. Показано, что при твердении доломитового вяжущего происходит его растрескивание в связи с карбонизацией гидроксидов магнезия, обусловленное наличием в составе доломитового вяжущего кальцита.

Ключевые слова: доломит, магнезиальное вяжущее, твердение, гидратация, карбонизация.

Вопросы твердения доломитового вяжущего активно обсуждаются учеными в нашей стране и за рубежом уже на протяжении столетия, при этом в последнее время интерес к доломитовому вяжущему только усиливается. Повышение заинтересованности промышленников и ученых связано с истощением природных ресурсов современного мира и поиском альтернативного сырья. Для магнезиального вяжущего таким сырьем являются низкосортные доломиты. На настоящий момент на процессы твердения доломитового вяжущего есть несколько значительно различающихся взглядов.

Согласно первой точке зрения [0], в результате затворения доломитового вяжущего раствором бишофита и последующего воздушного твердения, формируются три различных группы минералов. К первой группе относятся кальцит и реликтовый доломит, которые авторы считают инертными, ко второй – периклаз, который при твердении вяжущего постепенно исчезает, замещаясь новообразованиями. К третьей группе относятся новообразования, представляющие собой продукты твердения доломитового вяжущего – кристаллогидраты состава $MgCl_2 \cdot 3Mg(OH)_2 \cdot 8H_2O$ и $MgCl_2 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 2MgCO_3 \cdot 6H_2O$. Минерал состава $MgCl_2 \cdot 3Mg(OH)_2 \cdot 8H_2O$ появляется уже на 1–3 сутки твердения вяжущего, максимальное его содержание отмечается на 6–10 суток, а на 27–30 сутки его количество фиксируется на уровне следов. Другой минерал состава $MgCl_2 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 2MgCO_3 \cdot 6H_2O$ появляется в цементном камне на 5–8 сутки твердения и становится преобладающим новообразованием в возрасте цементного камня более 15 суток. Причиной образования фазы $MgCl_2 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 2MgCO_3 \cdot 6H_2O$ исследователи считают наличие в атмосфере углекислого газа. При этом повышенная влажность воздуха при-

водит к ускорению реакции карбонизации и образцы подвергаются самопроизвольному механическому разрушению за счет появления трещин. Как решение проблемы, авторы предлагают проводить твердение изделий в сухих условиях, что поможет избежать формирования большого количества нежелательной карбонатной фазы. Однако это не гарантирует долговечности изделий, т.к. при эксплуатации могут возникнуть влажные условия, благоприятные для протекания реакции карбонизации, и влага воздуха может привести к разрушению изделий за очень короткий период времени.

Существует также другая точка зрения [0], исходя из которой доломитовое вяжущее может быть рассмотрено как естественная композиция магнезиального цемента с активным карбонатным микронаполнителем. Гидратация зерен оксида магния сопровождается их диспергированием и значительным гелеобразованием, затем гель, образовавшийся при гидратации, обволакивает частицы равномерно распределенного микронаполнителя CaCO_3 . При этом характер взаимодействия продуктов гидратации MgO и микронаполнителя может проявляться не только в физико-химическом, но и химическом взаимодействии. Таким образом, тонкодисперсный кальциевый микронаполнитель в доломитовом вяжущем согласно этой теории не инертен, а контактно взаимодействует с продуктами гидратации MgO и активно участвует в создании механически прочного конгломерата.

По третьей теории [0] при твердении каустического доломита в присутствии MgCl_2 на первом этапе образуется гидроксихлорид магния состава $\text{MgCl}_2 \cdot 5\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, который с течением времени распадается на $\text{MgCl}_2 \cdot 3\text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Тригидрооксихлорид магния кристаллизуется в виде волокон и придает материалу повышенную прочность на изгиб. Карбонат кальция по этой теории создает центры кристаллизации, повышая плотность изделий.

Таким образом, исходя из различных и весьма противоречивых теорий, можно сделать вывод, что исследования процессов твердения и кристаллообразования доломитового вяжущего, являются актуальными и необходимыми в настоящее время. Исследования в этой области смогут помочь в получении долговечных материалов на основе доломитового магнезиального вяжущего.

В настоящей работе использовали доломитовое вяжущее, полученное обжигом доломита Саткинского месторождения при температуре 600°C в течение 2 часов с добавкой-интенсификатором обжига [0]. Для сравнения использовали магнезиальное вяжущее МКС-1 (ОАО «Комбинат Магнетит»).

Минералогический состав вяжущих приведен в табл. 1.

Таблица 1

Минералогический состав вяжущих

Показатель	Доломитовое вяжущее	МКС-1
Содержание свободного оксида магния (MgO), %	20...22	75...80
Содержание кальцита (CaCO ₃), %	72...75	3...10
Содержание доломита (MgCO ₃ ·CaCO ₃), %	3...7	–
Примеси (минералы серпентинового ряда), %	1...5	5...20

Для затворения вяжущих использовали водные растворы бишофита плотностью 1,20 и 1,24 г/см³. Из теста нормальной густоты изготавливали образцы и определяли свойства в соответствии с ТУ 5744-001-60779432-2009 «Магнезиальное вяжущее. Технические условия». Образцы твердели при температуре 20 ± 2 °С и относительной влажности воздуха 60 ± 5 %.

Таблица 2

Свойства вяжущих

	Доломитовое вяжущее		МКС-1	
	1,20	1,24	1,20	1,24
Плотность затворителя, г/см ³	1,20	1,24	1,20	1,24
Нормальная густота, %				
Предел прочности при сжатии, Мпа:				
в 1 сутки твердения	19,4	24,5	41,9	55,7
в 3 сутки твердения	53,6	68,0	65,0	71,4
в 28 сутки твердения	96,7	104,7	67,7	81,8
в 60 сутки твердения	98,1	97,4	69,1	82,0
Равномерность изменения объема				
в 1 сутки твердения	Выдерживает испытание	Выдерживает испытание	Выдерживает испытание	
в 3 сутки твердения	Выдерживает испытание	Выдерживает испытание	-/-	
в 28 сутки твердения	Выдерживает испытание	Растрескались на воздухе	-/-	
в 60 сутки твердения	Растрескались в воде	-/-	-/-	

Судя по полученным результатам, прочность доломитового вяжущего сравнима с прочностью МКС-1, хотя содержание активного оксида магния в этих вяжущих отличается более чем в три раза. Этот факт свидетельствует об активной роли кальцита в гидратации доломитового вяжущего.

Повышение плотности затворителя приводит к более раннему растрескиванию образцов из доломитового вяжущего. Это связано с тем, что при большом содержании хлорида магния формируется больше гидрооксихлоридов и меньше гидроксида магния. Образовавшиеся гидрооксихлориды магния карбонизируются, образуя критическое количество фазы $MgCl_2 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 2MgCO_3 \cdot 6H_2O$ на более ранней стадии. Образцы, полученные затворением вяжущего раствором меньшей плотности, растрескиваются значительно позднее.

При этом все образцы из МКС-1, твердевшие в тех же условиях, показывают равномерность изменения объема при твердении вне зависимости от плотности затворителя. Это позволяет сделать предположение, что карбонизация гидрооксихлоридов происходит при участии активного кальция, содержащегося в доломитовом вяжущем, а не углекислого газа воздуха, как указывается в литературе.

Таким образом, показано, что кальцит активно химически взаимодействует с исходными компонентами и продуктами гидратации вяжущего, участвуя в формировании состава и свойств магнезиального камня из доломитового вяжущего в течение всего времени твердения. На ранних стадиях благодаря кальциту доломитовое вяжущее имеет высокую прочность, однако в дальнейшем магнезиальный камень самопроизвольно растрескивается в связи с образованием в прочной сформированной структуре критического количества фазы $MgCl_2 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 2MgCO_3 \cdot 6H_2O$.

Библиографический список

1. Состав и структурные особенности минералов каустического доломита и механизмы его твердения / Н.С. Шелихов, Р.З. Рахимов, А.И. Бахтин и др. // Известия ВУЗов. Строительство. – 1997. – № 7. – С. 54–58.
2. Бутт, Ю.М. Высокопрочный магнезиально-доломитовый цемент / Ю.М. Бутт, Б.Н. Богомолов, Л.И. Дворкин // Вяжущие материалы Сибири и Дальнего востока. – Новосибирск: Академия наук СССР, Сибирское отделение, изд-во Наука. – 1970. – 179 с.
3. Пащенко, А.А. Вяжущие материалы / А.А. Пащенко, В.П. Сербин, Е.А. Старчевская. – Киев: Вища шк. Головное изд-во, 1985. – 440 с.
4. Орлов, А.А. Энергосбережение при получении магнезиального вяжущего строительного назначения / А.А. Орлов, Т.Н. Черных, Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов // Строительные материалы. – 2011. – № 8 (680). – С. 58–61.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ АРЕНДЫ ЖИЛЬЯ ИНОГОРОДНИМИ СТУДЕНТАМИ

Н.В. Шилоносова, И.В. Малев

Иногородние студенты занимают все большую и значительную долю в структуре студентов Южно-Уральского государственного университета в целом и архитектурно-строительного факультета в частности. Проведённый анализ фокус-группы иногородних студентов выявил наиболее важные критерии выбора ими арендуемого жилья.

Ключевые слова: иногородние студенты, места проживания, аренда жилья.

Среди значимых факторов, определяющих спрос на аренду жилья в г. Челябинске, следует рассматривать потребность в жилье иногородних студентов, обучающихся в вузах. В нашем исследовании определяется значимость доли иногородних студентов в г. Челябинске на примере студентов Южно-Уральского государственного университета и проводится анализ факторов рынка аренды жилья иногородними студентами.

Рассмотрим динамику за последние пять лет доли иногородних студентов, поступивших на первый курс в Южно-Уральский государственный университет (табл. 1).

Таблица 1

Доля иногородних студентов, поступивших на первый курс в ЮУрГУ,
очная форма обучения

Год приема	2008	2009	2010	2011	2012
Доля иногородних студентов, %	45,0	46,9	51,9	54,0	70,3

Из табл. 1 видно, что эта динамика положительна, и доля становится значительной, особенно, в последний год (70,3 %). Можно сделать вывод, что в настоящее время иногородние студенты становятся значимой группой в университете. Подробнее рассмотрим иногородних студентов архитектурно-строительного факультета.

Архитектурно-строительный факультет Южно-Уральского государственного университета г. Челябинска является одним из ведущих в университете. Из 1230 студентов, которые обучаются на факультете в 2012–2013 году, в Челябинске проживают 638 человек, что составляет 51,9 %, а иногородними являются 592 человека (48,1 %). То есть почти половина всех студентов архитектурно-строительного факультета являются иногородними студентами.

Детально рассмотрим долю иногородних студентов за последние 5 лет по курсам обучения с 1 по 5 год (табл. 2). Поясним сразу, что на третьем курсе обучается 6 групп бакалавров со сроком обучения 4 года, год выпуска этих студентов – 2014, а также на третьем курсе в 10 группах учатся инженеры со сроком обучения 5 лет, они выпускаются в 2015 году, поэтому год выпуска повторяется в нескольких графах.

Таблица 2

Доля иногородних студентов
архитектурно-строительного факультета ЮУрГУ

Год выпуска	2013	2014	2014, 2015	2015	2016
Курс	5	4	3	2	1
Доля иногородних студентов, %	38,6	40,2	44,3	52,9	63,6

Из табл. 2 видно, что доля иногородних студентов на 5 курсе составляет 38,6 %, и эта доля постепенно увеличивается к 1 курсу и составляет 63,6 %. За последние два года (1 курс – 2012 год приема, 2 курс – 2011 год приема) количество поступивших иногородних студентов составило более половины всех зачисленных на факультет студентов: в 2011 г. доля иногородних студентов составила 52,9 %, в 2012 г. – 63,6 % от общего количества поступивших на факультет студентов. За последние пять лет доля иногородних студентов увеличилась в 1,6 раза.

Имеет смысл представить эту положительную динамику более наглядно на рис. 1.

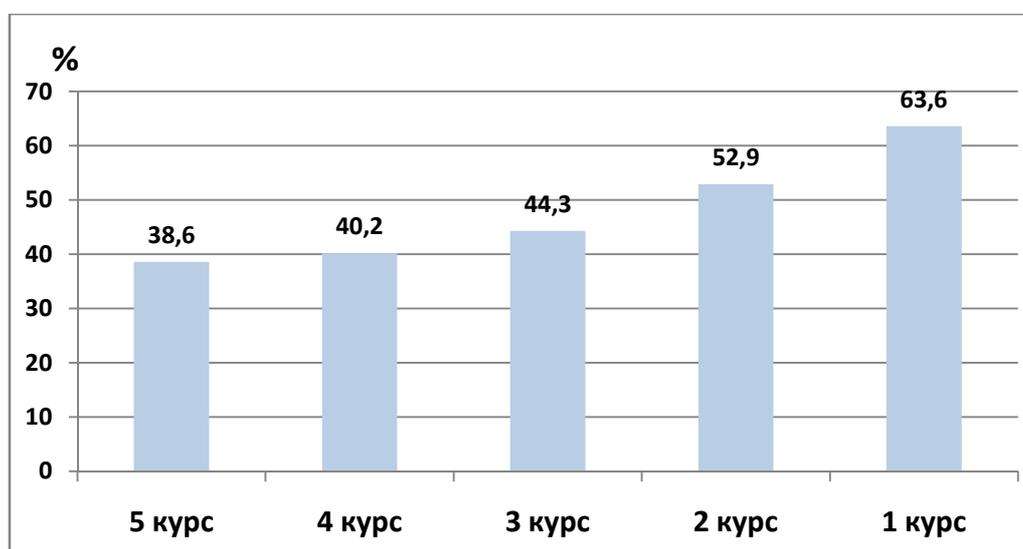


Рис. 1. Доля иногородних студентов архитектурно-строительного факультета с 1 по 5 курс

Эта динамика очень примечательна в первую очередь тем, что за последние 20–30 лет доля иногородних студентов была стабильной и составляла 30–40 %.

Нами выявлена взаимосвязь доли и динамики иногородних студентов Южно-Уральского университета в целом и по архитектурно-строительному факультету в частности, рассчитанная по курсам обучения за последние 5 лет (рис. 2).

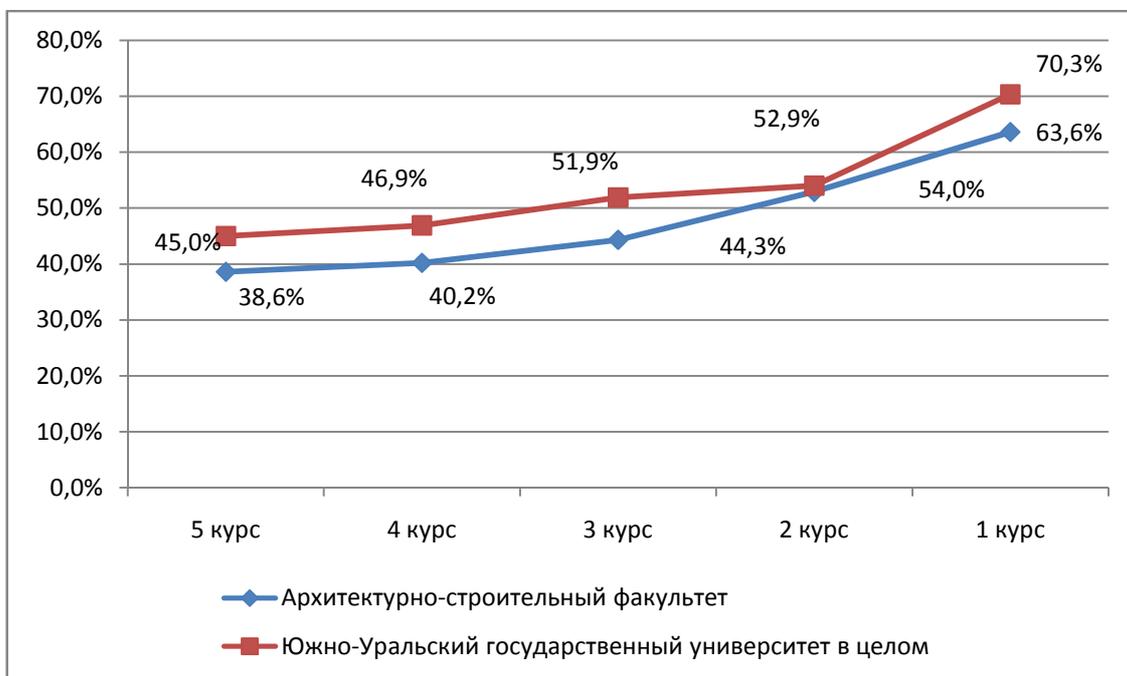


Рис. 2. Взаимосвязь доли и динамики иногородних студентов Южно-Уральского университета в целом и архитектурно-строительного факультета по курсам обучения за последние 5 лет

Из рис. 2 наглядно видно, что взаимосвязь достаточно тесная, что означает подтверждение выявленной тенденции к увеличению. Более того, доля иногородних студентов в других учебных заведениях г. Челябинска также увеличивается и в настоящее время составляет от 50 до 80 %.

Были рассмотрены места проживания иногородних студентов во время учебы, выявленные по данным опроса нескольких групп первого курса. Результаты анализа представлены в табл. 3.

Таблица 3

Место проживания иногородних студентов

Место проживания	Доля иногородних студентов-первокурсников, %
1. Арендное жилье	75
2. Жилье в пригороде Челябинска	13
3. Общежития университета	6
4. Жилье у родственников	6
Итого	100

Из табл. 3 видно, что 75 % от общего числа студентов проживают в арендуемом жилье, то есть 3 из 4 иногородних студентов пользуются услугами съёмного жилья. Некоторые студенты проживают у родственников, в общежитиях университета или в близлежащих городах. Сравнительный анализ по опросу студентов других курсов обучения показал, что доля студентов, арендующих жилье, стабильно повышается и является самой высокой именно у студентов-первокурсников.

Рассмотрены факторы, определяющие выбор арендуемого жилья иногородними студентами. Фокус-группа студентов архитектурно-строительного факультета выпускного курса показала, что иногородние студенты арендуют, как правило, отдельную однокомнатную квартиру (75 %) и единолично (57 %). Если совместно проживают 2 или 3 человека, то арендуют, как правило, двухкомнатную квартиру.

Из большого перечня критериев, включая наличие мебели и домашней техники, отделку квартиры, планировку, возраст недвижимости и другие, фокус-группой были выделены только три значимых критерия выбора жилья: цена (57 %), отношения с собственником (29 %) и близость к месту учёбы (14 %). Таким образом, кроме цены важными факторами являются отношение с собственником и местоположение арендуемого жилья.

Также было проведено исследование спроса по приобретению квартир иногородними студентами в г. Челябинске. В результате выяснилось, что из достаточно большого набора обстоятельств, при наступлении которых ими принимается решение о покупке квартиры, выделяются следующие.

1. Наличие высокого заработка (57 %).
2. Наличие средств на первоначальный взнос по ипотеке (29 %).
3. Краткосрочное падение цен на недвижимость (29 %).
4. Наличие большой суммы свободных средств у родителей (29 %).
5. Вступление в брак (29 %).
6. Рождение ребенка (29 %).

Это означает, что значимыми обстоятельствами являются финансовое и семейное благополучие.

Было проведено исследование пятикурсников на предмет их желания остаться в г. Челябинске после окончания учёбы. Из иногородних студентов планируют остаться жить в городе Челябинске 71 %. Аналогичная статистика по местным студентам – 63 % опрошенных, что является важным фактором для рынка жилья г. Челябинска.

Таким образом, иногородние студенты заинтересованы в арендуемом жилье в городе Челябинске, а их доля стремительно растет и становится значительной. Дальнейшие исследования могут быть посвящены построению многофакторной модели взаимосвязи рассмотренных показателей по большому массиву данных.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕПЛО-ВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ВЫСОКОПРОЧНОГО ДОРОЖНОГО БЕТОНА С ДОБАВКОЙ ПОЛИКАРБОКСИЛАТНОГО ПЛАСТИФИКАТОРА

К.В. Шулдяков, Л.Я. Крамар

В данной статье представлены результаты исследования различных режимов тепло-влажностной обработки на состав высокопрочного дорожного бетона, созданный при использовании органо-минеральной добавки «Glenium ACE 430 –микрокремнезем».

Ключевые слова: Поликарбоксилатный суперпластификатор, микрокремнезем, тепло-влажностная обработка, дорожный бетон, трещинообразование.

Для повышения эффективности высокопрочных бетонов возникает необходимость применения современных органо-минеральных добавок, включающих пластифицирующие добавки на основе эфиров поликарбоксилатов [1, 2].

В мировой практике в настоящее время применяются поликарбоксилатные пластификаторы, используемые в производстве различных бетонов и изделий [3]. В условиях России зачастую наиболее ответственные бетонные изделия и конструкции получают в заводских условиях, применяя тепло-влажностную обработку (ТВО), в связи с этим возникает необходимость изучения влияния поликарбоксилатов на качество бетонов полученных при разных режимах ТВО.

Целью настоящего исследования является выявление оптимального режима ТВО для высокопрочного дорожного бетона заводского производства с использованием органо-минеральной добавки (Glenium ACE 430 и микрокремнезем).

Для проведения исследования использовали разработанный ранее состав бетона с характеристиками: В 60, марка по удобоукладываемости П1 (ОК 3...5 см), F300, W12. В работе использовали:

- цемент ПЦ 500 Д-0, среднеалюминатный ОАО «Горнозаводскцемент» (г. Горнозаводск), по ГОСТ 10178–85 с НГ 25 %;
- песок месторождения «Хлебороб» Челябинской области с $M_k=2,4$;
- щебень Новосмолинского карьера фракции 5...10 мм;
- суперпластификатор на основе поликарбоксилата – GleniumACE 430, фирмы BASF (Германия);
- гранулированный микрокремнезем г. Новокузнецк в соответствии с ТУ 5743-048-02495332-96,с пуццолановой активностью 1575 мг/г.

Отпускная прочность после ТВО в зимний период времени должна составлять 90 % от класса В60 (78,6 МПа), поэтому для дальнейшего подбора режимов ТВО приняли составы с различной дозировкой добавки GleniumACE 430, результаты исследований приведены в табл. 1.

Таблица 1

Предел прочности при сжатии бетонов после ТВО

Максимальная температура, °С	Режим ТВО, ч: предварительная выдержка при 20 °С + нагрев до максимальной температуры + выдержка при максимальной температуре + охлаждение до 40 °С	№ 1 (0,9 % Glenium ACE 430)		№ 2 (1 % Glenium ACE 430)	
		МПа	% от требуемой	МПа	% от требуемой
50	3+4+5+4	54,9	69,8	58,4	74,3
	3+4+6+4	57,9	73,7	59,8	76,1
	3+4+7+4	60,5	77,0	60,2	76,6
60	3+3+4+4	63,2	80,4	69,9	88,9
	3+3+5+4	65,4	83,2	74,8	95,2
	3+3+6+4	67,6	86,0	75,8	96,4
70	3+3+4+4	68,5	87,2	78,7	100,1
	3+3+5+4	68,6	87,3	77,4	98,5
	3+3+6+4	65,4	83,2	78,9	100,4
80	3+3+4+4	63,8	81,2	70,2	89,3
	3+3+5+4	62,8	79,9	72,5	92,2
	3+3+6+4	64,7	82,3	69,8	88,8

Согласно полученным при проведении исследований результатам, в составах с использованием 0,9 % Glenium ACE 430 не удалось достичь требуемых 90 % отпускной прочности после ТВО. При вводе 1 % добавки СП получаемая прочность достигает необходимых 90 % в диапазоне температур от 60 до 80 °С (рис. 1). Следует отдать предпочтение прогреву при температуре 60 °С, потому что обеспечивается отпускная прочность при пониженной температуре и укороченных режимах.

Полученные зависимости показывают рост прочности с увеличением времени тепловой обработки, однако более значимыми факторами являются максимальная температура ТВО и количество добавки пластификатора. Достижение требуемых характеристик возможно путем значительного увеличения времени ТВО, что нецелесообразно в условиях производства.

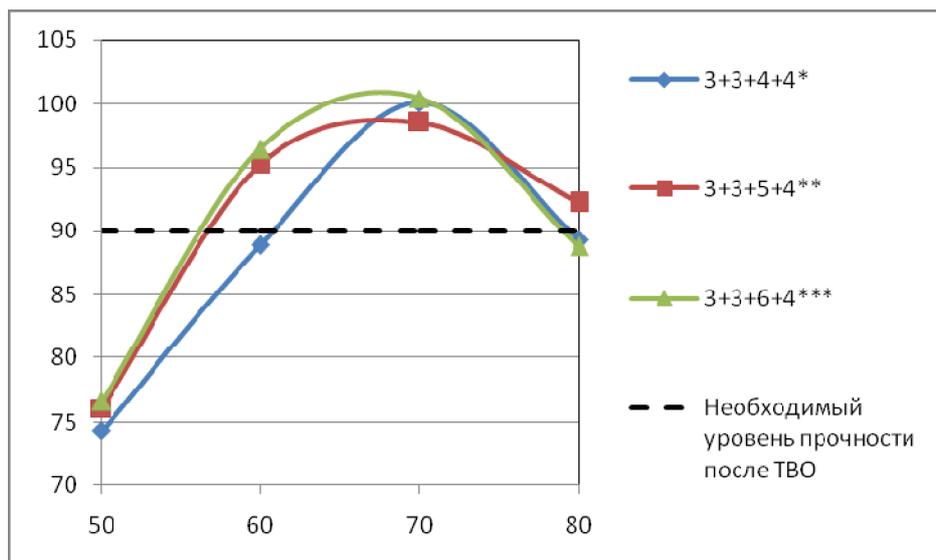


Рис. 1. Набор прочности бетоном при разных режимах ТВО с дозировкой добавки GleniumACE 1 %, где * при максимальной температуре ТВО 50 °С режим составлял 3+4+5+4 (ч); ** -/ - 3+4+6+4 (ч); *** -/ - 3+4+7+4 (ч)

Таким образом, наиболее приемлемым режимом ТВО является пропаривание при максимальной температуре 60 °С с предварительной выдержкой 3 ч, подъём температуры 3ч., изотермической выдержкой при максимальной температуре 5 ч и охлаждением 4 (рис. 2).



Рис. 2. Выбранный режим ТВО

В результате проведенных исследований разработан состав бетона для плит высокоскоростных железнодорожных магистралей заводского производства с показателями приведёнными в табл. 2.

Таблица 2

Свойства разработанного бетона при твердении в нормальных условиях
и при тепло-влажностной обработке

Характеристика	Значение	
	ТВО (режим 3+3+5+4 ч при максимальной температуре 60 °С)	Нормальное твердение
Предел прочности при сжатии, МПа в возрасте:		
1 сутки	74,8 (95,2 % от требуемого класса В60)	40,7
7 суток	–	72,6
28 суток	92,4	95,2
Класс бетона по прочности	В70	
Фактическая плотность бетонной смеси, кг/м ³	2495	
Плотность бетона в возрасте 28 суток, кг/м ³	2480	2490
Марка по морозостойкости	F300	F350
Марка по водонепроницаемости	W14	W16
Истираемость	0,26 г/см ²	

Библиографический список

1. Модификаторы цементных бетонов и растворов (технические характеристики и механизм действия) / Л.Я. Крамар, Б.Я. Трофимов, Е.А. Гамалий и др. – Челябинск: Изд-во «Перо», 2012. – 202 с.

2. Гамалий, Е.А. Комплексные модификаторы на основе эфиров поликарбонилатов и активных минеральных добавок для тяжелого конструкционного бетона: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е.А. Гамалий – Челябинск.: Изд-во ЮУрГУ, 2009. – 22 с.

3. Aitcin, P.C. High-Performance Concrete / P.C. Aitcin. – Quebec: E &FnSpon, 1998. – 364 p.

ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРНЫЙ

УДК 666.962.2

ЭФФЕКТИВНЫЕ МАГНЕЗИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ОТДЕЛКИ С НИЗКОЙ СЕБЕСТОИМОСТЬЮ

В.В. Зимич

На основе модифицированного хлормagneзиального вяжущего разработаны ресурсосберегающие строительные материалы, такие как сухие строительные смеси и ячеистый бетон, обладающие низкой сорбционной влажностью (гигроскопичностью).

Ключевые слова: сухие строительные смеси, модифицированное хлормagneзиальное вяжущее, ячеистый бетон, гигроскопичность.

В настоящее время все большее распространение получают строительные материалы, обладающие повышенными декоративными и эстетическими качествами. Их применяют для отделки фасадов, устройства теплоизоляционных несущих стен в малоэтажном строительстве. Для изготовления таких материалов чаще всего используют портландцемент и известково-кремнеземистое вяжущее. Однако это влечет за собой повышение затрат на приобретение дорогостоящего оборудования и выработку энергии для проведения тепловлажностной обработки. Магнезиальные же материалы и изделия характеризуются быстрым набором прочности в естественных условиях. Кроме того, они являются энерго- и ресурсосберегающими, так как магнезиальное вяжущее и тонкомолотая модифицирующая добавка являются отходами огнеупорной и металлургической промышленности соответственно. Материалы на его основе не требуют дополнительных энергозатрат при их получении, кроме того, они обладают рядом положительных свойств, таких как низкая гигроскопичность и теплопроводность при высокой прочности и водостойкости и т. д.

Поэтому изготовление материалов строительного назначения на основе магнезиального вяжущего является актуальной проблемой, требующей целенаправленного исследования и интерпретации.

Таким образом, целью данной работы является получение эффективных магнезиальных материалов – магнезиального газобетона и сухих строительных смесей с повышенными технико-экономическими показателями.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи.

1) исследовать возможность получения магнезиального газобетона и сухих строительных смесей (далее ССС);

- 2) разработать данные магнезиальные материалы;
- 3) оценить область применения данных материалов.

Для проведения исследований использовали следующие материалы:

- магнезиальное вяжущее – ПМК-75 (ОАО «Комбинат «Магнезит», г. Сатка), по ГОСТ 1216–87, ТУ 5745-004-70828456-2005;
- водный раствор хлорида магния плотностью 1,22 г/см³ по ГОСТ 7759–73;
- железорудный конгломерат ООО «Бакальские рудники» в виде тонкомолотого порошка (остаток на сите № 008 не более 15 %);
- вспученный вермикулит фр. 0...1,25 мм (ГОСТ 9757–90) производства ЗАО «Уралграфит»;
- 30%-ная перекись водорода по ГОСТ 177–88.

Для реализации эксперимента планировали двухфакторную модель для каждого вида изделия, в котором значимыми факторами были выбраны:

для газобетона:

X_1 – количество АД, варьируемое от 0 до 10 % от массы вяжущего;

X_2 – количество перекиси водорода, в количестве 5,8...7,8 % от массы вяжущего;

для сухих строительных смесей:

Y_1 – отношение MgO/вермикулит, равное 75/25, 50/50, 25/75;

Y_2 – количество АД, равное 0 %, 2,5 % и 5 %.

В качестве откликов были приняты основные свойства разрабатываемых материалов в соответствии с ГОСТами. Для этого были изготовлены образцы соответствующих размеров.

Формовочные массы газобетонной смеси получали перемешиванием магнезиального вяжущего с добавкой и большей частью затворителя, а далее вводили смесь перекиси водорода с оставшейся частью затворителя в соотношении 1:1.

ССС получали подготовкой гарцовки, а строительный раствор – последующим затворением её водным раствором затворителя.

Все образцы твердели в естественных условиях. Адекватность полученных математических моделей оценивали с помощью критерия Фишера. План-матрица разработки материалов показана в табл. 1.

Таблица 1

План-матрица магнезиального газобетона и СССР

Газобетон				ССС			
Содержание добавки, %		Количество перекиси водорода, %		Количество «вяжущее/вермикулит», %		Количество добавки, %	
код X_1	знач.	код X_2	знач.	код Y_1	знач.	код Y_2	знач.

Для определения расхода исходных компонентов на производство 1 м³ газобетона, пользовались известным расчетом состава газобетона с некоторыми корректировками, связанными с плотностью затворителя.

Разработанная магниезиальная штукатурная смесь отвечает всем предъявляемым требованиям и является эффективным декоративным покрытием, имеющим красивый цвет и блеск, придаваемый вермикулитом.

Состав магниезиального газобетона: магниезиальное вяжущее; 5 % добавки; водный раствор хлорида магния плотностью 1,22 г/см³; 30 %-ная перекись водорода в количестве 6,7 %.

Свойства: класс по прочности при сжатии не ниже В 2,5; класс по средней плотности D 600; морозостойкость F35; усадки при высыхании не более 0,09 мм/м; сорбционная влажность не превышает 1,7 %; водостойкость (коэффициент размягчения) равна 0,67; водопоглощение по массе в пределах 34 %; общая пористость 76,8 %; количество открытых пор не более 20 %; количество замкнутых пор не менее 55 %; теплопроводность не более 0,16 Вт/(м·°С); паропроницаемость не более 0,07 г/(м·ч·Па).

Разработаны сухие строительные смеси для наружного применения состоит из магниезиального вяжущего ПМК–75, 25 % вермикулита и 10 % добавки, плотность затворителя для будущей смеси выбрана 1,22 г/см³.

Магниезиальные сухие строительные смеси для наружного применения имеют: марку по подвижности Пк 2, водоудерживающую способность более 95 %, плотность менее 1500 г/см³, расслаиваемость менее 3 %.

Затвердевший раствор для наружного применения имеет марку по прочности при сжатии В 150, F 35, деформации усадок не более – 0,22 мм/м; водопоглощение по массе не более 15 %, водопоглощение по капиллярному подсосу не более 0,4 кг/м²·ч 0,5, гигроскопичность не более 10 %, водостойкость не менее 0,7, коэффициент теплопроводности не более 0,29 Вт/(м·°С), коэффициент паропроницаемости не более 0,23 мг/м·ч·Па.

Таким образом, разработанные теплоизоляционные и отделочные материалы можно использовать в комплексе. Кроме того, сухая строительная смесь помимо прочих положительных свойств обладает также красивым цветом за счет вводимой добавки и оригинальным блеском благодаря вермикулиту.

Технология получения магниезиального газобетона заключается в следующем: магниезиальное вяжущее и добавка доставляется на предприятие авто- или железнодорожным транспортом в вагонах-хопперах. Заполнитель и перекись водорода поставляется в цистернах железной дорогой. Из резервуаров, содержащих воду и бишофит технический, через объемные дозаторы, в смесителе получают раствор плотностью 1,22 г/см³. Добавка подвергается помолу, а затем смешивается с вяжущим. Затем в смесителе перемешивается с большей частью затворителя. Параллельно в другую емкость дозируют необходимое для замеса количество перекиси водорода и

оставшуюся часть затворителя. После чего в смеситель из емкости вливают полученный раствор, после чего газонаполненную растворную смесь с помощью экструдера или шнекового питателя подают в металлические формы. В течение четырех – пяти часов газобетон набирает необходимую пластическую прочность, обеспечивающую транспортирование, резку горбушки отформованных изделий или массивов. После распалубки массив подвергают резке на изделия определенной формы и размеров. Хранение и доводка изделий из ячеистого бетона происходит в естественных условиях. Достоинством магнезиального газобетона перед автоклавным на цементном вяжущем является отсутствие автоклавной обработки.

Для производства сухих строительных смесей исходные компоненты поставляются на предприятие авто- или железнодорожным транспортом.

Основные технологические переделы:

Магнезиальное вяжущее пневмотранспортом подается в силосы, добавка поступает в бункер, бишофит – в резервуар, заполнители – на склад инертных материалов. АМД подвергается дроблению и помолу до фракции 0,08 мм. Заполнители рассеивают на фракции $\leq 1,25$ мм и дозируют в смеситель, фракцию более 1,25 мм направляют на дополнительное дробление. Магнезиальное вяжущее дозируют с помощью весового дозатора, которое затем поступает в смеситель. В смесителе исходные компоненты перемешивают, а затем расфасовывают и пакетируют. Бишофит также подвергается дроблению и помолу, затем его фасуют и пакетируют в отдельную емкость. На складе готовой продукции в одну тару укладывают один пакет с сухой смесью и второй пакет, содержащий бишофит технический. На мешках емкостью 25 кг предварительно печатают инструкцию по смешиванию и затворению полученной смеси, обязательно указывается количество воды, которое позволит получить смесь с требуемой плотностью затворителя и эксплуатационными свойствами.

В результате проведенной работы разработаны рецептуры и предложены технологические схемы производства конструкционного и конструкционно-теплоизоляционного магнезиального газобетона неавтоклавного твердения с маркой по плотности D 500...D 1000, а также сухие строительные смеси для наружного и внутреннего применения на основе модифицированного хлормагнезиального вяжущего, соответствующие требованиям стандартов.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ДИЗАЙНА ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПАССАЖИРСКОГО ПОЕЗДА

А.А. Колесова, О.Б. Терёшина

Проведен анализ и разработана классификация используемых на железных дорогах России, стран СНГ и Балтии современных пассажирских поездов разных скоростей, в том числе высокоскоростных поездов; выявлены основные тенденции и перспективы развития их дизайна.

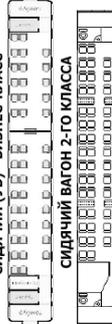
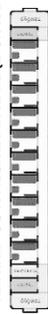
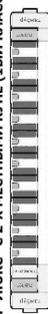
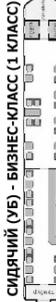
Ключевые слова: высокоскоростной пассажирский поезд, классификация поездов, дизайн поезда.

Строительство высокоскоростных магистралей (ВСМ) стало «визитной карточкой» высокоразвитых стран. Как показывает мировой опыт, ВСМ являются важным шагом к повышению мобильности населения, возрождению научно-технического потенциала страны, а также развитию экономики и туризма. На сегодняшний день важной задачей является повышение конкурентоспособности российского железнодорожного транспорта на международном и внутреннем рынке транспортных услуг, что невозможно без создания вагонов «нового поколения» с высокими техническими и эксплуатационными качествами.

Анализ существующих аналогов позволил выявить основные тенденции развития дизайна высокоскоростного пассажирского поезда, важнейшей из которых является увеличение уровня комфорта пассажиров. Критерий «уровень комфорта» и был положен в основу классификации существующих высокоскоростных пассажирских поездов (см. рисунок).

Вагоны низкого уровня комфорта характеризуются большим количеством посадочных мест. В них мало личного пространства и минимальное функциональное оснащение. Вагоны среднего уровня комфорта разбиты на купе, рассчитанные от 2 до 6 пассажиров. В вагонах этого типа пассажиры чувствуют себя психологически более комфортно, больше возможностей для реализации потребностей пассажира, в том числе за счет более разнообразного оборудования – спальные вагоны оборудуются умывальником, шкафом для одежды, телевизором.

Внутренняя среда вагонов высокого уровня комфорта максимально приближена к среде стационарного жилого пространства. Размер купе увеличен в 1,5 раза; кроме телевизора, столика, кондиционера, умывальника и шкафа для одежды предусматривается туалет, душ, DVD, Wi-Fi, электронный замок. Так поездка превращается из вынужденного пребывания в ограниченном пространстве во временное пребывание в уютной комнате, где есть почти всё необходимое для жизни и отдыха.

ВРЕМЯ В ПУТИ УРОВЕНЬ КОМФОРТА	ДО 8 ЧАСОВ	ДО 12 ЧАСОВ	ДО 6 СУТОК
1. НИЗКИЙ УРОВЕНЬ 1.1. БАЗОВЫЙ	"НЕВСКИЙ ЭКСПРЕСС" - ВАГОН С КРЕСЛАМИ ДЛЯ СИДЕНИЯ  СИДЯЧИЙ (УЭ) - ЭКОНОМ-КЛАСС		ВАГОН "ПЛАЦКАРТ" 
1.2. БАЗОВЫЙ УЛУЧШЕННЫЙ	СИДЯЧИЙ (УБ) - БИЗНЕС-КЛАСС  СИДЯЧИЙ ВАГОН 2-ГО КЛАССА 	ВАГОН "КУПЕ" С 4-Х МЕСТНЫМИ КУПЕ (2-ОЙ КЛАСС) 	
1.3. СВЕРХУЛУЧШЕННЫЙ	СИДЯЧИЙ ВАГОН 1 И 2 КЛАССОВ 	ВАГОН "МЯГКИЙ" С 3-Х МЕСТНЫМИ КУПЕ (2-ОЙ КЛАСС) 	
2. СРЕДНИЙ УРОВЕНЬ 2.1. БАЗОВЫЙ	СИДЯЧИЙ ВАГОН КУПЕ 1 КЛАССА 	ВАГОН "ЛЮКС" С 2-Х МЕСТНЫМИ КУПЕ (1ЫЙ КЛАСС) 	
2.2. БАЗОВЫЙ УЛУЧШЕННЫЙ		ВАГОН КУПЕ "1-ЫЙ КЛАСС" 	
2.3. СВЕРХУЛУЧШЕННЫЙ		ВАГОН КУПЕ "ПРЕМИУМ" 	
3. ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ 3.1. БАЗОВЫЙ	СИДЯЧИЙ КУПЕЙНЫЙ ВАГОН 1 КЛАСС (Б) 	ВАГОН "ГРАНД" С 2-Х МЕСТНЫМИ КУПЕ-НОМЕРАМИ 	
3.2. БАЗОВЫЙ УЛУЧШЕННЫЙ	СИДЯЧИЙ (УБ) - БИЗНЕС-КЛАСС (1 КЛАСС) 	ВАГОН "ГРАНД-ДЕ-ЛЮКС" БЕЗ БАРА (2-Х МЕСТНЫЕ КУПЕ) 	
3.3. СВЕРХУЛУЧШЕННЫЙ		ВАГОН "ГРАНД-ДЕ-ЛЮКС" С БАРОМ (2-Х МЕСТНЫЕ КУПЕ) 	

Классификация высокоскоростных пассажирских поездов

Анализ планировки и оборудования самого комфортного вагона «Гранд-де-Люкс», позволяет определить целевую аудиторию и основные потребности пассажира, которые были учтены при проектировании поезда. В вагонах с высоким уровнем комфорта ездят люди с высоким уровнем дохода. В среднем это мужчина, сорока–пятидесяти лет. Он едет один, либо с сопровождающим. Его поездка связана с его профессиональной деятельностью. Телефонная связь в дороге не всегда доступна, значит ему необходим свободный выход в интернет – в его купе должен быть Wi-Fi. Его работа влечёт за собой ряд стрессовых ситуаций и ему требуется эмоционально расслабиться, поэтому купе оснащено LCD-телевизором, DVD-проигрывателем и баром. Для регулировки микроклимата в купе установлен кондиционер. У такого пассажира при себе может оказаться большая сумма денежных средств, либо ценные вещи, поэтому в купе необходим электронный замок. Для максимального комфорта в купе расположены отдельный санузел и душевая кабина, а само купе существенно просторнее обычного. В таком купе человек сможет почувствовать себя особенным, уверенным и довольным поездкой.

Необходимо отметить, что уровень комфорта – комплексная характеристика, оценивающая как потребительские, так и эксплуатационно-технические качества поезда:

- в зависимости от уровня комфорта варьируется планировка вагона, количество оборудования, уровень и количество оказываемых в вагонах услуг для удовлетворения потребностей пассажиров;
- с увеличением уровня комфорта уменьшается количество посадочных мест и увеличивается стоимость проезда;
- с увеличением уровня комфорта уменьшается количество пассажиров, становится просторнее в купе и местах общего пользования, проще передвигаться в проходах с багажом, нет очередей в туалет и душ, меньше поводов для конфликтов между пассажирами;
- с увеличением уровня комфорта улучшается санитарно-эпидемиологическая и криминогенная обстановка в вагоне;
- с увеличением уровня комфорта уменьшается стресс и увеличивается степень удовлетворенности поездкой.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что тенденция развития дизайна высокоскоростного поезда в направлении увеличения комфорта для пассажиров будет сохраняться. Отдельный санузел, наличие душевой кабины, телевизора, DVD-проигрывателя, интернета, электронного замка и более просторное купе будет приятным бонусом для любого пассажира. Однако перспективное развитие этого направления дизайна должно быть связано, на наш взгляд, в первую очередь с увеличением доступности высокого уровня комфорта для всех групп населения, которые пользуются услугами железнодорожного транспорта.

Гуманизация общественного транспорта в России – важнейшая задача, решение которой связано с созданием эргономически правильно организованного пространства и комфортной психологической обстановки. Необходимо уменьшить стресс от поездки, связанный с нарушением личного пространства незнакомыми людьми, перемещением тяжёлого багажа, спешкой, страхом перед поездкой. Одним из путей развития в направлении увеличения комфорта для пассажиров может стать также ориентация на более широкую целевую аудиторию. Например, необходимо уделить больше внимания потребностям пассажиров с детьми.

Недостатком по-прежнему остаётся ограниченное пространство, возможность движения внутри вагона. Пассажир практически всю поездку находится в статичном положении, в одном и том же интерьере и позе. Следует создать условия, которые позволят разнообразить досуг и физическую активность во время поездки. Одним из путей решения этой проблемы может стать наличие вагона с пространством и оборудованием для занятий спортом. Ещё одной не решённой проблемой остаётся тяжёлый багаж, необходимость его перемещение по вагону в стесненных условиях. Ленточный транспортёр внутри вагона и подъёмники для транспортировки багажа на верхние полки позволит решить эту проблему.

Существуют возможности и для увеличения комфорта в пассажирском вагоне с креслами для сидения, предназначенном для выполнения массовых перевозок пассажиров с длительностью пребывания в пути не более 12 часов. В вагонах открытого типа с креслами для сидения можно установить контейнеры с питьевой водой, рядом с креслом персональные шкафы с электронным замком. Не будет лишней и система контроля за чистотой в вагоне. Например, в тамбуре может быть установлено оборудование для автоматической очистки и сушки обуви. В трёх вагонах поезда «Сапсан» установлены машинки для мытья обуви, но их можно усовершенствовать и установить во всех вагонах.

В проводимой научно-исследовательской и проектной работе хотелось бы поддержать развитие тенденции к увеличению уровня комфорта в пассажирских вагонах. Разработка новых типов железнодорожных вагонов на основе современных требований повысит конкурентоспособность российских производителей. Необходимо свести к минимуму ограничения возможностей пассажиров в условиях закрытого и ограниченного пространства. Итоговым результатом нашей работы станет дизайн-проект высокоскоростного пассажирского поезда с различными типами вагонов по функции, уровню комфорта и времени следования в пути, что поможет сбалансировать общее количество мест в поезде и одновременно качественно удовлетворить потребности пассажиров. Планируется разработка общего вагона для отдыха и занятий спортом.

ПРОБЛЕМЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОЙ КИРИЛЛИЦЫ В СРАВНЕНИИ С ЛАТИНИЦЕЙ

Л.М. Либерман, А.А. Окраинская

По результатам сравнительного анализа латинского и кириллического алфавитов были выявлены ключевые особенности формирования последнего. Обозначены важнейшие проблемы и предложены варианты для дальнейшего совершенствования кириллической шрифтовой формы, направления последующих исследований в данной области.

Ключевые слова: теория и история дизайна, формообразование, алфавит, шрифт, кириллица.

Для того чтобы сравнить современные латинский и современный кириллический шрифты, рассмотрим историю их возникновения, отметим сходства и различия.

Свои истоки письменность берет тысячелетия назад. Первоначальным этапом в развитии письменности стала пиктография – система графических изображений, в которой каждое отдельное изображение предмета выражало слово или словосочетание. Наиболее ярким примером пиктографического письма можно считать египетское иероглифическое письмо. Оно насчитывало около 800 иероглифов, позднее их число увеличивалось. Иероглифы использовались, в основном, для монументальных построек, для записей использовались более простые иероглифы. Таким образом, для обыденных записей было создано курсивное иероглифическое письмо. Далее письменность разделилась на два типа: иератическое – служило для жрецов и демотическое – народное. С возникновением демотического письма началось развитие школ для обучения письму.

Большой вклад в развитии письменности внесли семитские племена, в V в. до н.э. семитская письменная система представляет собой симбиоз некоторых египетских иероглифов и знаков, нововведенных семитами для обозначения согласных. Семитская письменность охватывала большие регионы Ближнего Востока, Месопотамии.

Прото-синаитская ее последователь прото-финикийская система письменности стали первыми знаковыми системами, которые можно назвать первыми алфавитами. Большое влияние на дальнейшее развитие письма оказал финикийский алфавит, который стал прародителем алфавитов для большой группы языков. Алфавит включал в себя только согласные звуки, писался справа налево и насчитывал 22 символа. Простота начертания и малая численность символов привели к широкому распростра-

нению финикийского алфавита на все Средиземноморье, поскольку эта система знаков могла быть приспособлена на любой язык, была удобна для быстрых записей и понимания. Финикийский алфавит дал толчок к развитию разных письменностей (древнееврейская, арамейская и южноаравийская письменности), одной из которых, стала греческая.

Греческое капитальное письмо претерпело существенные изменения, развиваясь из финикийского. Греки добавили в свой алфавит знаки для гласных звуков. Греческое письмо обрело простые, лаконичные, геометрические формы, вероятно, вследствие развития математики, геометрии и остальных точных наук. В наше время буквы греческого алфавита используются как международные знаки в математике. Написание стало правосторонним, предпосылками чего был бустрофедонический способ письма. Греческая письменность распространяется благодаря походам Александра Македонского по всему эллинистическому миру. Спустя некоторое время примерно в 700 г до н.э. из западного варианта греческого алфавита выделяется этрусский алфавит. В примерно 400 г. до н.э. из этрусского выделяется латинский алфавит.

Сравнивая историю формирования латиницы и кириллицы, нужно отметить интересные пересечения этих двух систем письма. Оба этих письма сформировались в то время, когда греческая архаика разделилась на две ветви: римское монументальное письмо и греческое капитальное письмо. Таким образом, можно сказать, что две эти письменные системы родственны и имеют одни истоки. Однако появление кириллицы состоялось с большой временной задержкой от латиницы, которая к IX–XX вв. уже сформировалась в каролингский минускул, который стал прообразом для современных букв латиницы.

Следует отметить, что латинский шрифт испытал на себе многие стилистические влияния, у кириллицы же такой возможности не было, вероятно, в результате монополии церкви на книжное дело и малом распространении грамотности в целом. Так же на латинское письмо оказывала огромное влияние господствующая в определенный период стилистика архитектуры, которая накладывала отпечаток на определенные особенности рисунка письма.

Переход от устава к полууставу в кириллице был закономерным, поскольку в полууставе значительно повысилась читабельность и удобность для написания, но из-за церковной канонизации дальнейшего развития либо экспериментов практически не было на протяжении многих веков. Вязь отвечала потребностям в декоративных заголовках и была приближена к орнаменту, вследствие чего очень плохо читалась. Так же при развитии книгопечатания возникла потребность в создании минускула, но скоропись не могла стать основой для его создания даже не в силу своей неразвитости, а по причине разницы конструкций. В то время как латиница смогла

опробовать несколько видов стилистики письма, вернуться к антикве, переосмыслить ее и создать шрифт, который стал основополагающим для латиницы (гуманистическое письмо), кириллица никаким образом не развивалась. Но в конце XVII – начале XVIII в. Пётр I решает провести реформирование полуустава и кардинально изменить внешний вид шрифта. Эта реформа была вынужденной мерой, поскольку развитие книгопечатания требовало четкого и читабельного шрифта. На этом этапе развития латиница и кириллица приобретают общие черты, которые стали возможны благодаря родственному происхождению их конструкции. Реформа гражданского шрифта была проведена поспешно, на выбор путей решения проблем письма влияли не только недостатки существующего шрифта, но и идеология Петра I. Но нельзя не отметить плюсы этой реформы, такие как повышение читабельности и скорости чтения, и создание прописных букв.

Реформа гражданского шрифта имела большое значение в истории кириллицы. Шрифт практически полностью изменил свой рисунок. Пётр I отменил знаки силы, титлы и лигатуры. Шрифт был создан на основе рисунка латинской антиквы, но преобразовывался без учета исторической преемственности. В целом гражданский шрифт светлый, но, как и в наше время, он требует большего размера, чем латинский. Были исключены в общей сложности исключены 11 букв. Пётр I отрицает прославянские и прогреческие буквы, ориентируясь только на латиницу. Как отмечает в своей работе Кудрявцев А.И., в современном алфавите из 31 буквы только 6 знаков имеют графему, построенную на основе скорописи (з, ж, ф, ю, ц, у).

Таким образом, только в XVIII в. появился прообраз шрифта, который требовал тщательной доработки и мог привести к чистому, выверенному и красивому шрифту. Но этого не произошло, постепенно гражданский шрифт потерял все свои преимущества. Можно сказать, что в своем историческом развитии кириллица отстает от латиницы на века,

Проблемы современной кириллицы:

1. Небольшое количество выносных элементов. Отсутствие верхних выносных элементов обусловлено наличием титлов над словами. Уменьшает идентификацию букв, вследствие чего, снижается скорость чтения.

2. Широкое письмо по отношению, например к латинскому, неэкономично, поскольку занимает слишком много места.

3. Большое количество широких вертикальных элементов также уменьшает скорость чтения, поскольку читателю необходимо больше времени для идентификации знаков, взгляд постоянно тормозит на вертикальных элементах.

4. Небольшое количество символов, построенных на основе полуустава, лишает шрифт исторически сложившихся стилистических особенностей.

Пути решения:

1. Внедрение в шрифтовую форму диагоналей, способствующих идентификации букв и увеличивающих скорость чтения.
2. Внедрение или усиление верхних выносных элементов у прописных букв, например, у букв Й, Б, В, У, с учетом исторического развития.
3. Внедрение или усиление нижних выносных элементов у прописных букв Р, К, З, Д, Щ, Ц, У, с учетом исторического развития.
4. Особое внимание к буквам Ф, Ж, Ю, Ы, поскольку они имеют сложную шрифтовую форму и занимают много места.

К сожалению, процесс формирования шрифта может занять длительное время, поскольку решить все проблемы современной кириллицы одновременно невозможно. Решение этих проблем должно проходить постепенно, поскольку если радикально изменить некоторые знаки с учетом знаний истории и логики построения шрифтов, может ухудшиться читабельность, которая во многом определяется привычностью к определенным буквам. Так же на данном этапе невозможно решить все проблемы, создав единый шрифт, отвечающий всем потребностям современной кириллицы, поскольку сама форма знаков не идеальна и все буквы вместе смотрятся очень разрозненно, но, постепенная работа с формой каждой буквой, со временем может привести к положительным результатам.

Во многом задачу современным шрифтовикам облегчает наличие средств компьютерного моделирования гарнитур, что позволяет быстро и точно создавать шрифты. Так же компьютерные технологии и современная печать предоставляет возможность создавать шрифты любой формы для любой области применения и экспериментировать, добиваясь лучших результатов и образцов современного шрифта.

Библиографический список

1. Кудрявцев, А.И. Теоретические аспекты и актуальные тенденции развития современного шрифтового дизайна: дис. ... д-ра искусствоведения / А.И. Кудрявцев. – М., 2007. – 384 с.
2. Тоотс, В.К. Современный шрифт / В.К. Тоотс. – М.: Книга, 1966. – 269 с.
3. Рудер, Э. Типографика / Э. Рудер. – М.: Книга, 1982. – 289 с.
4. Чихольд, Я. Облик книги / Я. Чихольд. – М.: Книга, 1980. – 240 с.
5. Гордон, Ю. Книга про буквы от Аа до Яя / Ю. Гордон. – М.: Изд-во Студии Артемия Лебедева, 2006. – 381 с.

ВЫРАЗИТЕЛЬНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В СОВРЕМЕННОЙ АКТУАЛЬНОЙ ИЛЛЮСТРАЦИИ

Л.М. Либерман

В статье рассматриваются основные выразительные средства современной иллюстрации в свете тенденций развития техники создания и воспроизведения графики, а также динамика стилевых направлений в современном изобразительном искусстве.

Ключевые слова: иллюстрация, современное искусство, выразительные средства графики, стили в искусстве, искусствоведение, дизайн.

Тенденции современного актуального изобразительного искусства таковы, что искусство, обращаясь в большей степени к разуму зрителя, а не к традиционному эстетическому чувству прекрасного, используя агрессивные, деструктивные образы, зачастую теряет изобразительность и высокое качество владения художественным ремеслом, уходя в плоскость микс-медиа или даже рэди-мэйд. Тем не менее, множество талантливых художников по всему миру, не участвуя в подобной профанации, находят выход творческой энергии в жанре иллюстрации. Благодаря этому, иллюстрация как жанр изобразительного искусства прочно занимает свою нишу и служит своеобразным заповедником и даже маяком высокого уровня изобразительного мастерства.

Современный иллюстратор начала нового тысячелетия зачастую совмещает в своей деятельности сразу несколько профессий – график-станковист, владеющий традиционными манерами изображения и экспериментирующий с техниками и средствами; собственно актуальный, или коммерческий, иллюстратор, способный работать в различных необходимых заказчику стилях; графический дизайнер, который может совместить саму иллюстрацию, леттеринг, типографику в единый графический лист. Позволим заметить, что это коррелирует с делением графики на три основных вида: станковая, книжная и прикладная (ранее чаще называемая «промышленная»), в сфере которых современные иллюстраторы и практикуют.

Следует отметить, что сферы использования иллюстрации чрезвычайно широки. В первую очередь, собственно иллюстрирование художественных и технических текстов в книгах, журналах и прочих изданиях, где иллюстрация традиционно представляет собой изображение, сопровождающее изложение или поясняющее содержание. Для графического дизайна иллюстрация также представляет неотъемлемую часть, так как не только служит

средством декора для продукции промышленного производства, сайтов или упаковки, но и является основным способом передачи информации в инфографике или плакате, а также посредством дополнительной декоративной графики и суперграфики создаёт в айдентике узнаваемый образ бренда.

Благодаря тому, что практически все иллюстраторы помимо исполнения коммерческих заказов параллельно занимаются станковой графикой в том же стиле, её также всё чаще относят к жанру иллюстрации (перенос названия профессии на любое произведение автора). В этом плане скетчбуки только подтверждают данную тенденцию, так как подчиняют непосредственно станковую графику пространству альбомного формата.

Структурировать выразительные средства современной иллюстрации не является целью этой статьи, так как такую информацию дает любая художественная энциклопедия. Автор видит необходимость обратить внимание читателя на тенденции и особенности использования данных средств в мировой художественной практике. Своеобразным инструментом исследования послужил авторский блог levliberman.tumblr.com, в котором рассматриваются стилевые направления, средства и техники, а также сферы использования и истоки современной иллюстрации.

Традиционное искусствоведение различает следующие изобразительные выразительные средства графики: точка, линия, пятно и плоскость, тон, пространство листа, пластика. Иллюстрация «нулевых» и 10-х годов XXI века, благодаря развитию современных средств коммуникации и техник создания рисунка, все чаще оперирует также цветом и текстурой. Рассмотрим особенности выразительных изобразительных средств иллюстрации более подробно.

Линия – одно из главных средств изобразительности в графике. В современной иллюстрации можно отметить два основных направления. Моноширинная, механическая линия свойственна цифровой технике изготовления иллюстраций, как нельзя лучше исполняемой в векторных графических программах. Живая линия, линия с изменяющейся жирностью, исполняется от руки на листе или графическом планшете. Линия в первую очередь задает общую пластику изображения. Цифровой графике чаще свойственна геометричность, тогда как живая линия порождает общий пластичный, бионический характер иллюстрации.

Следует отметить, что иллюстраторы всё реже разграничивают цифровую и выполненную вручную графику – компьютер как инструмент позволяет практически полностью передать все нюансы последней, и в таком размежевании пропадает смысл.

Пятно, следующее по важности выразительное средство, также подчиняется общему пластическому строю графического листа, и, например, в векторной графике геометрического стиля создается при помощи графиче-

ских примитивов – кругов, прямоугольников, треугольников, многоугольников и их производных, оставаясь простым по форме. Именно поэтому пятно чаще всего является однотонным и/или одноцветным. В последние годы в иллюстрации набрал популярность ретро-стиль, обращающийся к достижениям авангарда, стиля ар-деко и модернистской иллюстрации 50–70-х годов XX века. Первые два дали графикам геометричность пластики и градиентные растяжки, последний – особенное внимание к чистоте и выразительной простоте пятна. Пятно для иллюстрации в стиле ретро чаще всего становится ключевым выразительным средством.

Характернейшей особенностью иллюстрации первых лет третьего тысячелетия является применение разнообразных текстур. Современными аппаратными и программными средствами возможно симитировать как различные «ручные», традиционные графические техники (акварель, гуашь, пастель, монотипия и прочее), так и любую другую доступную текстуру из окружающей реальности. Наибольшую популярность такая имитация приобрела в «нулевые», являясь основополагающим приемом для стиля гранж, для которого характерно применение различных текстур потертых, разрушающихся поверхностей металла, дерева, бумаги или ткани. Для ретро-стиля нового поколения, имитирующего стилистику модернизма, характерна передача текстур гуаши и пастели, а также различных типов растровых печатных текстур. Именно за счет текстурирования локальных пятен 2-d-иллюстраторы добавляют эффект аутентичности и уникальности изображению; 3-d-иллюстрация просто немыслима без применения текстур.

Цвет в современной иллюстрации приобретает всё большее значение. Реалистичная иллюстрация, особенно в жанре фэнтези, использует все возможности цвета, в том числе живописные. Графическая иллюстрация также стремится к большему цветовому разнообразию, хотя иллюстраторы, в зависимости от поставленных задач и средств воспроизведения, прекрасно справляются и с изготовлением одноцветных или дуотонных изображений. В целом, цифровая графика оперирует цветом чаще исполненной вручную, так как возможность корректировки цвета с помощью компьютерной техники особенно удобна и практически бесконечна. Стоит лишь отметить некоторую ограниченность цвета, пока еще присущую цифровой графике, но, с совершенствованием техники создания и воспроизведения изображений, эти границы, скорее всего, будут нивелированы.

В связи с ростом популярности стиля ретро, тон, особенно в графике цифровой, всё чаще создается при помощи градиентных растяжек. Инструменты в растровой графике, подобные инструментам «затемнение» и «осветление» Фотошопа, позволяют легко градуировать и варьировать тональные характеристики изображения.

Пространство листа в современной графике решается двумя способами. Более традиционным жанрам и направлениям присущи абсолютное заполнение формата и создание в нем иллюзорного пространства, реалистичного, сюрреалистичного коллажного или плоскостного и их вариаций. Особая игра с пространствами такого рода характерна для комиксов. В иллюстрациях, изображающих отдельных персонажей или объекты, пространство листа интереснейшим образом перетекает от плоскостных рамок формата к иллюзорному объемному пространству изображения.

Все вышеописанные средства интегрируются в пластике иллюстрации. Геометричность и упрощенность, схематичность характерны для ретро-стиля; усиленная экспрессия и деструктивная динамика культивируются в психоделическом направлении в иллюстрации; в работах сюрреалистичного и реалистичного толка можно отметить стремление к передаче природного богатства пластики.

Таким образом, несмотря на разнообразие стилевых направлений, в современной актуальной иллюстрации на сегодняшний момент наметились следующие тенденции: расширение применения компьютерных технологий в художественной практике, взаимопроникновение цифровой и традиционной техник; смещение моды на стилистику иллюстративных изображений от гранжа и винтажа к ретро и психоделике, повышенный интерес к геометричности и простоте в пластике; рост значимости цвета в графической иллюстрации, повсеместное применение текстур.

Библиографический список

1. Либерман, Л.М. Стили иллюстрации // Inspiration. Авторский блог Л.М. Либермана. 2012–2013. – <http://levliberman.tumblr.com/tagged/Illustration-style>
2. Бобринская, Е.А. Футуризм / Е.А. Бобринская – М.: Галарт, 2000. – 192 с.
3. Искусство. Современная иллюстрированная энциклопедия. / Под ред. проф. А.П. Горкина. – М.: Росмэн; 2007. – 560 с.
4. Саруханян, А.П. К соотношению понятий «модернизм» и «авангардизм» // Авангард в культуре XX века (1900–1930 гг.): Теория. История. Поэтика: в 2 кн. / под ред. Ю.Н. Гирина. – М.: ИМЛИ РАН, 2010. – 600 с.
5. Стили мирового искусства / под ред. Г. Фосси, – М.: БММ, 2010. – 1079 с.

ТЕОРИЯ ВОСПРИЯТИЯ ЦВЕТА

М.И. Неклюдов

В статье рассматриваются две теории цветоведения выходящие за рамки раздела «Композиция». Мы рассматриваем аспект воздействия цвета на людей, так как цвет – это мощный изобразительный инструмент.

Психологическое восприятие цвета зависит от многих факторов: традиций народа, времени, личных предпочтений, настроения и состояния самого человека. Физиологические механизмы восприятия цвета стали активно изучаться после открытия физической природы света.

Вопрос кодирования цвета нервной системой решался многими учеными. Начало научному исследованию цветового зрения положила известная работа И. Ньютона «Оптика». В изучении цветового восприятия важным является вопрос о том, что частота излучения в видимой части спектра весьма велика – значительно больше, чем та частота, которую могут непосредственно воспроизвести нервные элементы. Возникает вопрос о том, каким образом частота света кодируется нервной системой. Первый, кто пытался разрешить проблему цветового восприятия, был Томас Юнг, искавший объяснение этому факту не в природе света, а в физиологии человека. Он выдвинул теорию, развитую в дальнейшем Германом фон Гельмгольцем. Юнг разработал первую содержательную теорию цвета, исходя из хорошо известного факта трехкомпонентности цветового зрения. Эту гипотезу впервые выдвинул еще М.В. Ломоносов. Если бы существовали рецепторы, чувствительные к каждому отдельному цвету, тогда их должно быть, по крайней мере, 200 различных типов. Многие другие ученые строили свои цветовые модели на основе трех основных цветов, в том числе И.В. Гёте, Ф.О. Рунге, М. Шеврёль, В. Бецольд, В. Оствальд, А. Хёльцель.

Швейцарский художник, теоретик нового искусства и педагог Иоганнес Иттен в своей книге «Искусство цвета» опираясь на опыт предшественников изучавших физическую природу света предлагает, к рассмотрению физиологический и психологический аспекты воздействия цвета. И. Иттен построил свою теорию, интегрировав в ней найденные ранее закономерности, преломив их понимание, модернизировав инструмент цветового круга (рис. 1) – расширил представление о функциях дополнительных цветов и цветовых контрастов. Но существует ряд проблем и несостыковок в этой теории, например, взаимодополнительные цвета в цветовом круге И. Иттена (даже при всем желании) не могут образовывать в результате

взаимного смешения ахроматический (средне серый) цвет. Неужели нас вводили в заблуждение и Иттен не прав? Гармонии цветовых отношений не существует? Надо вообще забыть про всякую теорию цвета, цветоведение, и опираться только на персональное чутье? Значит, никакой объективности в цветоощущениях нет? И так далее, в том же пессимистическом духе.



Рис.1. Двенадцатичастный цветовой круг И. Иттена

Самым ярким «оппонентом» теории И.Иттена является немецкий физиолог Эвальд Геринг. Чуть раньше чем Иттен, в 1874 году он выдвинул гипотезу, в которой показал, что в цветовом ощущении и восприятии участвуют три пары процессов, которым соответствуют ощущения красного/зеленого, синего/желтого, черного/белого. При этом на каждую пару процесса приходилось два антагонистичных процесса противоположных реакций нервных клеток. Эти реакции были отрицательными и положительными (по теории Геринга – ассимиляция и диссимиляция). Но это еще не все. Геринг построил свою теорию на предположении существования двух каналов хроматического восприятия (красный – зеленый, желтый – синий) и одного канала ахроматического цвета (белый – черный), поэтому теорию Геринга называют еще теорией оппонентных цветовых пар (рис. 2). Ученого поразило то, что невозможно представить цвета, которые описываются как желтовато-синий или красновато-зеленый. А также то, что при их смешивании (желтый + синий, красный + зеленый) в определенных пропорциях цвет исчезает и появляется ощущение белого. Черно-белый процесс Геринг рассматривал как пространственное сравнение или вычитание отражающих способностей, а желто-синий и красно-зеленый процессы – как явления, не связанные с окружением.

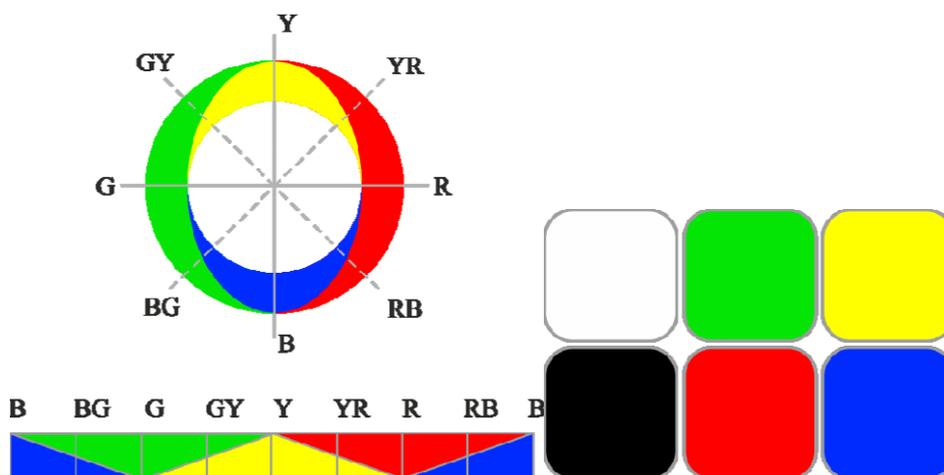


Рис. 2. Оппонентный принцип восприятия цвета

Теория Геринга, казалось, содержала доводы в пользу либо четырех типов рецепторов (красный, зеленый, желтый и синий), либо трех (черно-белый, желто-синий и красно-зеленый); оба варианта противоречили накапливавшимся данным, которые подкрепляли исходную гипотезу Юнга. Ретроспективно можно сказать, как отмечают современные психофизиологи Лео Гурвич и Доротея Джеймсон, что одна из трудностей была связана с отсутствием до 1950-х годов каких-либо прямых физиологических данных о тормозных механизмах в сенсорных системах. Такие данные появились лишь тогда, когда стала возможной регистрация активности одиночных нейронов.

Представив себе вольтметры, измеряющие положительные величины отклонением вправо, а отрицательные – влево, вы сможете понять, почему теория Геринга предполагает наличие тормозных механизмов. Желтый и синий цвета взаимно антагонистичны; смешиваясь, они уничтожают друг друга, а если стрелка красно-зеленой системы тоже указывает на нуль, то цвет отсутствует. Геринг в известном смысле на пятьдесят лет опередил свое время. Как это случалось и раньше в истории науки, две теории, на протяжении десятилетий казавшиеся несовместимыми, обе оказались верны. В конце прошлого столетия никто не мог предположить, что представления Юнга и Гельмгольца окажутся верными для рецепторного уровня, а идеи Геринга об оппонентных процессах – для последующих уровней зрительной системы. Теперь стало ясно, что эти две формулировки не исключают друг друга: обе они предполагают наличие системы с тремя переменными – это три типа колбочек в теории Юнга–Гельмгольца и три измерительных прибора или процесса в теории Геринга.

Нас изумляет то, что Геринг, опираясь на столь ограниченный фактический материал, сумел сформулировать теорию, так хорошо согласующуюся с нейронной организацией центральных механизмов цветового зрения. Тем не менее, специалисты по цветовому зрению все еще разделены на два

лагеря: одни считают Геринга пророком, а другие видят в упомянутом соответствии лишь случайную удачу. Эксперименты убедительно показали, что ощущение, возникающее в какой-либо части поля зрения, зависит как от света, приходящего от этой части, так и от света, приходящего от остальных участков. Иначе как мог бы свет одинакового спектрального состава вызывать в одном случае ощущение зеленого, а в другом – ощущение оранжевого? Принцип, применимый к черному, белому и серому и столь четко сформулированный Герингом, оказывается верным и в отношении цвета. Для цвета мы имеем оппонентность не только локальную (красный/зеленый и желтый/синий), но также и пространственную: красный/зеленый в центре против красного/зеленого на периферии и аналогичную оппонентность для желтого/синего.

Вопреки господствующему мнению многие физики, психологи, художники и дизайнеры убеждены в том, что наше время, безусловно, требует внесения ясности в вопрос о возникновении физических цветов. Так как с вопросом о возникновении физических цветов непосредственно связан вопрос о сущности света. Существенная разница состоит в том, рассматривается ли свет как составная электромагнитная волна, которую можно аппаратно разложить на составляющие, или же, как считал Гёте, свет следует понимать как «сотворенную Богом благодать, которая в материи стремится отобразить свою сущность».

Библиографический список

1. Пэдхем, Ч. Восприятие света и цвета / Ч. Пэдхем, Дж. Сондерс. – М: Мир, 1978. – С. 223–225.
2. Ричард Филлипс Фейнман. Фейнмановские Лекции по Физике. – Т. 3, гл. 35 (Цветовое зрение). – С. 175.
3. Иттен Иоханнес. Искусство цвета. – М.: Изд. Д. Аронов, 2000.
4. Гёте, И.В. Избранные сочинения по естествознанию. – Изд-во Академии наук СССР, 1957.
6. Одношивкин, В.Н. Статья о цвете в дизайне / В.Н. Одношивкин. – www.color-tone2d.pp.net.ua
7. Уолд, Дж. Scientific American, Восприятие, механизмы и модели / Дж. Уолд. – М.: Мир, 1974. – 138 с.

СРЕДА ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ В СОВРЕМЕННОМ ВИДЕНИИ ПРОБЛЕМ

Л.М. Птицына

Среда общественного назначения – система зданий и сооружений и связанных с ними и определяющих их функцию интерьеров, ориентирована не на одиночного, а на «коллективного» потребителя и их главную суть можно представить как общественное потребление продукта – материального или духовного. Общей чертой всех этих объектов и систем является создание условий различных форм общения и обслуживания разных групп населения – обмена информацией, товарами, услугами, выработки совместных решений, личного или коллективного контакта с культурными ценностями, историческим наследием.

Ключевые слова: дизайн, дизайн архитектурной среды, дизайн городской среды, культура, культурная ценность, общественные здания, проект, среда общественных зданий, средовое проектирование.

Здания и сооружения общественного назначения всегда были важной частью жизнедеятельности человека. «Среда общественных зданий и сооружений – средовые объекты и системы, предназначенные для общественной жизни, науки, образования, торговли, административной, деловой и культурно-просветительской деятельности» [2, с. 107]. Влияние предметно-пространственного окружения на культуру городских сообществ признается очевидным и в большинстве случаев значительным и задача установления связи между этим окружением и культурным потенциалом общества остается по-прежнему актуальной. Как утверждает Чарльз Лэндри, публичное или общественное пространство – это сложное понятие. Это одновременно и физическое пространство, и арена, где происходит обмен и взаимопонимание – от физического общения до газет и киберпространства. Именно в публичном пространстве происходят встречи и события, неформальные или формальные. Они помогают развивать творческий потенциал, поскольку позволяют людям выходить за пределы семейного круга, профессиональных и социальных отношений. «Таким образом, публичная сфера напрямую связана с открытиями, расширением горизонтов, с областью непознанного и удивительного, эксперимента и приключения» [4, с. 180].

Развитие культуры было бы невозможно без преемственности опыта, накопленного человечеством. Важную роль в этом процессе занимает архитектура. Храмы, дворцы, мосты, пирамиды, театры, просто старинные

здания, сохранившие в себе отзвуки истории, являются для нас культурной ценностью. Каждый тип здания обладает исторической конкретностью и отвечает требованиям своего времени. Появление различных архитектурных сооружений определяется политическим устройством страны, её общественным укладом, идеологическими требованиями, бытовыми условиями, системой религиозных верований, народными традициями. Общественные здания возникли как культовые сооружения. Монументальная архитектура наибольшее распространение получила в эпоху Древних царствований. Помещения дворцов можно рассматривать как прообраз будущих светских интерьеров. В разные эпохи изменялись не только типы построек, но и разновидности зданий. Художественная ценность архитектурных сооружений определяется решением внешнего и внутреннего облика здания. В различные времена у разных народов существовали свои особенные представления о красоте и художественной гармонии. Это отражалось и в архитектуре.

Можно отметить перспективу развития такого нового направления в современном проектировании как дизайн архитектурной среды. Например, В. Ф. Сидоренко отмечает, что в плане выработки новой методологии проектирования очень важно уже сейчас организовать и всячески поощрять научно-проектно-поисковую деятельность по созданию образцов среды будущего, направленную на постановку и решение проблемы устойчивого экономического и социально-культурного развития общества. Центральными проблемами остаются проблемы человека. Концепции «Человека производственного» и «Человека деятельностного» должна уступить место концепции «Человека экологического». Выдвигается тезис: подлинная проектная культура является альтернативой «постороннему» проектному сознанию, альтернативой развитию исключительно техники средств. Позитивный смысл проектной культуры заключается в определении её сверхзадачи как претворении замысла о совершенстве мира, составляющего параллельную суть культуры данного народа [6, с. 23]. Как отмечает О.Н. Яницкий, самое главное состоит в необходимости решительного изменения самого принципа оценки среды обитания людей, где ключевую роль должны играть качественные показатели, когда результат оценивается по конечному результату, т. е. по качествам человека, который в среде воспроизводится [7, с. 30].

Аналогичную озабоченность высказывают и зарубежные ученые. В статье Х. Делитц, научного сотрудника факультета истории и социологии культуры Технического университета Дрездена, «Архитектура в социальном измерении» поставлена проблема социальной и культурной природы архитектуры. В ней говорится о том, что в рамках ни одной из культурологических теорий не предпринималось попыток сформулировать проблематику архитектуры с позиций культуры и социологии, и разработать

на основе анализа изучения данных проблем соответствующие методы проектирования. Объектом изучения должен стать как сам феномен зданий и сооружений, так и изучение места и роли пространства в исследованиях социологии и культуры. Х. Делитц отмечает, что методы изучения среды архитектурного пространства еще в начальной стадии развития. Главной комплексной задачей остается анализ современного общества с точки зрения облика города. При этом предполагается взаимно пересекающееся родство архитектуры и социальных процессов.

Х. Делитц предлагает свой системный подход: рассматривать архитектуру главным образом как «средство отражения социальных процессов», основанный на концепции философской антропологии, культурологической и социальной теории в её антропологической части. В основе её предложения лежит идея рассмотреть на основе архитектуры модерна, в какой степени общество и социальный строй воплощаются в архитектуре и одновременно ею обосновываются, например, как влияет архитектура на конкретные социальные изменения. Автор приводит пример, как известные проекты архитектуры модерна влияли на крупных архитекторов, расширяя представления о формах освоения пространства и, в результате, оказывая влияние на общество. Таким образом, Х. Делитц предполагает перейти от рассмотрения архитектуры как «ограждения с целью защиты в пространстве» к осознанию её как символа открытого общества. «С точки зрения социальной теории такая архитектура делает ставку на скрытую силу структурно-пространственной формы, чтобы перейти к «открытому обществу» через пространственные ощущения» [1, с. 114]. Иными словами, данный автор выдвигает вполне актуальную проблему взаимодействия социальных процессов и среды общественного назначения, в которой эти процессы и происходят, и их взаимовлияние.

Одной из характерных особенностей развития современной среды общественного назначения в отечественной и зарубежной архитектурной практики в XX веке следует считать тенденцию к укрупнению общественных зданий. К особенностям архитектуры XX века следует отнести её глобализацию, быструю смену художественных направлений. Огромные масштабы городского строительства, вызванные урбанизацией, породили феномен индустриального типового проектирования и, сопутствующее ему, эстетическое оскудение и унификацию городской среды. Проектируются многозальные кинотеатры и театры, крупные учебные комплексы, торговые центры и, что особенно характерно, многофункциональные комплексы. Выдвинутое в начале XX века понятие единого непрерывного пространства возникло как фиксация реального процесса развития новых типов общественных зданий. Крытые рынки, выставочные павильоны, вокзалы не требовали изоляции отдельных помещений, а, наоборот, представляли собой единое пространство, разделенное стендами и низкими перего-

родками. Создание такого единого пространства, содействуя объединению людей, решало социальные задачи, возникшие в связи с широким развитием общественных связей. Идея «переливающегося, перетекающего пространства», как его стали называть, доминировала в архитектуре как новый принцип композиции. «Общественная жизнь и на современном этапе характеризуется тем, что, с одной стороны, развиваются социальные процессы, допускающие объединение их, с другой – ряд процессов требует изоляции. Выдвигается задача общего теоретического порядка – установить принципы взаимосвязи двух качественно противоположных пространств – изолированного и открытого (непрерывно развивающегося)» [5, с. 174].

В заключение можно привести слова А.В. Иконникова: «Не будет преувеличением утверждение, что проблемы предметно-пространственного окружения по сути своей – проблемы человеческие. Человек не отделим от материальной вещественности своего бытия. Организуя окружение, он формирует материальную основу своей деятельности и системы отношений между людьми. Таким образом, планируя предметный мир, человек вместе с ним планирует свою будущую жизнь и, в конечном счете, самого себя» [5, с. 7].

Библиографический список

1. Делитц, Х. Архитектура в социальном измерении // СОЦИС. – 2008. – № 10. – С. 113–121.
2. Дизайн. Иллюстрированный словарь-справочник / Г.Б. Минервин, В.Т. Шимко, А.В. Ефимов и др.; под общ. ред. Г.Б. Минервина и В.Т. Шимко. – М.: Архитектура-С, 2004. – 288 с.
3. Лэндри, Чарльз. Креативный город: пер. с англ. / Ч. Лэндри. – М.: Изд. дом «Классика XXI», 2006. – 399 с.
4. Новикова, Е.Б. Интерьер общественных зданий. Художественные проблемы / Е.Б. Новикова. – М.: Стройиздат, 1984. – 272 с.
5. Сидоренко, В.Ф. Взаимосвязь проектной идеологии, методологии и стратегии. К вопросу о программе развития дизайна. Гуманитарно-художественные проблемы образа жизни и предметной среды. – М.: ВНИИТЭ, 1989. – С. 9–25.
6. Эстетические ценности предметно-пространственной среды / А.В. Иконников, М.С. Каган, В.Р. Пилипенко и др.; под общ. ред. А.В. Иконникова. – М.: Стройиздат, 1990. – 335 с.
7. Яницкий, О.Н. Научно-технический прогресс и городская среда / Культура города: проблема качества городской среды / О.Н. Яницкий; под ред. В.Л. Глазычева. – М.: НИИК, 1986. – 248 с.

КОМПОЗИЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СРЕДСТВО ВЫЯВЛЕНИЯ ПРОЕКТНО-ХУДОЖЕСТВЕННОГО ЗАМЫСЛА

М.Ю. Федорова

Рассматривается понятие композиционного моделирования, применение метода композиционного моделирования для создания, осмысления и разработки архитектурного замысла в учебном и реальном проектировании.

Ключевые слова: композиция, макетирование, проектирование

Творческая деятельность архитектора состоит в организации определенного пространства для разнообразных общественных потребностей материального и духовного свойства. В процессе проектирования возникает ряд проблем, в том числе и проблема композиции, создание гармонического, художественно выразительного произведения. Композиция – это структура архитектурного произведения, расположение его основных элементов и частей в определенной системе и последовательности, единство и целостность формы художественного произведения, обусловленное его содержанием [2].

Композиционное творчество придает деятельности архитектора художественную специфику. Знание основ композиции, влияющее на развитие творческой личности, должно закладываться ещё в детстве. Оно формирует элементарную грамотность восприятия произведений искусства. Обучение основам композиции базируется на глубоком знании и осмыслении творческого опыта, накопленного человечеством в области культуры. Профессия архитектора и дизайнера требует знания законов гармонии и средств, помогающих создать гармоничные произведения [1].

Во всех определениях композиции постоянно присутствует её основной признак – целостность формы. Целостность композиции и единство её элементов проявляются в таком качестве как гармоничность. Элементы находятся между собой в неразрывной связи, во взаимной соразмерности. Каждый элемент подчиняется целостной форме. Для архитектурного творчества характерно достижение композиционного единства при разнообразных компонентах, различных по внешним геометрическим формам и физическим качествам. Собственное художественное видение, знание законов композиции и высокий исполнительский уровень – такими качествами должен обладать архитектор и дизайнер

Исследуя исторические сведения, можно представить себе процесс развития проектного замысла через создание объемной модели будущего сооружения. Объемная модель была, вероятно, единственной формой поиска

нужного образа. Поисковые объемные модели, которые определяли первичные контуры, исполнялись из обычной печной глины и были недолговечны. Для детальной разработки пластики сооружения служил рабочий макет из дерева. В практике русского средневекового зодчества отсутствовали чертежи, поэтому объемная модель служила основным рабочим документом не только на этапе разработки, но и в процессе строительства. Известны объемные модели ответственных архитектурных и инженерных сооружений, на которых отрабатывались не только композиция, но и работа конструкций и методы организации работы. Интересно использование деревянных моделей как инструмент поиска оптимального проектного решения (рис. 1).



Рис. 1 Деревянная модель Спасо-Преображенской церкви в Кижях

В современном проектировании сложились устойчивые тенденции к оптимизации проектной работы, внедрению современных технических средств. Вместе с этим большое внимание уделяется объемному моделированию как инструменту совершенствования проектной идеи. Особенно важно развивать навыки познания, построения и создания композиции в

учебном проектировании. Для этих целей прекрасно подходит макетирование из бумаги и картона. Конструктивные свойства бумаги дают возможность воплощения практически любых проектных замыслов от простых до сложных. Начиная с первых занятий студенты, наряду с теоретическими знаниями, знакомятся с основными методами построения композиции и способами передачи своих проектных идей в макете [3] (рис. 2).

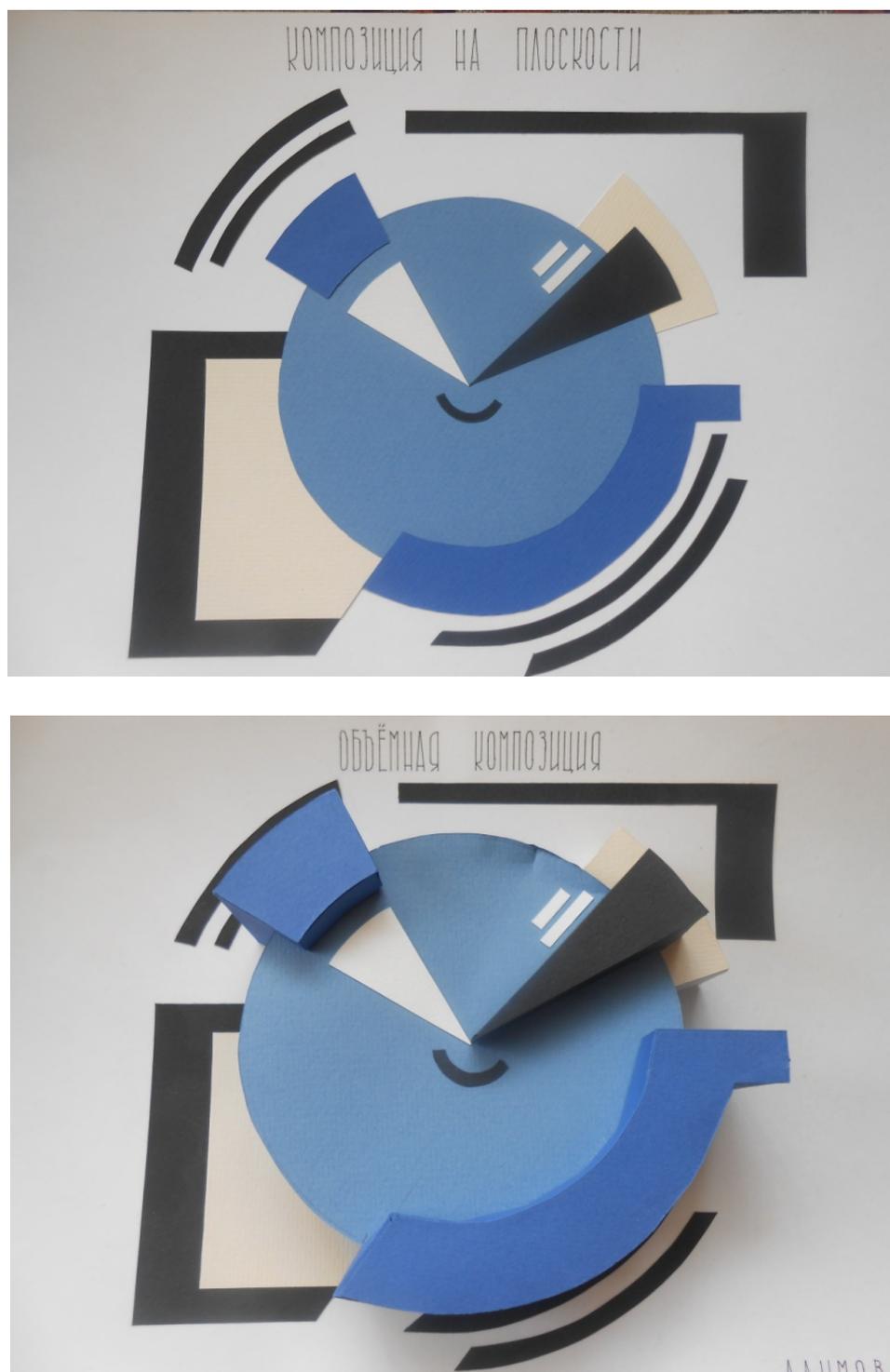


Рис. 2. Студенческий макет на тему «Плоскостная и объемная композиция»

Само слово «макет» в переводе с итальянского и французского означает набросок, то есть пространственное изображение в уменьшенных размерах. Основной задачей учебного макетирования является создание целостной художественно-выразительной системы форм. Невозможно развить собственное объемно-пространственное видение без знания основных композиционных закономерностей, таких как центр композиции, ритм, контраст, нюанс, тождество, симметрия, асимметрия, пропорции, цвет, фактура и т. д.

Особенно сложной задачей является применение нескольких композиционных приемов в одном макете. Развивая абстрактное композиционное мышление, не перегруженное функциональными требованиями, студенты открывают для себя процесс творчества и определенной степени свободы в выявлении проектно-художественного замысла. Создавая нечто новое с применением общих закономерностей, архитекторы и дизайнеры неизменно вносят элемент субъективности в свое произведение. Просмотры работ студентов, проводимые после каждого практического занятия, выявляют индивидуальность каждого макета и каждого проектного решения. Начиная с изучения создания композиций из простых элементов, наращивая знания и опыт в работе с объемно-пространственной композицией, студенты совершенствуют навыки в комбинировании, подборе и соединению различных компонентов в единое целое, являющее собой продуманную, творчески прочувствованную и грамотно подобранную схему построения будущего объекта или сооружения. Композиционное моделирование необходимо и незаменимо как на начальном этапе разработки идеи, так и в процессе совершенствования проекта.

Библиографический список

1. Рузова, Е.И. Основы композиции в дизайне среды: практ. курс / Е.И. Рузова, С.В. Курасов. – М.: МГХПА им. С.Г. Строганова, 2010.
2. Объемно-пространственная композиция: учеб. для вузов / А.В. Степанов, В.И. Малыгин, Г.И. Иванова и др. – М.: Архитектура-С, 2003. – 256 с.: ил.
3. Стасюк, Н.Г. Основы архитектурной композиции: учеб. пособие / Н.Г. Стасюк, Т.Ю. Киселева, И.Г. Орлова. – М.: Архитектура-С, 2004. – 96 с.

ЭВОЛЮЦИЯ ЦВЕТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ. РЕНЕССАНС

Д.И. Нестеров

Выявлено фундаментальное влияние знаний о цвете античности и средневековья на культуру Ренессанса. Предложено три направления исследований и творческой деятельности по цветоведению. Рассмотрено несколько авторских концепций учёных и художников эпохи возрождения. Ключевые слова: цвет; цветоведение; колористика; цветовая конструкция; Ренессанс.

Ренессанс появился на фоне следующих феноменов исторического развития: изобретений и открытий; расцвета мировой торговли; развития городов и буржуазии; начала неограниченной монархической власти во Франции и Испании. Термин «Ренессанс» («Возрождение») означает, не в последнюю очередь, жизненные ощущения, когда на место бога Средневековья приходит человек, как мерило всех вещей. Ренессанс характеризуется критическим подходом, самосознанием, общепринятостью и свойственным естественным наукам беспристрастным отношением к традициям. Таким образом, характеризует эпоху Ренессанса Вильфрид Кох в своей книге¹.

Говоря о цветовых предпочтениях Ренессанса необходимо вернуться ко времени раннего Средневековья, а именно к периоду расцвета Византийской империи. Цвет был важным компонентом византийской культуры, проникая во все сферы духовной деятельности: философию, архитектуру, изобразительное и прикладное искусство. Византийские культурные традиции весьма сильно повлияли на формирование христианского мира в целом и европейской цветовой культуры в частности. Его усложненная иерархически выстроенная цветовая система представляла собой объединение канонизированных цветовых образов и смысловых ассоциаций. Каждый цвет имел стойкий набор значений. Эта значимость изолировала его от других цветов, не позволяла сливаться и смешиваться. Цвета противостояли друг другу в этой системе, визуализируя и олицетворяя христианские догматы. В средневековой Европе вопрос об организации цветового пространства упрощался, поскольку появилась единая основа для его решения – христианская религия. Существовал единый «цветовой канон» понятный всем и всегда, используемый: в архитектуре, в одежде, скульптуре, книжной графике и театре. Такая массовая и длительная по времени цветовая система могла существовать при условии, когда этих символов было не много, а их значение – иконизировано.

¹ Вильфрид Кох. Энциклопедия архитектурных стилей. М.: БММ, 2005. С. 212.

В эпоху Возрождения в Европе осмысление цвета происходит по нескольким направлениям, причём пользовались как античной, так и средневековой классификацией цветов: воссоздание античной классификации цветов, переосмысление и приспособление средневековых цветовых схем к новым требованиям (Вазари, П. Лигорио, Л.Б. Альберти.) создание оригинальных авторских цветовых концепций, с уровня наших знаний обладающих преднаучным характером, однако заложивших основы академической науки семнадцатого века (А.С. Форциус, Ф. Агелониус, А. Кирхер, Р. Флуд, Шиффермеллер). Великие мастера эпохи Возрождения, за редким исключением, не оставили после себя развёрнутых трудов, но основы цветоведения мы изучаем по их живописи.

Леонардо да Винчи в работе «О смешении красок» вводит механическую систему смешения цветов, которая базируется на минимальной палитре – из чёрного и белого, которым он отдаёт главенствующую роль и восьми простых красок. Он даёт понятие простой краски, последовательности и пропорционального смешения цветов и оптического цветосмешения. А вот что говорит мастер Дюрер в разделе «О красках» в своем дневнике: «...когда ты пишешь что-нибудь одной краской, будь то красная, синяя, коричневая или смешанная остерегайся делать её слишком светлой в светах, чтобы она не потеряла своего цвета. Ты должен писать красный таким образом, чтобы он везде оставался красным и всё же казался рельефным, и так же со всеми красками. Того же следует придерживаться при затенении, чтобы не говорили красивый красный запятнан чёрным. Поэтому следи за тем, чтобы затенять краску сходным с ним цветом»².

Джованни Батиста Делла Порта (1535–1615) – итальянский гуманист естествоиспытатель и философ, одновременно практикующий архитектор и художник. Одним из первых итальянцев эпохи Возрождения попробовал систематизировать цвета, создал оригинальную трактовку цветовых сочетаний, которую сам применял на практике. Данные о жизни Порта весьма противоречивы. Одно время был учеником Микеланджело и выдвинулся как помощник в его важнейших архитектурных работах. Его экспериментальные исследования в оптике и других областях естествознания вызывали непонимание, а порой откровенное недоверие, настолько были своеобразны и удивительны для своего времени. В 1593 сформулировал свою цветовую модель (рис. 1).

Старейшая Западноевропейская цветовая система, известная на сегодня, принадлежит финскому астроному, священнику и философу Арону Зигфриду Форциусу (умер 1637), иногда также упоминаемого как Зигфрид Аронсен Форциус. Будучи профессором астрономии в г. Упсала (Швеция), удален из университета в 1619, после обвинения в создании астрологических пророчеств. В 1611 г. появилась рукопись, в которой Форциус раз-

² Дюрер А. Дневники. Письма. Трактаты. М.: Искусство, 1992. Т. 2. С. 97.

яснил свои мысли относительно пространственной систематизации цветов. Этот текст, пролежал неизвестным в Королевской Библиотеке Стокгольма до 1969г. В главе VII – этого труда по физике, представил свои цветовые диаграммы, на основе которых он пытается объяснить трехмерную картину мира. Форциус соглашается с Леонардо да Винчи, который на три сотни лет ранее включил черно-белый в цветовую среду, видя их рядом с желтым, красным, синим и зеленым как первичные цвета. Форциус использует четыре основных цвета (красный, желтый, зеленый и синий) наблюдая их вместе с серым как «цвет медианы», между двумя крайностями черного – белого. Цвета на поверхности сферы устроены таким способом, что созданы три противостоящих пары: красный и синий, желтый и зеленый, белый и черный, от яркого до темного по центральной оси сферы. Таким образом, впервые сформулировано понятие о четырех основных «цветных» цветах, проложен путь к современным цветовым системам. Проблема, которая первоначально осталась нерешенной – также в случае Форциуса – касалась скоординированных отношений между двумя оттенками цвета, то есть яркостью и цветовым тоном. Чистый желтый просто более яркий, чем насыщенный синий. Цветовая сфера Форциуса была только одной из широко распространенных попыток, сделанных в семнадцатом столетии, чтобы создать всестороннюю цветовую систему, для сугубо практических целей, позволяющих очень точно дифференцировать различия между стилями живописи (рис. 2).

Другим исследователем был фламандский математик и священник из Брюсселя Франциск Агилониус (1567–1617), последователь традиции Аристотеля. Который издал работу по оптике в Антверпене в 1613 году, как отметил Гете в своей «Истории Теории Цветов», вывел систему, с использованием трио красного, желтого и синего цветов, определенных в пределах линейного разделения (рис. 3). В чистой комбинации цветов, он обходится без четвертого, зеленого, который уже в свое время доставил трудности для Леонардо да Винчи. Как физик, он ввел выражение «простые цвета», означающие любой цвет, из которого могло возникнуть бесконечное число других цветов через смешивание, также применяет тройное подразделение цветов к их смесям, вводя понятие «истинных» и «намеренных» цветов. «Намеренные» цвета трудны для современного объяснения, автор предоставляет им желание и цель наделяет духовным характером из-за их утонченности и мимолётности эффекта. При работе над своим учебником оптики, Агилониус сотрудничал с голландским живописцем Паулем Рубенсом, который в то время писал свою известную визуальную аллегорию «Юнона и Аргус». Гете высоко оценил работу Агилониуса и посвятил ему полную главу.

Несмотря на индивидуальные недостатки, эти теории все же содержат истины и помогают нам проследить изменчивость представлений цивили-

зации и культуры. Зачастую представляя желание заказа, ищут подлинную мудрость и знание, они также показывают, как человек может потерять себя в хаосе «материалистических» истин. Без физики человек не может достигнуть понимания природы вселенной, но он, в то же самое время, теряет из виду другие истины. Было бы мудро рассмотреть эти идеологии как игру, они могут быть запутанными, декоративными или причудливыми, примем их, такими как есть, потому что они часть самой полной и прекрасной системы их всех – нашего мира.

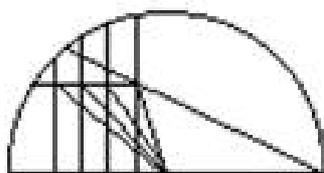


Рис. 1. Цветовая модель Джованни Батиста Делла Порта

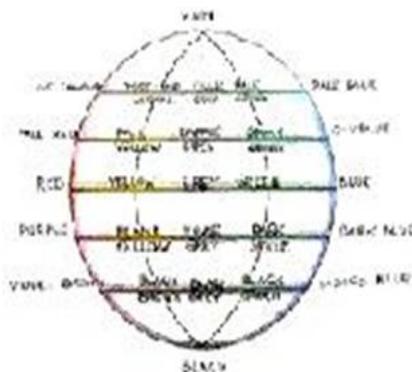


Рис 2. Цветовая модель Форсиуса

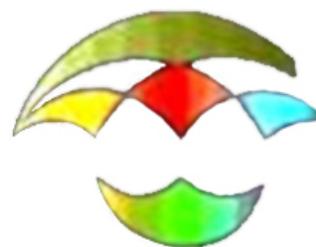


Рис 3. Цветовая модель Франсуа Агилониуса

Библиографический список

1. Вильфрид, К. Энциклопедия архитектурных стилей / К. Вильфрид. – М.: БММ, 2005. – 528 с.
2. Дюрер, А. Дневники. Письма. Трактаты / А. Дюрер. – М.: Искусство, 1992. – Т. 2. – 276 с.
3. Агюстон, Ж. Теория цвета и её применение в искусстве и дизайне / Ж. Агюстон; пер.с англ. И.В. Пеневой. – М.: Мир, 1982. – 181 с.
4. Фрилинг, Г. Человек, цвет, пространство / Г. Фрилинг, К. Ауэр; сокр. пер. с нем. С. В. Гавалова. – М.: Стойиздат, 1973. – 117 с.
5. 5. Публикации Internet: wanadoo и colorsystem.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ДИЗАЙН: ИНТЕГРАЦИЯ НАУКИ, ТЕХНИКИ И ИСКУССТВА

Н.М. Шабалина

В статье рассматривается значение организации эстетического качества выпускаемых для массового потребителя различных по назначению товаров. На репрезентативном материале проанализировано взаимодействие функционального объемно-планировочного решения промышленного объекта с его рекламно-графическим оформлением и функционально-конструктивным стилем выпускаемой массовой продукции компании.

Ключевые слова: промышленный дизайн; инженерно-художественное конструирование; наука; техника; искусство; интеграция.

Основной вектор истории культуры индустриального, постиндустриального и информационного общества включает ключевые направления: Производственное искусство – Художественное конструирование – Дизайн. В мировом масштабе формирование и развитие специфики дизайнерской деятельности истории связывают с творчеством немецкого архитектора и художника широкого профиля Петера Беренса. В 1907 году П. Беренс, прежде, больше известный как архитектор, получил предложение выступить в роли главного художественного руководителя/дизайнера крупнейшей Всеобщей компанией электричества «АЕГ». Европейская компания наряду с американской «Дженерал электрик» на протяжении более чем ста лет являлась крупнейшим производителем электротехнической продукции. Компания, возглавляемая Вальтером Ратенау, занималась как выработкой сырья, так и сбытом готовой продукции, начиная от электрической лампочки до вагонов электротрамвая. Дальновидный предприниматель осознавал важность и значение роли организации эстетического, внешнего привлекательного вида выпускаемых для массового потребителя разнообразных товаров.

Для компании «АЕГ» в Берлине Беренс спроектировал и построил Турбостроительный завод (1909), здание которого стало хрестоматийным в истории промышленной архитектуры XX столетия. Функциональное объемно-планировочное решение производственного корпуса нашло логическое продолжение в рекламно-графическом оформлении компании и функционально-конструктивном стиле эталонных образцов массовой продукции, разработанных известным художником. Перед нами достойный всестороннего изучения пример организации комплексной дизайн-концепции индустриального производства, в дальнейшем успешно реализованной дизайнерами Веркбунда и Баухауза.

Промышленный, он же предметный дизайн вобрал в себя такие разновидности, как транспортный дизайн, дизайн одежды/костюма, дизайн объектов машиностроения и оборудования, дизайн электробытовой техники. Техничко-технологическое и эргономическое решение предметов, изготовленных машинным способом прямо пропорционально уровню научно-технических достижений общества, – достижений, которые в свою очередь отражали эстетический, культурный контекст места и времени, в котором предметы создавались.

Отечественный опыт развития производственного искусства 1920-х годов нашел воплощение в инженерном и художественном конструировании Вхутемаса–Вхутеина. В передовую систему нового пролетарского образования были включены многие талантливые художники-конструктивисты (А. Родченко, В. Татлин, Э. Лисицкий, К. Мельников, И. Леонидов и многие другие), которым суждено было воспитать молодое поколение инженеров, художников-конструкторов – первых дизайнеров, как по праву их сегодня называют историки. Новаторская система профессионального образования по структуре и содержанию оказалась обоснованной новыми условиями социума, им востребованной, и в наше время имеет творческое продолжение [1, с. 77]. Мосты хронотопа – времени и места объединяют конструктивизм эпохи модернизма и деконструктивизм постмодернизма.

В мировой истории искусства, науки и техники обозначены личности, аккумулирующие своим творчеством научно-технические достижения общества, реализующие далеко идущие вперед проекты. Таким колосом в русской инженерной мысли и архитектуре явилась легендарная личность Владимира Григорьевича Шухова [4]. Его знаменитые инженерно-архитектурные гиперболоидные сетчатые оболочки и в наше время продолжают вдохновлять архитекторов всего мира на создание и разработку креативных проектов.

Уральцам вдвойне приятно осознавать причастность великого инженера к стройке века ЧТЗ/Челябинского тракторостроя, спроектированного в рамках ленинского плана ГОЭЛРО периода индустриализации социалистического общества. В 1928 году проектирование и руководство строительством механосборочного и кузнечного цехов Челябинского тракторного завода осуществлял московский инженер, член-корреспондент АН СССР, профессор В. Г. Шухов. Сообществу ученых еще предстоит изучить архивные материалы данного проекта, произвести профессиональные обмеры, фотофиксацию пока сохраняющегося инженерно-архитектурного объекта [3].

В равной степени актуальным становится и воссоздание исторической эволюции инженерного дизайна моделей челябинского трактора [2, 5]. Первый промышленный образец «Катерпиллера»/«Сталинца-60» 1933 года сменила модель «Сталинца-65», завоевавшая почетную награду «Гран-

При» на Всемирной выставке искусств и техники 1937 года в Париже (Arts et Technigues dans la Vie maderne). Трактор-призер модели С-65, оснащенный дизельным двигателем был запущен в конвейерное производство, благодаря чему Челябинский Тракторный завод стал пионером дизелестроения в СССР и впервые в стране освоил выпуск промышленной топливной аппаратуры (рис. 1, 2). С этого периода в Челябинске начиналась советская летопись промышленного / машиностроительного дизайна. Время неумолимо, приходит пора возрождения на Южном Урале лучших традиций отечественного промышленного дизайна и его стремительного развития на базе инновационных технологий в условиях информационного общества XXI века.

Очередной гордостью челябинцев является крупный инвестиционный проект отечественной «белой металлургии» реконструированного завода – Трубоэлектросталеплавильный цех «Высота 239», выполненный под руководством московских архитекторов С. Илышева и В. Юданова (2010). Ансамблевая инженерно-эстетическая организация промышленного объекта подчеркивает интеграцию, оптимальное взаимодействие функционального объемно-планировочного решения объекта с его выразительной рекламно-графической структурой и целостным функционально-конструктивным стилем (рис. 3). Современная южно-уральская многоотраслевая индустрия нуждается в собственной базе высококвалифицированных специалистов профиля «Промышленный дизайн», которых способен подготовить Южно-Уральский государственный университет.

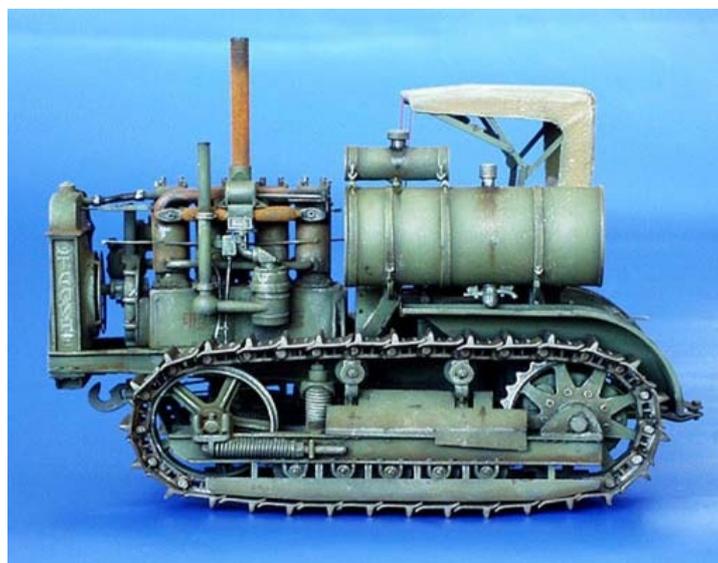


Рис. 1. Модель трактора С-60 1933 года

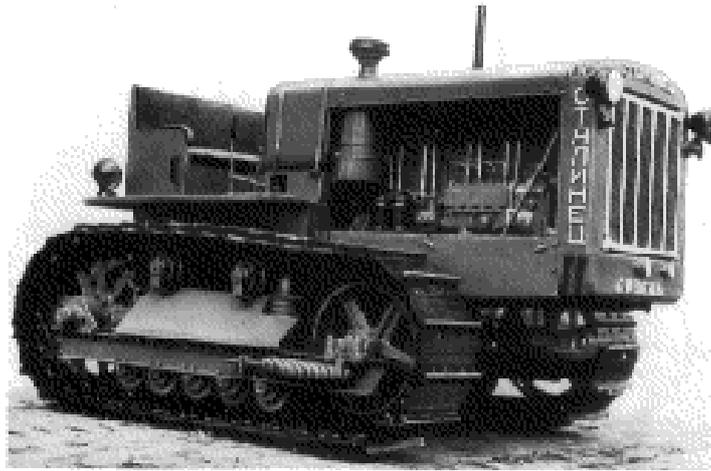


Рис. 2. Модель трактора С-65 1937 года



Рис. 3. Трубоэлектросталеплавильный цех «Высота 239», г. Челябинск, архитекторы С. Илышев, В. Юданов (2010)

Библиографический список

1. Гуринов, Л. Дизайнерская антропология / Л. Гуринов // Дизайн. Искусство. Промышленность: междунар. сб. науч. тр. / отв. ред. к. ист. н. Н.М. Шабалина. – Челябинск, 2012. – Вып. I. – С. 77–86.
2. Евсеев, Л. Первый дизельный / Л. Евсеев // Техника молодёжи. – 1975. – № 4. – С. 25.
3. Шишов, К.А. Промышленные сооружения В.Г. Шухова на Урале / К.А. Шишов // Металлические конструкции академика В.Г. Шухова / сб. ст. АН СССР / отв. ред. В.П. Мишин. – М.: Наука, 1990. – С. 54–73.
4. Шухов, В.Г. Избранные труды: Строительная механика / В.Г. Шухов; под ред. акад. А.Ю. Ишлинского. – М.: Наука, 1977. – Т. 1. – 192 с.
5. Тракторы «Сталинец-60» и «Сталинец-65». – http://www.bronetehnika.narod.ru/stalinesc-60i65/stalinesc60_15.jpg

АРХИТЕКТУРНАЯ БИОНИКА КАК СТИЛЬ АРХИТЕКТУРЫ

М.Ю. Сидоренко

Исторические предпосылки формирования теории и практики архитектурной бионики, подтвердили ее правомерность, неизбежность развития и одновременно проливают свет на становление ее направлений, которые получили развитие в наше время. Архитектурная бионика это система: «живая природа (среда) – архитектура (техника) – человек», где социальная и техническая сферы получают возможность развиваться в гармонии с окружающей природой.

Ключевые слова: архитектура; этапы; развитие; интерпретация; природные формы; бионика.

Сегодня миру известно множество архитектурных стилей: романский, готика, ренессанс, барокко, романтизм, модерн, классицизм, неоклассицизм, бионика и др.. Неудовлетворенность формой и способами, которыми архитектура выражает сущность, в мире людей извечна. Человек всегда испытывал потребность что-либо изменить, внести новое движение истории. Архитектура – одно из проявлений его деятельности. Так зарождаются новые стили и направления.

Мы стремимся к новым архитектурным формам, к более точному и понятному их выражению. Нас интересует не просто архитектурные формы, но и логическая система конструкций, отражающая развитие научно-технического прогресса.

Импульсы современной жизни всегда вдохновляют зодчих на создание новой архитектуры с помощью новых средств. Архитектурная бионика развивает художественную фантазию, но и таит в себе опасность формального понимания законов развития в природе. К настоящему времени в архитектуре появились проекты, в которых «бионика» проявляется лишь в нагромождении самым причудливым образом изогнутых линий, форм и поверхностей. Видимо, авторы этих проектов искренне считают, что чем более искривлена форма, тем она ближе к природной. В результате получают шокирующие своим уродством проекты, не имеющие ничего общего с гармонией в природе. Объединяющие, синтезирующие, мировоззренческие системы невозможно создать как бы между делом, не прилагая серьезных и систематических усилий.

На протяжении истории человек в своей архитектурно-строительной деятельности сознательно или интуитивно обращался к живой природе, которая помогала ему решать самые различные проблемы. Самостоятельное развитие человеческой ветви, сгладило органическую непосредствен-

ность животного происхождения принципа «я сам» и перевели ее на уровень более осмысленного подражания природе и строительной деятельности живых организмов.

Этот процесс, использования законов формообразования живой природы менял свой характер и границы в зависимости от объективных и субъективных факторов.

Можно выделить три хронологических этапа, предшествующих современному и соответствующих изменениям по существу этого процесса.

Первый этап наиболее древний, уходящий в глубь истории можно считать этапом стихийного использования конструктивных и функционально-пространственных средств живой природы и результатов строительной деятельности животных птиц и насекомых. Конечно, эти сооружения еще не были эстетически осмысленны, прежде всего, они были функциональными. Вместе с функцией в искусственные сооружения привносилась и природная форма, поэтому древние человеческие сооружения были – гнезда, шалаши, дольмены и т. п.

Второй этап начинается от формирования архитектуры как искусства и до середины 19 века. На всем протяжении этого большого периода все его промежуточные ступени объединились одной основой – принципом подражания природе. Это означало главным образом использование форм природы с изобразительно-декоративными целями и копирование внешних форм природы.

Примером могут служить колонны египетских храмов, коринфские и ионические капители колонн древнегреческих храмов, палаццо Ренессанса и дворцы классицизма, образно-художественные приемы формообразования в русских храмах, капители колонн и весь их строй как подражание мотиву леса в готических соборах, народная японская архитектура и т. д.

В этом периоде происходит интерпретация некоторых конструктивно-тектонических принципов живой природы. Например, тектоника колонн с изменением диаметров по высоте интерпретирует тектонику ствола дерева, каннелюры колонн подобны встречающимся граненым стеблям растений, придающим им дополнительную прочность.

Природная тектоника в архитектурных формах присутствует уже не случайно, высказывание Витрувия, Альберти, Палладио служат доказательством. В это время поиск «живого» искусства и «живой» архитектуры нашел яркое воплощение в романтизме. Появился культ природы. Романтизм не произвел такого переворота в архитектуре, как в живописи, но стал очередной ступенью к следующему этапу развития бионики.

Третий этап относится к концу 19 века и началу 20 века. На этом этапе природные принципы одновременно проявились в функционально-структурных, конструктивных и декоративных решениях. Особенно ярко это было выражено в стиле «модерн».

Именно в архитектуре русского модерна получило начало функционально-структурное развитие архитектурных форм по принципу приспособляемости к функционально усложняющимся задачам архитектуры и окружающей среды. Появилась свобода природного принципа многообразия форм при их стилевом единстве. В модерне нашли свои применения новые пространственные конструкции и биоформы с декоративными целями. Достижения биологии 20 века комплексные системные принципы развития живой природы нашли отражения и в градостроительстве [1].

В начале 20 в. особое место в развитии зодчества и строительства заняли работы испанского архитектора А. Гауди (1852–1926 гг.), который был одним из самых ярких представителей архитектуры своего времени. Своими произведениями он раскрыл возможности взаимодействия сложных конструктивных решений и архитектурной формы (рис. 1, 2).

Четвертый этап, уже современный можно отнести к середине 20 века и началу 21 века. Во имя экономии человек в производственной деятельности всегда использует любые представившиеся возможности. С прогрессом это требование обостряется. Так, например, после окончания второй мировой войны инженеры и архитекторы начали внимательно присматриваться к живой природе. Их привлекали упругие пленки живой природы, хорошо работающие на растяжение (эксперименты Ф. Отто 40-х годов). Наука позволила углубиться в законы развития живой природы, а техника дала возможность моделировать живые структуры. В результате в архитектуре в конце 40-х годов появились формы, воспроизводящие на сознательной научно-технической основе конструктивные структуры живой природы. Сюда нужно отнести покрытие большого зала Туринской выставки инженером П.Л. Нерви, вантовые и палаточные сооружения Ф. Отто, И.Г. Хельмке, Л. Райт и др.

В 80-е годы архитектурная бионика окончательно сложилась как новое направление в архитектурной науке и практике.

В Советском Союзе бионические идеи пользовались большим вниманием архитекторов и инженеров (МАИ, ЦНИИСК Госстроя СССР, ЛенЗНИИЭП и др.).

Большую роль в 90-е годы сыграло неожиданное стремительное вторжение в нашу жизнь компьютерных технологий. Благодаря компьютеру возможно описать сложный биологический объект, например, человеческий скелет на привычном для архитектора языке рабочего чертежа.

Подводя итог историческим предпосылкам архитектурной бионики, можно сказать, что архитектурная бионика как теория и практика сложилась в процессе эволюции специфической связи архитектуры и живой природы и что это явление не случайное, а исторически закономерное.

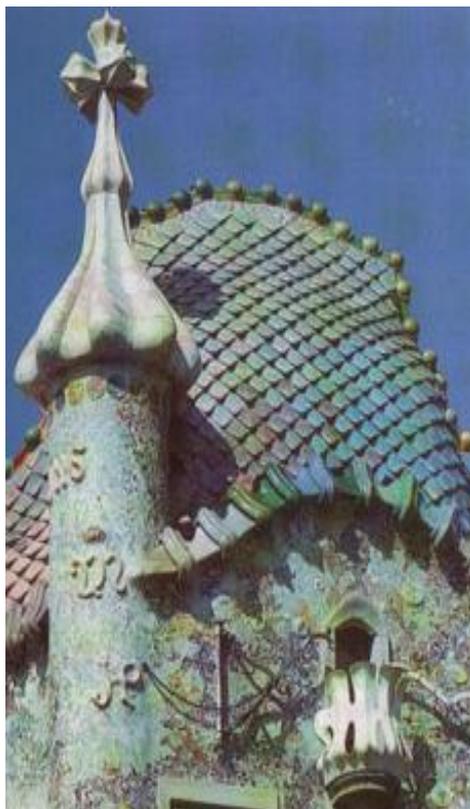


Рис. 1. Дом Батало



Рис. 2. Собор Саграда Фамилия

Полученные за три десятилетия результаты архитектурно-бионических исследований позволяют ставить чрезвычайно важные, принципиальные проблемы по-новому. Известно, что для решения всего объема инженерных, социально-функциональных и художественно-эстетических задач архитектуры необходим комплексный научно-художественный подход. И здесь бионический метод может обогатить творческий метод архитекторов не только «инженерными патентами» живой природы, не только многообразием пространственных форм, но и созвучными человеческой душе гармоничными образами, восходящими к красоте природы. Стиль архитектурной бионики соединяет в одно целое абстрактное и конкретное – математические законы формы и ее эмоциональный образ, утилитарное и эстетическое. Он создает потенциальную основу для синтеза науки и искусства.

В своей сущности бионика, как архитектурный стиль, имеет несколько направлений. Каждое из направлений архитектурной бионики имеет относительно самостоятельное значение, однако все они нацелены на решение единой задачи совершенствования архитектурных форм, их гармонизацию.

Библиографический список

1. Лебедев, Ю.С. Архитектурная бионика / Ю.С. Лебедев и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 269 с.

ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ФАСТ-ФУДА

Ю.А. Смирнова

Рассмотрено, какие факторы оказывают влияние на формирование архитектурной среды фаст-фуда. Выявлены основные тенденции развития, расположения внутри городской застройки и стилистического решения интерьеров.

Ключевые слова: фаст-фуд, фуд-корт, полуфабрикат, элементы оформления, интерьер.

Словосочетание «фастфуд» появилось в нашем лексиконе относительно недавно, но заведения подобного рода уже прочно вошли в наш быт. Поэтому в этой статье будут рассмотрены основные особенности таких заведений, их виды и динамика развития.

Сегмент фаст-фуда активно осваивает российский ресторанный рынок. Заведения «быстрого питания» сейчас занимают 60 % от общепита в России. Такие данные приводит Euromonitor International. В других странах фаст-фуд показывает более скромные результаты. Так, в США на долю этого популярного сегмента пришлось 39 % от выручки ресторанного бизнеса. В Бразилии доля фаст-фуда составляет всего 16 % от всего ресторанного рынка, в Индии – 12 %, в Китае – 23 %. Стоит сразу отметить что фастфуды – это такие заведения, в которых можно, во-первых, быстро поесть, во-вторых, за небольшие деньги. Первое достигается за счет полного самообслуживания – практически отсутствует в заведениях такого рода обслуживание официантами. Второе – за счет специфического способа приготовления еды. Как правило, фаст-фуды работают с использованием полуфабрикатов, окончательная обработка или разогрев которых производятся непосредственно перед выдачей клиенту. Сама заготовка полуфабрикатов высокой степени готовности происходит, как правило, не на кухне фаст-фуда, а в собственном или арендованном производственном цехе. В связи с этим фаст-фуды отличает узкое меню – количество позиций блюд в меню в редких случаях превышает 30. Следующая особенность – фаст-фуды отличает жесткая стандартизация, поэтому для них приемлемо развитие по франчайзингу или развитие собственной сети заведений. Стандартизации подвергается все: интерьер, вывеска, мебель, посуда, ассортимент, бизнес-процессы, технологическое оборудование, рекламные материалы и т. д. Еще одна особенность – место расположения фаст-фудов. Заведение такого рода не может быть успешным, если оно находится в месте, где пассажиропотоки не превышают хотя бы 700 человек в час, а еще лучше – 1000. В данном случае пассажиропотоки – это прежде всего

потоки пешеходов, хотя опыт «Макдональдса» свидетельствует, что можно успешно вести свой бизнес и в расчете на автомобилистов при создании соответствующих условий для заезда и парковки автомобилей. По результатам опроса (данные 2003 г.), для 66 % клиентов фаст-фудов главное – чтобы было вкусно, для 30 % важно место и для 4 % – популярность заведения. Однако учитывая тот факт, что большинство (55 %) посетителей фаст-фудов принимают решение о его посещении спонтанно, на первое место по значимости выходит месторасположение заведения. Только при расположении в непосредственной близости друг от друга различных фаст-фудов решение будет принято в пользу наиболее «вкусного» из них. Отсюда вытекают основные ценности фаст-фуда:

- удобство месторасположения;
- меню;
- быстрота обслуживания и приема пищи;
- цена.

Очень важная особенность фаст-фудов – время обслуживания (2–3 минуты) и время пребывания потребителей в таком заведении (в среднем 30 минут). Поэтому и интерьер фаст-фудов, как правило, не отличается сложностью и обилием декоративных деталей – чисто, гигиенично, светло, но не более того. Все это делается для того, чтобы посетитель не задерживался в фаст-фуде: оборачиваемость одного посадочного места – один из основных критериев успешности такого заведения. Поскольку решение о посещении фаст-фуда возникает спонтанно, с точки зрения качества обслуживания нужд клиентов очень актуальными оказались фуд-корты, когда на одной площади собраны несколько операторов. Клиент, не найдя желаемого в одном заведении, может обратиться во второе или третье и найти там то, что его устроит.

Классифицируя фаст-фуды по категориям, можно выделить следующие: Первое – фаст-фуды западного образца, прежде всего конечно «Макдональдс» (рис. 1), который собственно стал первым настоящим фаст-фудом России и который задал тон для заведений такого рода. К этой группе также можно отнести такие заведения, как «Мистер Снек», «Баскин Робинс», «БургерКинг». Второй тип фаст-фудов – заведения, которые основаны на национальной кухне. Национальная направленность подчеркивается не только ассортиментом, но и элементами оформления, цветовой гаммой торговых точек и даже названием. В этой нише – «Швидко», китайские закусовые, «Суши-экспресс», «Макаби» (кошерная кухня), «Гурме» (турецкая кухня), «Орион» (восточная кухня). Третий тип – заведения, концепция которых основана на определенном продукте. Несмотря на то, что ключевой, якорный продукт присутствует во всех заведениях фаст-фуда, в закусочных этого типа тематика этого продукта выводится на первое место по значимости и оформляется концептуально. В этой нише – все

пиццерии нижнего ценового сегмента («МакСмак», «Пан-пицца», UNO-пицца, «Лола-пицца», «Челентано»), заведения «Блин Клинтон» (якорный продукт – блины), «РоратоHouse» (картофель), «Крошка-Картошка» (картофель) (рис. 2). Пятый тип – заведения, основанные на идее столовых в их современной интерпретации – Quick&Casual, примерами здесь являются «Вилка-Ложка» (рис. 3), «Трали-Вали», «Два гуся», «Домашняя кухня».



Рис. 1. «Макдоналдс». Краснодар



Рис. 2. «Крошка-Картошка». Брянск



Рис. 3. «Вилка-Ложка». Новосибирск

Эти заведения являются своеобразным гибридом между классическими фаст-фудами и ресторанами. Основное их отличие – большое меню (приготовление происходит на месте), обширные производственные помещения, расположенные непосредственно в торговой точке, большие площади зала, отсутствие одноразовой посуды. Это привлекает регулярных посетителей, которые могут питаться в них каждый день без риска набить оскомину одними и теми же блюдами. Этот сектор рынка сейчас активно развивается – такие заведения становятся все более востребованными.

Процесс завоевания рынка fast-food мировыми игроками продолжается и сегодня: в частности в октябре 2012 года стало известно, что американская Global Franchise Group выведет в Россию сразу три бренда – сеть кафе-мороженого Marble Slab, кондитерские Great American Cookies, а также сеть кафе по продаже кренделей Pretzelmaker. Активный рост демонстрируют McDonald's, впервые вышедшая в лидеры по числу заведений сеть Subway, а также многочисленные российские компании. Эксперты прогнозируют, что к 2015 году ресторанный рынок в России вырастет еще на 30 %, а предприятия «быстрого питания» займут на нем до 80 % от общего объема продаж.

Библиографический список

1. Бусько К., Кузнецова Е. Фаст-фуд растет быстро / К. Бусько, Е. Кузнецова // Газета «Коммерсантъ» – 2011. – 18 окт.
2. Москвина, В. Посетители заведений быстрого питания / В. Москвина // Телескоп: журнал социологических и маркетинговых исследований. – 2009. – № 6.
3. <http://www.newrestoran.ru>

АРХИТЕКТУРА УЧЕБНЫХ ЗДАНИЙ ЧЕЛЯБИНСКА НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ШКОЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

О.Б. Терёшина

Рассматриваются объемно-планировочные и композиционные особенности учебных зданий Челябинска XIX – начала XX вв. на основе анализа архивных материалов в контексте общих архитектурных тенденций того периода.

Ключевые слова: учебные здания, архитектура общественных зданий, архитектура Челябинска XIX – начала XX вв.

Архитектура общественных зданий очень многообразна в силу того, что многообразно их функциональное назначение. При этом перед архитектором всегда стояла проблема взаимосвязи эстетического и утилитарного. При проектировании необходимо как тщательно проработать объемно-планировочную структуру здания на основании нормативных требований, так и создать гармоничный образ. Эмоционально-художественные качества среды не в меньшей степени способствуют полноценной реализации всех утилитарных функций общественного здания. Сегодня уделяется большое внимание решению этой проблемы при проектировании зданий для обучения и развития детей. Представляется интересным рассмотреть, как шел процесс развития школьного строительства в Челябинске в период становления этого типа общественного здания в России и выработки норм его проектирования.

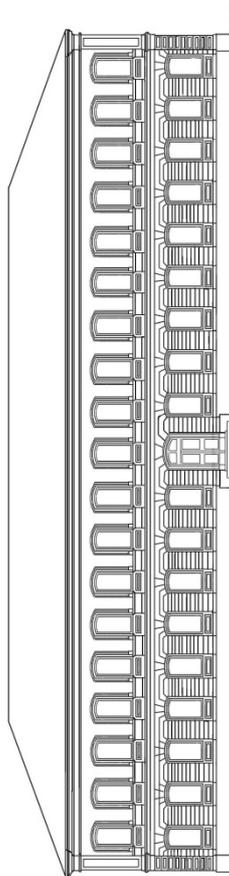
Содержание и строительство большинства школ Челябинска финансировалось в XIX – начале XX вв. из средств городского бюджета, благотворительных средств и платы учеников за обучение. Большинство учебных заведений занимало не специально построенные, а деревянные жилые здания, перестроенные под нужды учебного процесса. Плохое финансовое состояние Челябинска, как уездного города, предопределило отсутствие средств на строительство и содержание школ вплоть до второй трети XIX в., что было характерно для всего Урала того периода. «В целом крайняя малочисленность строительства этих типов зданий на Урале показывает, что они не только не занимают сколь-нибудь значительного места в архитектуре общественных сооружений, но и не становятся пока объектом специальных разработок уральских архитекторов и строителей.» [1, с. 69] На неудовлетворительное состояние школ в России указывали и столичные архитекторы – теснота и неправильное освещение классов, отсутствие вентиляции, неудобное оборудование. Внимательно изучался и публиковался опыт заграничных архитектурных школ по проектированию учебных зданий, лучшими из которых считались германские [2].

С 70-х годов XIX в. начинается некоторое оживление в сфере просвещения. В конце XIX – начале XX вв. открывается большое количество новых учебных заведений, к 1917 г. их уже насчитывалось в Челябинске порядка 30. Для некоторых из вновь открытых и учрежденных в предшествующие годы учебных заведений возводятся здания по специально разработанным проектам. Около десятка учебных заведений имели в начале XX в. собственные здания. Большинство из них представляли собой практически утилитарные сооружения, которые трудно оценить исходя из архитектурно-художественных критериев. Архитектура этих зданий отличалась рациональностью и экономичностью планировочных решений, простотой объемных характеристик и наружной отделки. В ее основе лежали требования экономичности и соблюдения санитарно-гигиенических норм. В начале XX в. наряду с таким распространенным на Урале строительным материалом как дерево активно начинает использоваться при строительстве учебных зданий красный нештукатуренный кирпич.

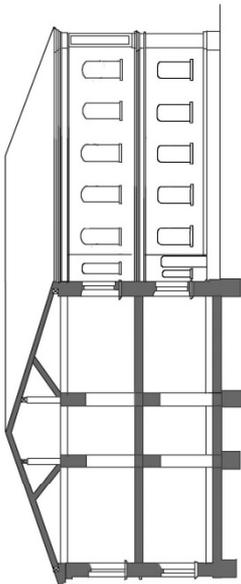
Анализ планов учебных зданий г. Челябинска исследуемого периода позволил выявить их практически типовое объемно-планировочное решение. Ассиметричная композиция объема заключала строго рациональную схему плана. В большинстве своем одноэтажные здания имели основную прямоугольную часть, со стороны двора ризалиты разного выноса. В основной части были расположены комнаты для занятий вдоль одной стороны рекреационного помещения, шириной около 7 м, которое, очевидно, использовалось также в качестве зала. В отдельных случаях классные комнаты располагались с двух сторон коридора шириной 1,5–2 м. В ризалитах были расположены вспомогательные помещения: учительская, кухня, умывальная, иногда квартиры для учителей и уборная. Входы в учебные здания были организованы с двух сторон: главный – через тамбуры и передние, запасные – со двора через коридоры. В кухню, как правило, имелся отдельный вход со двора.

Первое учебное здание, построенное по специально разработанному для него в 1869 г. проекту – здание Челябинского духовного училища (см. рисунок). Простой фасад с рустованным первым этажом и лучковыми проемами, продуманность и красота симметричного объемно-планировочного решения, в центральной части здания со стороны двора – глубокий ризалит. Вдоль центрально-осевых коридоров, составляющих букву «Г», расположены по проекту на 1 этаже: классные комнаты, столовая, кухня, библиотека, комнаты для сторожей и надзирателя; на 2 этаже: спальня, зал для экзаменов и умывальные. Интересно решение главной лестницы и санузлов, расположенных по диагоналям в месте сопряжения взаимно перпендикулярных объемов здания.

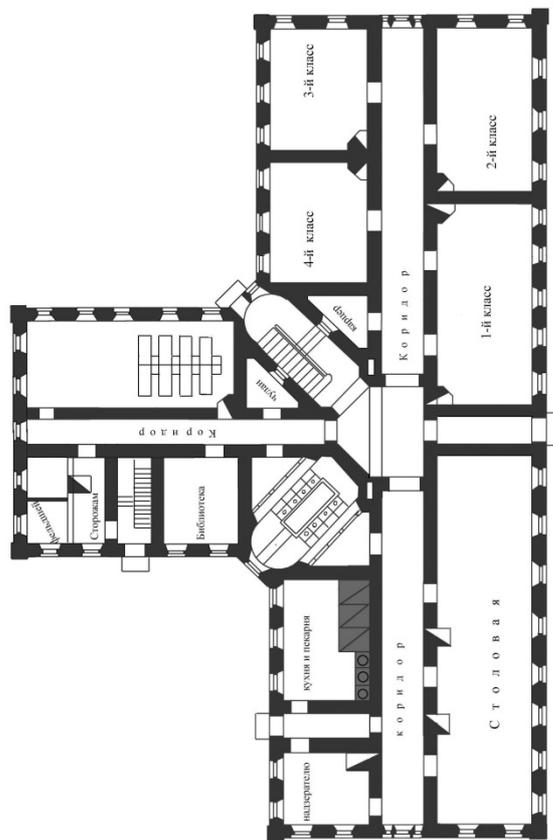
Фасад по линии А-Б.



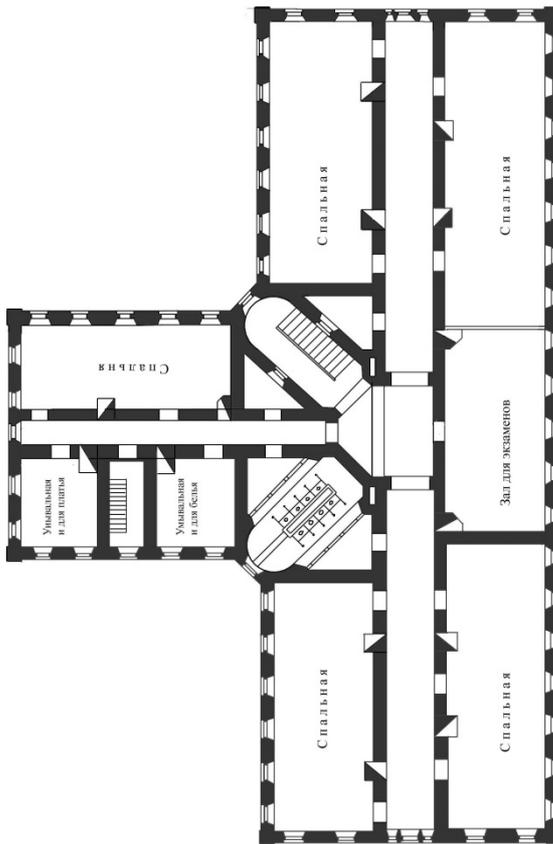
Разрез по линии №1



План первого этажа



План второго этажа



Выделяется своим объемно-планировочным решением здание Первого приходского училища, построенное в 1901 г. В плане оно практически квадратное размером 22,5×23 м. Здание двухэтажное, кирпичное, имеет центрально-осевую композицию объема с центральным ризалитом небольшого выноса на главном фасаде и декоративное обрамление оконных проемов. Классные комнаты расположены с двух сторон рекреационного помещения шириной 6,5 м.

Из всех построенных в Челябинске в начале XX в. учебных зданий самым значительным по размеру, обладающим наиболее выразительной композицией и богато декорированным фасадом в «кирпичном стиле», является здание Реального училища, возведенное по проекту архитектора В.Н. Чаплица. Здание строилось в несколько этапов с 1904 по 1907 гг. на свободном от застройки новом участке в южной части города. Основная часть трехэтажного здания с подвалом прямоугольная в плане с размерами 83×15 м. Здание имеет центрально-осевую объемно-планировочную композицию. По главному фасаду небольшого выноса центральный и боковые ризалиты, завершенные аттиками; над входом – балкон с кованым металлическим ограждением. Лестницы расположены в трех глубоких ризалитах дворового фасада. Значительную часть площади здания Реального училища занимала Алексеевская домовая церковь, располагавшаяся в центральной части третьего этажа здания. В здании училища были расположены так же клуб, библиотека и музей. При том, что архитектурное решение учебного здания было практически типовым для России того периода, для Челябинска его строительство стало значимым событием, отвечающим общим тенденциям укрупнения масштабов общественных зданий и поиска выразительной композиции с использованием декоративно-орнаментальных элементов из кирпича.

Анализ архитектурных решений учебных зданий начального этапа школьного строительства в Челябинске позволяет сделать вывод, что в основе объемно-планировочного решения большинства зданий этого назначения лежит принцип рациональности и экономичности. Но приведенные примеры показывают, что и среди них появляются интересные образцы нового для своего времени композиционно-пространственного решения.

Библиографический список

1. Звагельская, В.Е. Гражданская архитектура Урала второй половины XIX – начала XX века: дис. ...канд. искусствоведения / В.Е. Звагельская. М., 1985. – 278 с.
2. Вейденбаум, А. Школа с церковью / А. Вейденбаум // Зодчий. Журнал архитектурный и художественно-технический. – СПб., 1872. – № 3 – С. 37–44.
3. ГАОО, ф.11, оп. 9а, д. 34.

СКУЛЬПТУРА КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

О.В. Финаева

В статье были рассмотрены исторические примеры использования скульптурных композиций в городской среде и градостроительстве, выявлены композиционные принципы формирования городской среды с её помощью, принципы разработки непосредственно скульптурной формы, современные тенденции развития данного направления искусства.

Ключевые слова: скульптура, скульптурная композиция, архитектура, градостроительство.

Скульптура – искусство пространственное. Специфические средства и выразительные возможности пластического языка скульптуры позволяют использовать ее и в качестве композиционного элемента объемно-пространственной структуры, и в качестве акцента архитектурной композиции. Объем скульптуры неотделим от окружающего его пространства, ибо только через пространство, через взаимодействие с окружением в полной мере раскрывается творческий замысел скульптора [1].

Композиционные принципы использования скульптуры в архитектурной среде зародились вместе с возникновением самой архитектуры еще задолго до появления понятия городской среды. На тот момент скульптура была неотделима от архитектуры и являлась одним из множества средств ее выразительности. Первые примеры скульптурных композиций встречаются настолько давно, насколько изучена история цивилизаций. До наших дней сохранились храмовые комплексы в Гизе (Сфинкс, II тыс. до н.э.), Карнаке (аллея сфинксов XV в. до н.э.), статуи храма Рамзеса II в Абу-Симбеле, XIII в. до н.э. Дальнейшее развитие городской скульптуры происходило в Древней Греции, Древнем Риме. Триумфальные колонны и триумфальные арки, богато украшенные рельефами, памятники великим полководцам и императорам, статуи богов и рельефные композиции на фронтонах храмовых комплексов, скульптура римских форумов – вот далеко не полный перечень синтеза античной архитектуры и скульптуры.

В средние века в эпоху междоусобных войн городское пространство было очень замкнуто и ограничивалось, как правило, крепостными стенами. Скульптура используется преимущественно в декоре интерьера, в основном рельефы – лепнина или резьба по дереву. Объемная скульптура используется чаще всего в убранстве церквей. В эпоху Возрождения замки и крепости сменяются дворцами и виллами. Городское пространство расширяется, город растет, усложняется его планировочная структура, появ-

ляются системы площадей и возникает потребность в эстетическом переосмыслении объемно-пространственной среды. Расцвет городской скульптуры приходится на эпоху классицизма, широкое распространение получают дворцово-парковые ансамбли и вместе с ними парковая скульптура.

Современная архитектура отличается меньшей монументальностью, меньшей величиной сооружений и большей регулярностью планировки городской среды по сравнению с монументальными сооружениями эпохи Возрождения, Романской и Античной архитектуры.

Вследствие изменения художественно-эстетического канона выражения архитектурной среды, развития мобильной архитектуры изменился облик и язык скульптурной композиции. Архитектура выступает не только как средство преобразования общества, но и как средство коммуникации, и, как следствие, появляется абстрактная форма в скульптуре. Современная скульптура включает в себя новые функции. Продолжая играть композиционную роль, отводимую скульптурной форме веками – акцент, завершение оси, композиционный центр пространства, – она в то же время не несет в себе однозначного, строго определенного, конкретизированного образа. Сюжетная линия выражается через образную, ассоциативную составляющую, художественный образ подвержен интерпретации в рамках диалога *скульптура – зритель*, формируется новый тип скульптурной формы – образно-ассоциативный (рис. 1).



Рис. 1. Монумент у Версальского дворца, стадия строительства

К основным приемам выделения объемно-пространственных форм можно отнести членение, сопоставление контрастных поверхностей, со-

поставление массы и пространства, введение цвета и фактуры. Для выявления какого-либо ритма используется акцент, постановка в перспективе улиц знаковых сооружений или высоток в перспективе, форум в центре современного города преобразуется в систему площадей.

Можно выделить три уровня плановости восприятия скульптурной формы: восприятие с большого расстояния на уровне силуэта города, восприятие в локальной архитектурной среде на уровне соотношения массы и пространства и восприятие объекта в непосредственной близости, когда просматриваются отдельные детали формы [2].

В организации пространства участвует не только сама форма, но и структура ее композиции, а так же фактура поверхности. Выявление пространственной композиции можно разделить на два этапа: первый – когда выявление формы органично связано с построением композиции и применяется при построении пространства, скульптура рассматривается как часть проектируемой среды (восприятие скульптуры с дальнего и среднего плана); второй – непосредственно приемы выявления фронтальной поверхности и объемной формы – используется только на завершающем этапе работы.

Можно привести ряд примеров, когда введение монументальной скульптуры настолько ярко отражалось в формировании облика города, что она становилась ее основополагающим элементом, символом. Это Статуя Свободы в Нью-Йорке и, конечно же, монумент «Родина-мать зовет!» – центральная скульптура памятника-ансамбля «Героям Сталинградской битвы» на Мамаевом Кургане, г. Волгоград (рис. 2).



Рис. 2. Монумент «Родина-мать зовет!», Волгоград

С начала XX века активно используются новые для скульптуры материалы – железо, сталь, железобетон и даже фанера. Уровень мастерства позволяет художнику ориентироваться в быстроменяющихся условиях современного мира, не теряя при этом своей квалификации. Культура мышления проявляется в самой постановке цели и выбору путей её достижения. Автор формирует среду как синтез предметных, пространственных, природных и художественных компонентов.

Скульптор, архитектор, дизайнер, работающий с городской средой должен осознавать социальную значимость своей профессии. Эстетическое понимание картины мира, способность анализировать социально-значимые проблемы и процессы обуславливает роль творческой личности в развитии среды обитания и культуры общества. Уровень социальной и художественной культуры автора и зрителя проявляется, в том числе и в терпимости к другим культурам и точкам зрения, уважительном и бережном отношении к архитектурному и историческому наследию, культурным традициям.

Использование скульптуры, скульптурных и рельефных композиций повышает социальную комфортность городской среды. Широкое применение все жанры скульптуры получили и в интерьере. Процесс создания скульптурной композиции неразрывно связан и с рисунком и с проектированием городской среды, а также требует знания конструкции. Понимание роли скульптуры в формировании архитектурной среды способствует овладению законами формирования пространственной композиции. В процессе проектирования проявляются такие качества как способность к обобщению, анализу существующей архитектурной среды, способность к эмоционально-художественной оценке условий существования человека в среде обитания.

Многообразие художественных приемов и методов моделирования делают скульптуру одним из наиболее выразительных средств формирования городской среды, способствуя лучшему пониманию специфического языка архитектуры.

Библиографический список

1. Турчин, В.С. Монументы и города: Взаимосвязь художественных форм монументов и городской среды / В.С. Турчин. – М.: Советский художник, 1982. – 159 с.
2. Полякова, Н.И. Скульптура и пространство: Проблемные соотношения объема и пространственной среды / Н.И. Полякова. – М.: Советский художник, 1982. – 199 с.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА АЭРОКОСМИЧЕСКОГО И АВТОТРАКТОРНОГО ФАКУЛЬТЕТОВ ЮЖНО-УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

С.Г. Шабиев

По результатам многовариантных научно-проектных разработок предлагается концепция архитектурной реконструкции лабораторного комплекса аэрокосмического и автотракторного факультетов Южно-Уральского государственного университета, разработанная с использованием современных методов архитектурной науки.

Ключевые слова: архитектурная наука, реконструкция, экология, университет.

В соответствии с общим концептуальным решением реконструкции всего университетского городка, охватывающего три основные функциональные зоны, на кафедре «Архитектура» под руководством автора разработан эскизный проект реконструкции лабораторного комплекса аэрокосмического и автотракторного факультетов. Этот лабораторный комплекс размещен во внутриворонном пространстве южной учебной зоны на территории, включающей два старых ангара (рис. 1). Ангары, имеющие сегментное очертание покрытия за счет арочных несущих железобетонных конструкций с общей высотой здания 9,3 м, размещены параллельно между собой на расстоянии 18 м друг от друга, имеют размеры в плане 18×79 м каждый.

Лабораторный комплекс разработан на основе методологии архитектурной науки с учетом требований экологической архитектуры.

В основе предлагаемой проектной концепции, оптимальный вариант которого выбран методом многовариантного проектирования, лежит композиционная идея пространственного объединения разновременных окружающих объектов за счет высотной 11-этажной доминанты в восточной части ангаров. Архитектурно-планировочная структура реконструируемого комплекса развита двухэтажным надстроенным горизонтальным объемом, органично вписанным между существующими ангарами. Это позволило упорядочить значительную часть внутреннего двора южной учебной зоны университета и придать ей ансамблевый характер. Достигнут высокий уровень плотности застройки, отвечающий функциональной целесообразности и требованиям рациональной организации существующей освоенной территории.

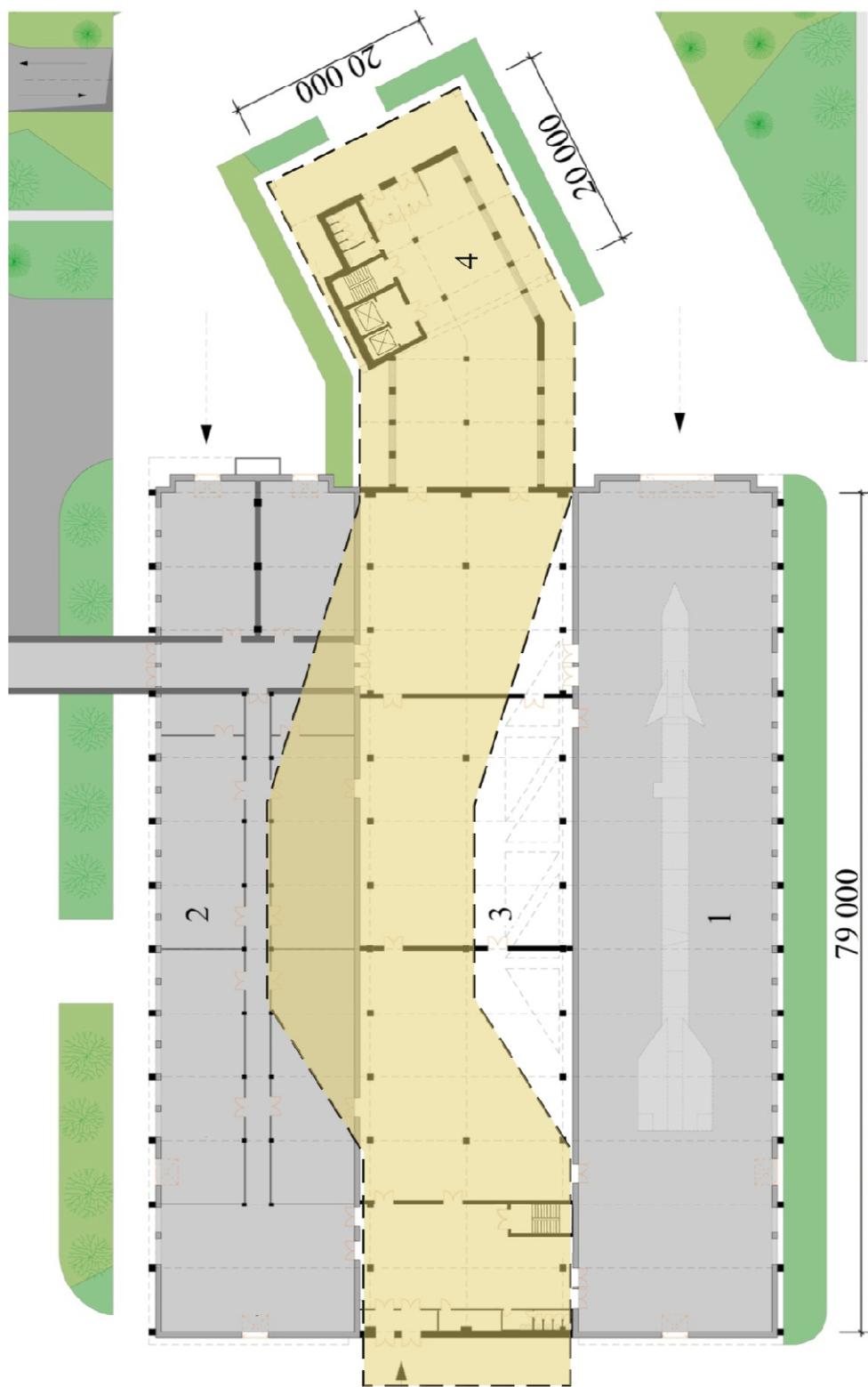


Рис.1. План первого этажа комплекса лабораторных корпусов аэрокосмического и автотракторного факультетов: 1 – ангар аэрокосмического факультета; 2 – ангар автотракторного факультета; 3 – учебно-демонстрационные помещения; 4 – высотный корпус

Проектом предлагаются подземные парковки, которые предусмотрены не только для лабораторного комплекса, но и для других корпусов университета. Проектом учтено, что основные пешеходные потоки организуются на тротуарах вдоль пр. Ленина и ул. Тернопольской, на остановках общественного транспорта, а также между основными входами в здание лабораторного комплекса и другие университетские здания.

Основными формообразующими элементами комплекса, выбранных научным методом сравнительного анализа, являются горизонтальные и вертикальные корпуса. Ширина горизонтального надстроенного корпуса составляет 20 м, длина по фасаду здания – 91 м, площадь этажа – 2000 кв. м. Горизонтальный корпус состоит из учебных аудиторий и лабораторий. Естественное освещение между ангарами достигнуто зигзагообразной формой горизонтального корпуса со сдвижкой его в ломаной части плана на 9 м, что позволило устроить световой фонарь. В объем горизонтального корпуса встраиваются объекты оперативной печати, рекреации и другие необходимые для университета помещения.

Вертикальный корпус, имеющий изолированный лестнично-лифтовой узел, представляет собой в плане квадрат размером 20×20 м. Аудитории обращены на юг, часть из них расположена на углу здания. Корпуса ориентированы по сторонам света таким образом, что позволяет создать комфортное освещение в аудиториях, эффективно используя архитектурно-планировочный модуль. Достоинством предлагаемого проектного решения является то, что лаборатории и аудитории имеют разностороннюю ориентацию.

Корпуса имеют идентичные функциональные назначения, но разную конструктивную схему. Входные группы расположены в высотной башне и в торце горизонтального корпуса. Пространство в корпусах позволяет варьировать архитектурно-планировочное решение, преимущество которого – индивидуальный подход при функциональной организации здания.

Прием эксплуатируемого вида кровли, широко применяемый в настоящее время на покрытиях сооружений с устройством пешеходной зоны с газоном, зимнего сада и др., позволило трансформировать неиспользуемую часть крыши существующих ангарах в дополнительное полезное пространство, в том числе, экологического назначения.

Для остекления фасадов используются спайдерное остекление, что дает эффект сплошной стеклянной стены. Такое остекление фасадов позволяет создавать воздушные, внешне невесомые конструкции. Они, несмотря на свою кажущуюся хрупкость, являются довольно прочными, позволяют уменьшить потерю тепла помещений в холодное время года. Навесной стеклянный фасад может быть установлен как во время строительства здания, так и при его реконструкции (рис. 2).

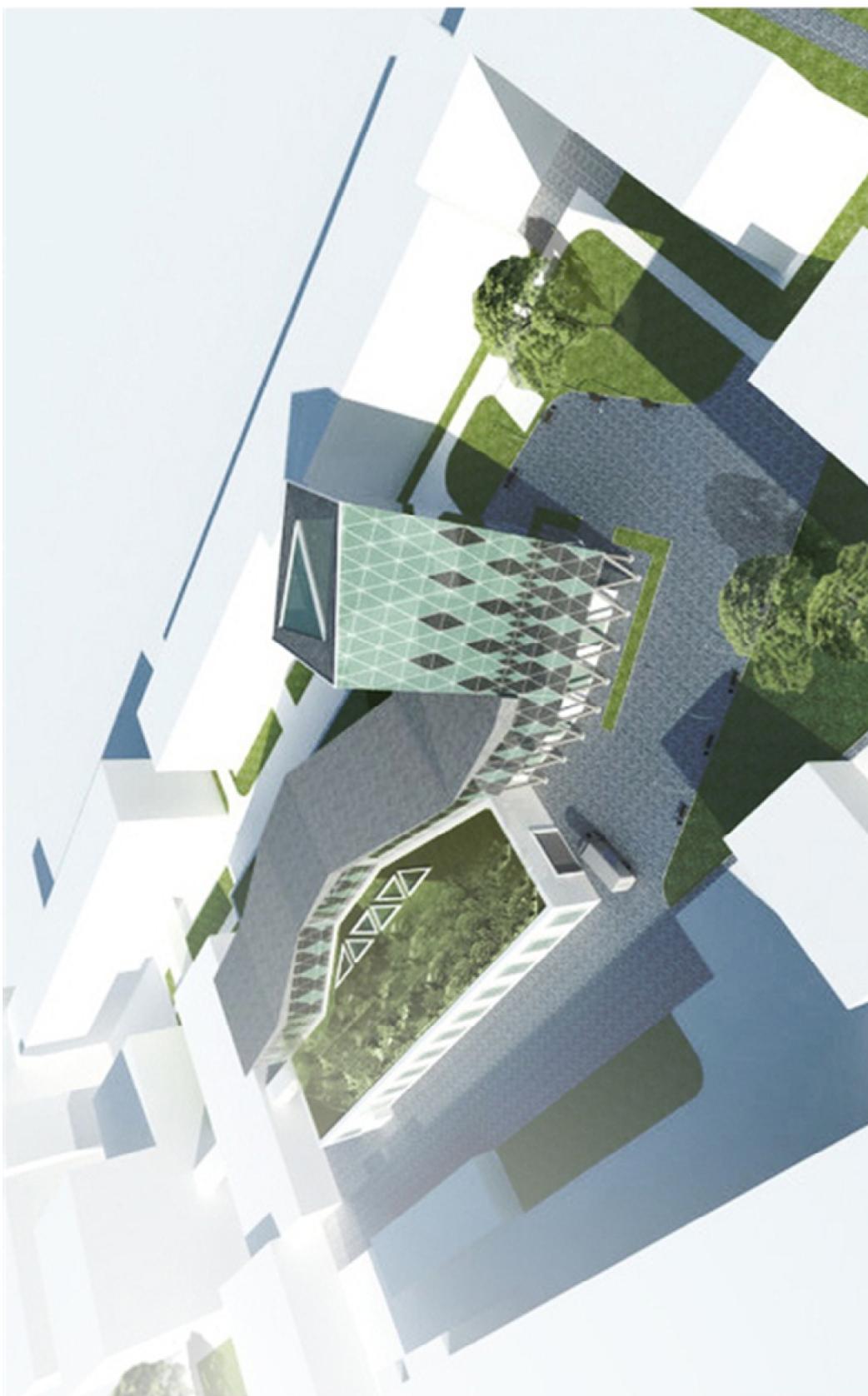


Рис. 2. Общий вид лабораторных корпусов аэрокосмического и автотракторного факультетов

HTML-ВЕРСТКА ВЫПАДАЮЩИХ МЕНЮ

А.М. Швайгер

Рассмотрен алгоритм и программные средства верстки выпадающих меню команд. Алгоритм основывается на использовании системы вложенных списков, существенно облегчающих описание многоуровневых структур данных.

Ключевые слова: списковые структуры; визуальные стили; Web-конструирование; алгоритм; таблицы каскадных стилей.

Любой список представляет собой контейнер ``, который устанавливает маркированный список, или ``, определяющий список нумерованный. Каждый элемент списка начинается с тега ``. Списки предоставляют возможность упорядочить и систематизировать разные данные и представить их в удобном для чтения виде. Двухступенчатая структура списков эффективно используется при верстке фрагментов web-страниц, имеющих два и более взаимосвязанных уровня. При этом внутренние элементы списков оформляются и позиционируются в соответствии с содержанием и дизайном каждой отдельной строки, а внешний блок `ol (ul)` объединяет внутренние элементы в единую структуру, обеспечивая богатые возможности манипулирования ими в соответствии с логикой верстки и необходимыми визуальными свойствами страницы.

В общем виде содержание алгоритма заключается в следующем: создается список, и при помощи контейнеров `ol (ul)` описывается внешний вид меню и его расположение внутри внешнего (обертывающего) блока страницы. При помощи тегов `li` создаются элементы меню верхнего уровня (главное меню). Это меню наиболее ярко и выпукло оформляется и постоянно включено (видимо на странице). Каждый элемент меню, при наведении на него указателя мыши, активирует новый (второй) уровень. Элементы меню второго уровня проявляют новый (третий) список и так далее. Ниже более детально рассмотрен фрагмент программы, при помощи которой описывается вертикальное меню, показанное на рисунке.

```
<div id="center">          <!-- внешний (обертывающий блок) -->
  <h3 class="top"> Вертикальное меню команд </h3>
  <ol class="block-1" >
    <li class="top" > Ссылка №1
      <ol class="block-2" >
        <li class="one">Ссылка №1-1
          <ol class="block-3" >
            <li onclick="location.href='div-vrst1.html'" >Ссылка №1-1-1</li>
            <li onclick="location.href='div-vrst2.html'">Ссылка №1-1-2</li>
```



Верстка меню на основе списковых структур

```

<li onclick="location.href='div_3.html'">Ссылка №1-1-3</li>
<li onclick="location.href='div_4.html'">Ссылка №1-1-4</li>
<li onclick="location.href='spiski.html'">Ссылка №1-1-5</li>
<li onclick="location.href='nev-1.html'" >Ссылка №1-1-6</li>
<li onclick="location.href='nev-2.html'">Ссылка №1-1-7 </li>
</ol> </li>

```

<li class="one">Текст+графика

<ol class="block-3" >

```

<div id="tip1">

```

Четыре человека погибли в результате крушения небольшого самолета на востоке Франции, сообщает агентство «Франс пресс» со ссылкой на полицию в субботу. Инцидент произошел в районе коммуны </div>

```

</ol> </li> <li class="one">Ссылка №1-3</li>

```

На верхнем уровне списка – тег <ol class="block-1" > выполняется оформление главного меню и его позиционирование в пределах внешнего (обертывающего) информационного блока. Элементы меню этого уровня описываются тегам ** и имеют названия «Ссылка №1»..... «Ссылка № 5». Каждая из этих кнопок, при наведении на нее указателя мыши, активирует новый (скрытый) блок меню второго уровня: <ol class="block-2" >. Элементы меню этого уровня имеют имена «Ссылка 1-n»,

или «текст + графика» и загружают блоки меню третьего уровня `<ol class="block-3">`, представляющие собой новый список гипертекстовых ссылок, либо текстовые и графические блоки. Элементы меню третьего уровня именуются, например «Ссылка 1-1-1»... «Ссылка 3-2-5» (см. рисунок), в соответствии с иерархической структурой всего меню.

Стилевые свойства блока описаны в связанной таблице каскадных стилей, расположенной в соответствующем файле. Связь между файлом html и файлом css реализована при помощи тега `<link href="menu-vypad.css" rel="stylesheet" type="text/css" />`, размещенного в заголовочной части программы (тег head).

Ниже приведен фрагмент файла css, описывающий стилевые правила для рассматриваемого элемента вертикального меню.

```
ol.block-1 {
    display:table; /* обеспечиваем обтекание контента и позиционирование на странице*/
    list-style:none; /*отменяем видимость нумерации строк */
    padding:1px; text-align:center;
    border-right:solid 4px #666; /*тень от блока на фон */
    border-bottom:solid 4px #666; }
```

Блок главного меню постоянно включен (видим на экране), что обеспечивается значением свойства `display:table`; режим отображения `table` задает обтекание контента (внутреннего содержания) и корректное позиционирование блока на странице.

```
body { /* свойства, общие для всей страницы */
    background-image: url(images/background/5526-800x600.jpg);
    min-width:1250px;}
li { /* задаем свойства, общие для всех кнопок*/
    color:white; /* цвет текста кнопок*/
    background-color:#38F; /* цвет фона*/
    border-bottom: solid 1px #000; /* это для разделения кнопок и придания им некоторой объемности*/
    border-top: solid 1px #fff; padding:2px 18px; /*для большей наглядности увеличиваем отступы кнопок*/
    cursor:pointer; /* при наведении курсора на блок он принимает форму указателя в форме руки*/
    height:22px; width:130px; /*высота и ширина одной кнопки*/
    text-align:center; /* центрируем текст кнопки*/
    font-family: verdana, geneva, sans-serif; }
```

/* Принципиальной особенностью тега li является то, что создаваемые внутри него блочные структуры, например новый блок (ol.block-2), «по умолчанию» выносятся за пределы данной строки, не изменяя ее формы и размеров */

```

li.top { /* описываем специфичные свойства кнопок главного меню */
  background-image: url(images/menu-1.jpg); /*изображение заднего пла-
на */ }
li.top:hover {background-image:url(images/menu-3.jpg); /* при наведении
курсора изменяем фон кнопки на более яркий */}
ol.block-2 {/* свойства блока меню второго уровня */
  list-style:none; /*отключаем видимость маркеров*/
  display:none; /* меню второго уровня скрыто */
  position:relative; left:120px; top:-10px; /* позиционирование */
  text-align:center; padding:0; /*это надо для того, чтобы обрезать
лишние (невидимые) отступы, которые могут создавать на соседнем блоке
участки, нечувствительные для курсора (мертвые зоны), затрудняющие
выбор в меню. Лишние отступы легко обнаружить, если визуализировать
рамку блока (задать border)*/
  /*border:solid 1px red; пригодится при отладке кода
border-right:solid 4px #666; border-bottom:solid 4px #666; }
li.one { /*изменяем цвета фона и текста для кнопок второго уровня*/
  background-color:#acf; color:black; }
li:hover { /* свойства активных кнопок первого и третьего уровней */
  color:#FFF; background:#f50; }
li:hover ol.block-2 { /* свойства активных кнопок второго уровня */
  display:table; }
ol.block-3 { /* стилевое правило для меню 3-го уровня */
  list-style:none; display:none;
  position:relative; left:125px; top:-8px;
  text-align:center; padding:0; }
ol.block-2 li:hover ol.block-3 {/* при наведении курсора включаем меню 3-го
display:table; уровня */ }

```

Информационные блоки (в нашем примере это «Текст + графика») могут содержать текст, графику, таблицы и др. `<li class="one">Текст+графика`

```

  <ol class="block-3" >
    <div id="tip1">

```

Четыре человека погибли в результате крушения в субботу

```

  </div> </ol> </li>

```

Гипертекстовые ссылки реализуются атрибутом onclick тега li:

```

  <li onclick="location.href='div_4.html'"> Ссылка №1-1-4 </li>

```

При этом в таблице каскадных стилей, или непосредственно в теге li должно быть описано свойство cursor:pointer.

УДК 620.16

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ОБРАЗЦОВ
ДЛЯ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПРИ КОНСОЛЬНОМ ИЗГИБЕ

А.В. Ерпалов, С.В. Махнович, П.Н. Усков

Выбраны рациональные размеры образцов листового металлического сплава для усталостных испытаний при консольном изгибе. Показано, что изменяя ширину образца, с соблюдением рекомендаций ГОСТ 25.502–79, можно добиться такого соотношения этой ширины и ширины шейки галтели, при котором разрушение будет гарантировано в области поперечного сечения с наименьшей площадью.

Ключевые слова: усталостные испытания; консольный изгиб; размеры образцов.

Для усталостных испытаний материалов при консольном изгибе чаще всего используют плоские образцы с галтелью, схема которых представлена на рис. 1. Галтели локализуют зону, в которой будет наиболее вероятным разрушение образца. В ГОСТ 25.502–79 [1] оговариваются рекомендуемые значения размеров шейки b и радиуса галтели R в зависимости от толщины h образца. Выбор же ширины H зависит от условий конкретных испытаний.

В работе выполнено исследование влияния ширины образца на его напряженно-деформированное состояние (НДС). При изменении ширины образца, максимальные напряжения могут возникать как в заделке, в месте крепления захватов, так и в сечении с наименьшей площадью поперечного сечения, в середине галтели.

В качестве примера сравним напряжения для трех образцов, геометрические размеры которых представлены в таблице. Материал образцов – сплав АМгб с пределом прочности $\sigma_b = 430$ МПа.

Параметры напряженно-деформированного состояния образцов определялись с помощью конечно-элементного пакета ANSYS. Расчетная модель образца ограничена краями захватов, как показано на рис. 1. Модель

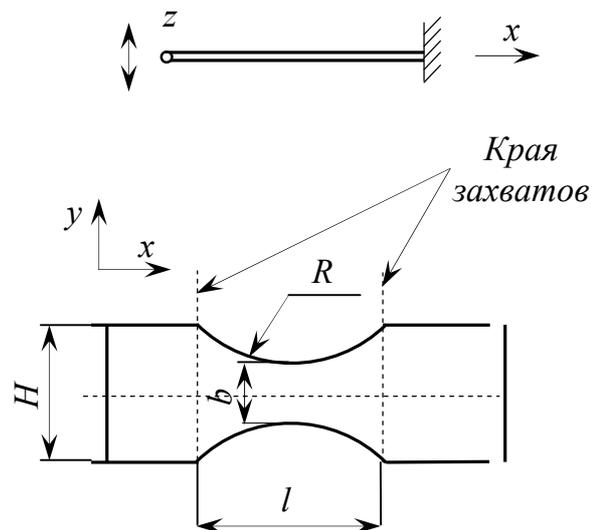


Рис. 1. Схема нагружения образца и его основные размеры.

сформирована из четырех узловых плоских элементов SHELL63 с 6 степенями свободы в каждом узле. Модель включает 2684 элемента. Одна сторона по краю захвата закреплена от всех смещений и поворотов, а на другой – обеспечивается такое поперечное перемещение по оси z , при котором развивается напряжение 300 МПа, выбранное как $\sigma_{\max} = 0,7\sigma_b$, по известным рекомендациям [2]. Причем, остаются свободными продольное перемещение узлов вдоль оси x и повороты относительно оси y . Запрещены перемещения по оси y , а так же повороты относительно осей z и x . Таким образом, моделируется жесткое нагружение образца при консольном изгибе. Поперечное смещение свободного края образцов составило соответственно 4,41; 6,28 и 7,58 мм.

Геометрические размеры образцов, мм

Номер образца	h	b	R	H	l
1	2	20	40	40	52,92
2	2	20	40	50	62,45
3	2	20	40	60	69,28

На рис. 2 показаны изолинии осевых напряжений σ_x на симметричной части образцов. Максимальное напряжение в первом образце сосредоточено в месте заделки. Во втором образце напряжения одинаковы, как в заделке, так и в среднем сечении. В третьем образце максимальное напряжение развивается в зоне среднего сечения, а в заделке оно ниже на 19 %.

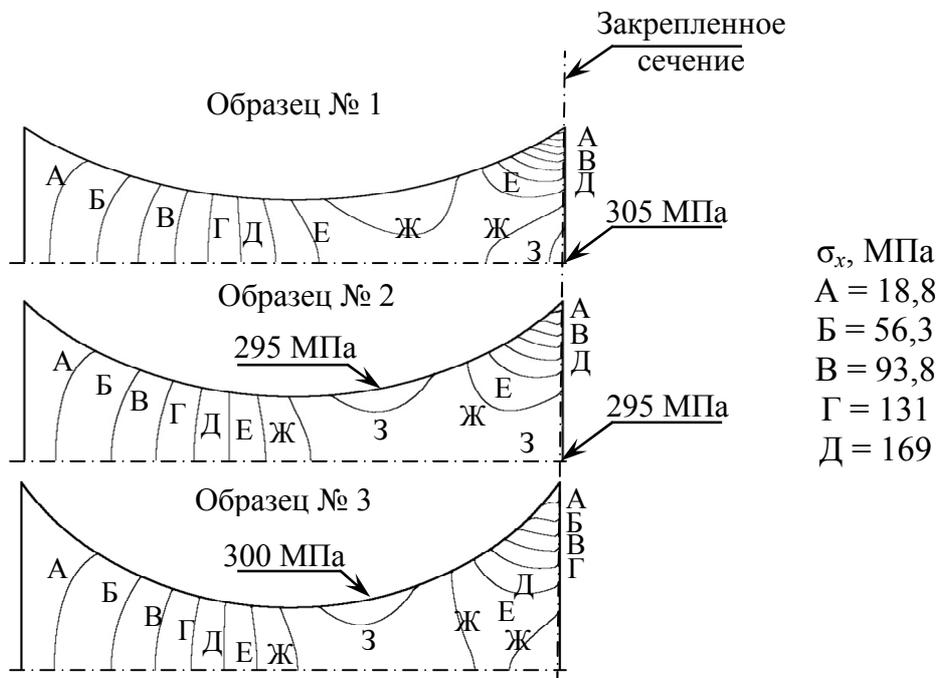


Рис. 2. Изолинии осевых напряжений σ_x на поверхности образцов

Изменение растягивающих напряжений σ_x по ширине образца в двух характерных сечениях, на краю и в области шейки, показано на рис. 3. Напряжения в зоне шейки изменяются незначительно, не более 10 %.

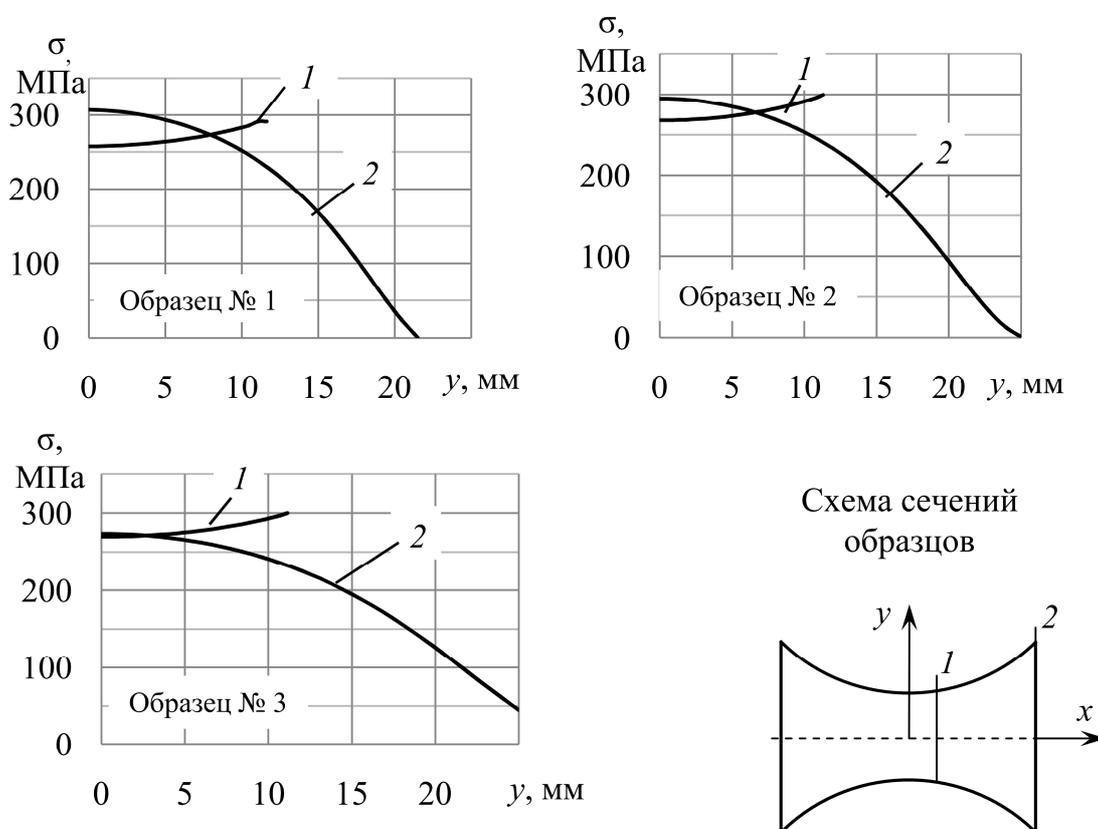


Рис. 3. Распределение растягивающих напряжений σ_x по ширине образца:
1 – 1 сечение; 2 – 2 сечение

При усталостных испытаниях наиболее вероятной зоной разрушения образца можно считать зону наибольших растягивающих напряжений. С этой точки зрения целесообразно для испытаний выбрать образец с размерами № 3, у которого наибольшее растягивающее напряжение развивается именно в средней части галтели.

Для проверки этого вывода выполнены усталостные испытания образцов, изготовленных из сплава АМгб с рассмотренными размерами. Нагружение образцов осуществлялось на электродинамическом вибростенде *LDS V780*. Образцы закреплялись в приспособлениях для усталостных испытаний по схеме консольного изгиба, показанных на рис. 4. С помощью системы управления вибростенда с обратной связью постоянно поддерживалось заданное гармоническое перемещение на вибростоле с амплитудой 4,41, 6,28 и 7,58 мм для 1, 2 и 3 образцов соответственно. Значения этих перемещений были получены при расчете напряженно-деформированного состояния каждого типоразмера образцов при максимальном уровне напряжения 300 МПа.

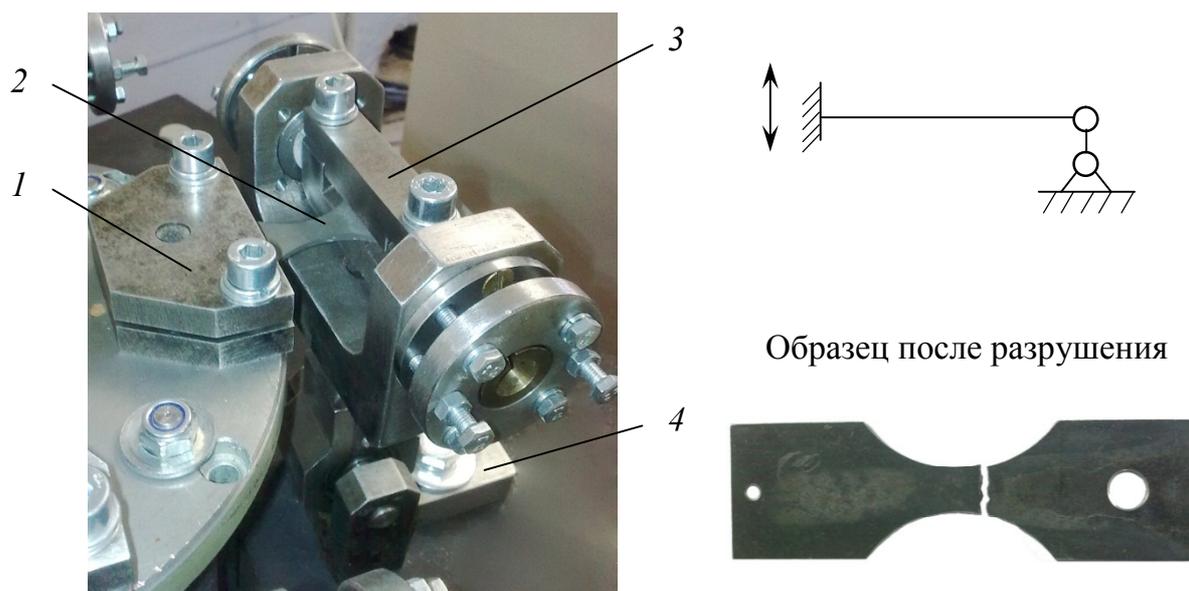


Рис. 4. Конструкция и схема приспособления для консольного изгиба:
 1 – жесткий зажим на подвижном вибростоле; 2 – образец; 3 – шарнирный зажим; 4 – неподвижное основание

При испытаниях разрушение образцов произошло в прогнозируемых местах: образцы № 1 и № 2 разрушились в заделке, образец № 3 – в среднем сечении. На рис. 4 показан вид образца № 3 после усталостных испытаний. Долговечность этого образца составила 7200 циклов.

Таким образом, при выборе рациональных геометрических параметров образцов для усталостных испытаний по схеме консольного изгиба необходимо учитывать влияние ширины образца H . Для рассмотренного случая можно рекомендовать при выборе соотношения ширины образца H и ширины шейки b , выдерживать условие $H/b > 2,5$.

Библиографический список

1. ГОСТ 25.502–79. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы механических испытаний металлов. Методы испытаний на усталость.
2. Школьник, Л.М. Методика усталостных испытаний: справ. – М.: Металлургия, 1978 – 304 с.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕПЛООБМЕНА МЕЖДУ ГАЗОМ И ОБТЕКАЕМЫМ ТЕЛОМ

Д.Р. Исмаилов, Р.В. Сидельников

Рассмотрены возможности комплекса численного моделирования ANSYS Fluent для определения тепловых нагрузок на теплозащитное покрытие (ТЗП) спускаемого аппарата (СА) во время движения его по траектории. Для расчета тепловых нагрузок рассмотрены две модели газа: газ постоянного состава (без химических превращений) и газ с учетом реакций диссоциации и ионизации.

Ключевые слова: спускаемый аппарат; гиперзвук; аэродинамика; тепловая защита; численное моделирование.

Бурное развитие авиационной и ракетно-космической техники со второй половины XX века вызвало повышенный интерес к проблемам гиперзвукового обтекания тел. Прогресс в вычислительной технике в последние десятилетия позволил занять достойное место в ряду традиционных теоретических и экспериментальных исследований численному моделированию в получении аэродинамических характеристик и изучении процессов теплообмена при проектировании летательных аппаратов. Сравнительная дешевизна и возможность воспроизведения натуральных условий, что зачастую недостижимо в лабораторных условиях, стимулировали быстрое создание эффективных численных алгоритмов получения данных о структуре течений около обтекаемых поверхностей.

Задача аэродинамики теплообмена тел при входе с большими скоростями в плотные слои атмосферы характеризуется широким диапазоном изменения по траектории входа определяющих задачу параметров; в частности, числа Рейнольдса набегающего потока изменяются от десяти до сотен миллионов, температура торможения достигает десятков тысяч градусов, а давление торможения сотен атмосфер. При этом высокие температуры инициируют протекание в ударном слое около обтекаемого тела сложных физико-химических процессов, так как внутренние степени свободы молекул возбуждаются и сохранение исходного состояния газа уже невозможно: молекулы кислорода и азота начинают диссоциировать на атомы. С дальнейшим ростом температуры начинается процесс ионизации с образованием свободных электронов. Образовавшиеся атомы, ионы и электроны диффундируют в более холодную область – к поверхности тела. Там происходит обратная реакция – рекомбинация, идущая с выделением тепла, что даёт дополнительный вклад в нагрев вблизи поверхности тела. При этом изменяются физические свойства и состав воздуха, существенно

влияющие на величины вязкости, теплопроводности и сжимаемости. Кроме того, из-за высоких температур, значительно меняется удельная теплоемкость компонентов воздуха $C_p(T, p)$. Стоит отметить, что энергия колебаний молекул сравнительно невелика, а диссоциация и ионизация могут поглощать до 75 % энергии потока, что делает неприменимыми многие результаты газовой динамики совершенного газа [1, 2].

Цель данной работы состоит в определении возможностей программного комплекса численного моделирования ANSYS Fluent для решения задач гиперзвуковой аэродинамики и исследований с его помощью течений в возмущенной области перед обтекаемым затупленным телом для установления закономерностей тепловых характеристик (температуры и удельного теплового потока), связанных с разработкой необходимой тепловой защиты летательных аппаратов.

Определение характеристик теплообмена на поверхности спускаемого тела, в выбранной программе, основывается на решении дифференциальных уравнений внешней газодинамики для воздушной среды переменного состава совместно с уравнением теплопроводности в защитной оболочке этого тела. На начальном этапе решение проводится в осесимметричной постановке, что позволяет существенно снизить количество расчетных элементов и, соответственно, сэкономить вычислительные ресурсы. Рассматриваемый СА имеет форму притупленного конуса, притупление выполнено в виде сферической поверхности.

Для создания сеточной модели СА (окружающей его среды и ТЗП), изображенной на рис. 1, использована свободно-распространяемая программа Gmsh.

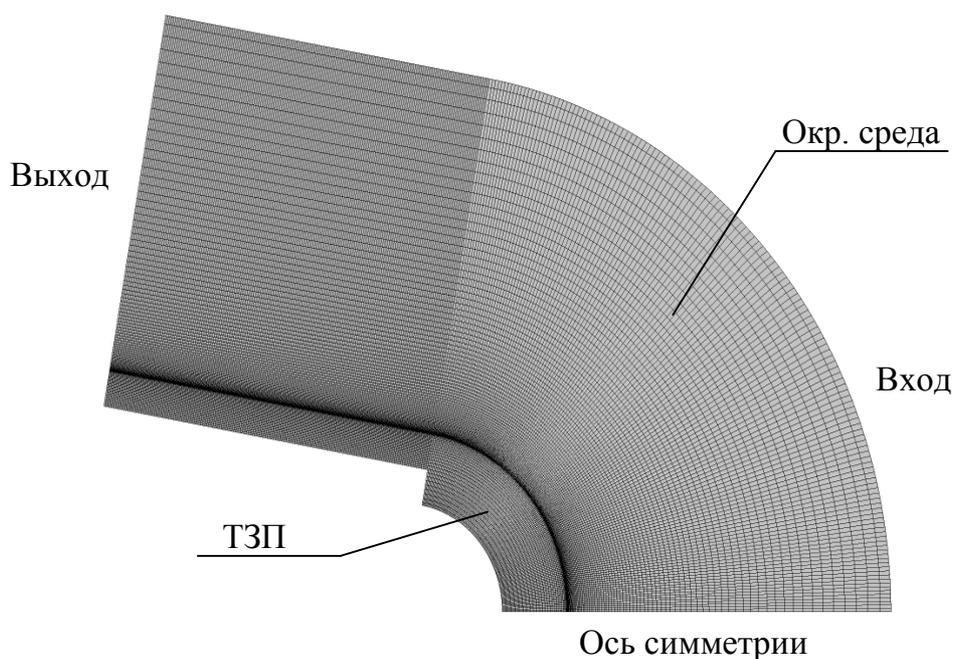


Рис. 1. Сеточная модель СА

Тестирование сеточной модели проводилось на примере распределения удельного теплового потока по поверхности тела для совершенного газа в точке траектории с параметрами высоты $H = 60$ км и числом Маха $M_\infty = 27$ с эмпирическими зависимостями (рис. 2), представленными в [3]. Полученная кривая большей своей частью подобна экспериментальным данным с приемлемой погрешностью в 5–7 %.

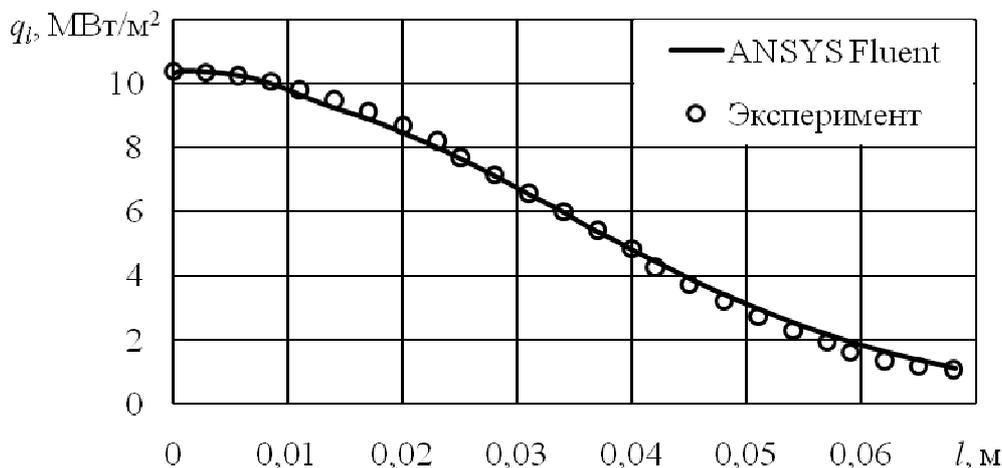


Рис. 2. Распределение удельного теплового потока по поверхности тела

На рис. 3 представлены две картины распределения температур газа вблизи поверхности исследуемого объекта при обтекании его воздухом – с учетом процессов диссоциации и ионизации и без учета их ($H = 60$ км, $M_\infty = 27$). Заметно существенное влияние физико-химических процессов, которое состоит в снижении температуры воздуха за ударной волной (более чем на 100 % по сравнению с моделью газа постоянного состава), что, как уже отмечалось, объясняется высокими затратами на физико-химические процессы.

На рис. 4 приведены для сравнения, полученные путем численного моделирования (подпись CFD-расчет), кривые изменения удельного теплового потока по поверхности сферической части исследуемого тела при использовании двух моделей газа. Процесс переноса теплоты в ламинарном пограничном слое диссоциированного и ионизированного воздуха (реальный газ) отличается от соответствующего процесса в недиссоциированном воздухе (совершенный газ) довольно существенно – примерно в 2 раза. Этот результат соответствует выводам, представленным в [3].

Таким образом, проведено численное моделирование в ANSYS Fluent задачи теплообмена между газом и обтекаемым телом на примере гиперзвукового осесимметричного обтекания затупленного по сфере короткого конуса потоком воздуха с учетом физико-химических свойств реального газа в широком диапазоне высот и чисел Маха. В результате выявлено, что рассмотренный комплекс способен решать задачи определения тепловых характеристик для моделей газа с учетом физико-химических процессов.

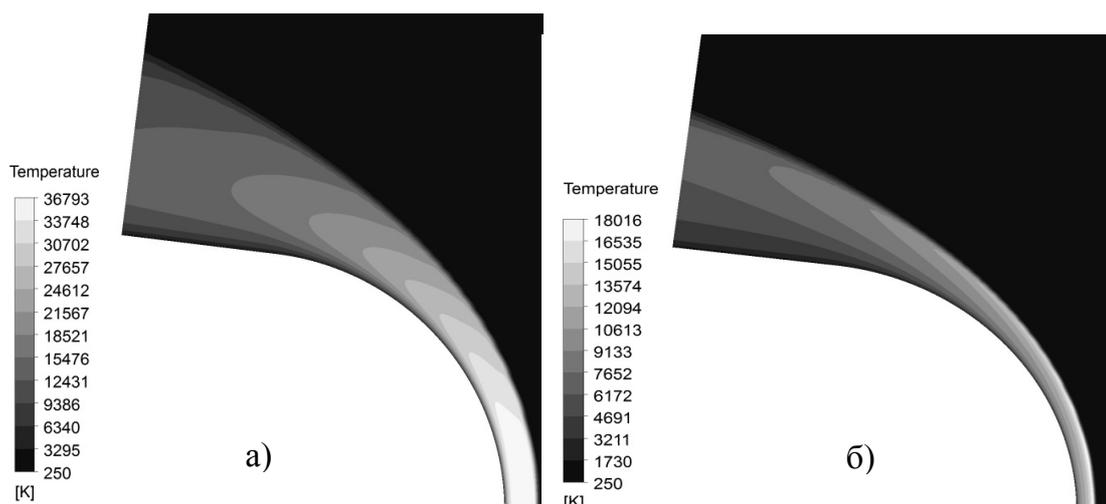


Рис. 3. Картина распределения изотерм при обтекании СА двумя атмосферами:
 а – воздухом без учета физико-химических процессов;
 б – диссоциированным и ионизированным воздухом

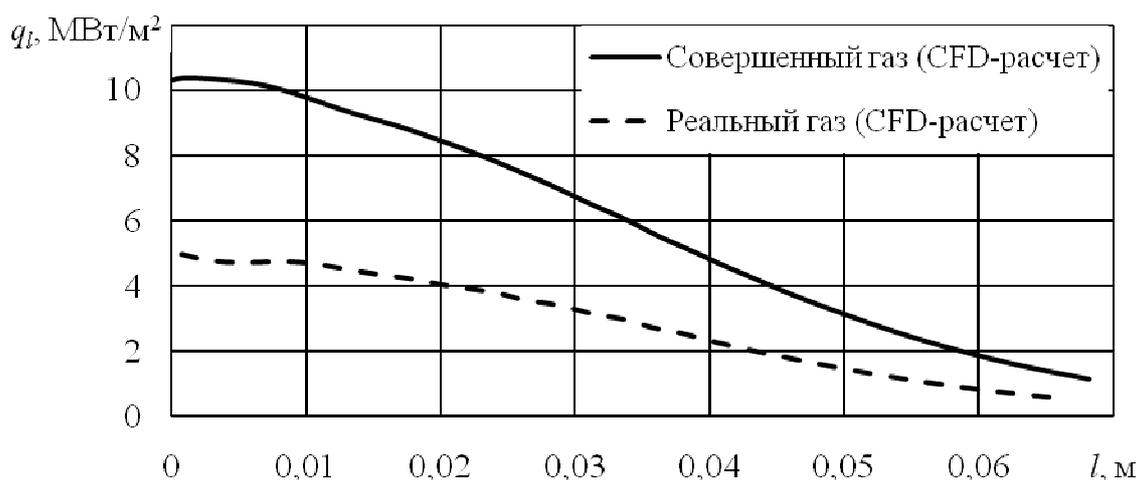


Рис. 4. Распределение удельного теплового потока по поверхности тела с использованием двух моделей газа ($H = 60$ км, $M_\infty = 27$)

Библиографический список

1. Лунёв, В.В. Гиперзвуковая аэродинамика / В.В. Лунёв. – М.: Машиностроение, 1975. – 328 с.
2. Авдуевский, В.С. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике / В.С. Авдуевский, Б.М. Галицейский, Г.А. Глебов. – М.: Машиностроение, 1992. – 528 с.
3. Лунев, В.В. Гиперзвуковое обтекание притупленных конусов с учетом равновесных физико-химических превращений / В.В. Лунев, К.М. Магомедов, В.Г. Павлов. – М.: ВЦ АН СССР, 1968. – 201 с.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСКРЫТИЯ ПУСКОВОГО КОНТЕЙНЕРА С ПОМОЩЬЮ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ

Р.А. Пешков, Р.В. Сидельников

Разработана методика расчёта газодинамических параметров в пусковом контейнере и окрестности ракеты в период раскупорки. Произведена верификация полученной методики путем сравнения получаемых данных по результатам расчета ударно-волновых нагрузок на пусковой контейнер (ПК) с результатами эксперимента. С помощью методики исследования удалось провести анализ влияния различных факторов на величину нагружения пусковой установки.

Ключевые слова: пусковой контейнер, методика, численное моделирование, раскупорка.

Период раскрытия начинается с момента выхода ракеты из ПК. В этот период газы, находящиеся под давлением, истекают в окружающее пространство, воздействуя на элементы конструкции ПК и ракеты, при этом скорость истечения газа превышает скорость ракеты. Несмотря на широкий круг теоретических исследований [1–2], проведенных рядом авторов для разработки методики расчёта газодинамических параметров в ПК и окрестности ракеты в период раскупорки, следует отметить, что при численном моделировании процесса отсутствуют сравнения полученных результатов с экспериментальными данными.

С целью оценки газодинамических явлений, происходящих при старте ракеты, нами была разработана методика расчёта с использованием программного комплекса ANSYS FLUENT, который имеет разнообразные методы динамического перестраивания сеток, необходимые для задания движения ракеты при раскрытии.

В процессе исследования решались следующие задачи: выявление закономерности изменения импульсного давления на контейнер; определение влияния величины давления в ПК в момент раскрытия на характер и интенсивность нестационарных процессов в пусковой установке (ПУ); влияние геометрических изменений в конструкции пусковой установки (длины ПК), скорости выхода ракеты из ПК на характер и интенсивность газодинамических процессов при раскрытии ПК.

В ходе решения поставленной задачи были введены следующие допущения и упрощения:

– в начальный момент времени нижний срез ракеты находится на уровне верхнего среза ПК. Внутри ПК задается равномерно распределенное давление и температура по всему объему;

– моделирование проводится в осесимметричной постановке. Данная постановка позволяет существенно снизить количество расчетных элементов, а, следовательно, и трудоемкость решения;

– параметры газа от порохового аккумулятора давления (ПАД) соответствуют параметрам воздуха.

– стенки шахты и ПК принимаются абсолютно гладкими. Влияние трения на распространение ударной волны минимально и может не учитываться, отключение же трения на стенках позволило снизить размерность сеточной модели за счет того что на данных поверхностях нет необходимости расчета пограничного слоя.

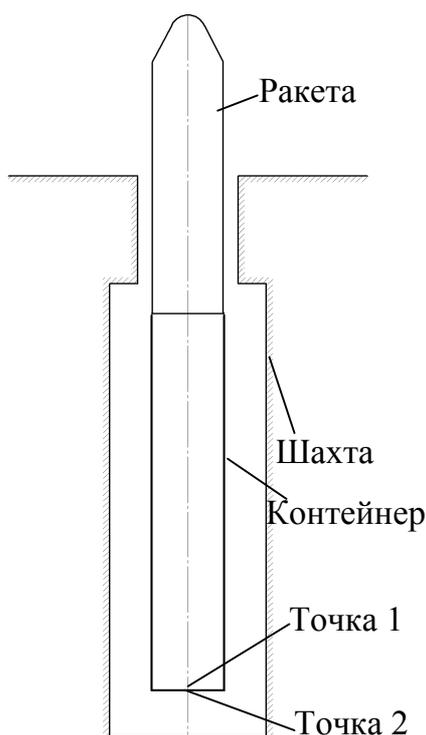


Рис. 1. Оголовок стенда для изучения газодинамики раскрытия ТПК

Разработанная методика расчета включает в себя следующие этапы:

- построение сеточной модели;
- выбор модели динамического перестроения сетки;
- задание физической модели;
- выбор схемы дискретизации.

Верификация полученной методики проводилась путем сравнения данных по результатам расчета ударно-волновых нагрузок на ПК с результатами, полученными на крупномасштабном стенде (СМ-Э178), который является газодинамической моделью шахтной пусковой установки и позволяет изучать газодинамические явления, протекающие при старте ракеты в условиях, приближенных к натурным.

При изучении газодинамики раскрытия ПК огловок стенда был выполнен, как показано на рис. 1. Основные условия опытов приведены в таблице.

Для начальной оценки динамики нагружения на пусковую установку были выбраны две точки на днище контейнера (см. рис. 1); внутри (точка 1) и снаружи (точка 2) соответственно, так как данные точки являются наиболее нагруженными и позволяют в большей мере определить точность моделирования газодинамических процессов в расчётной области.

Условия опыта

Основные условия опыта	СМ-Э178
Скорость выхода ракеты, м/с	20–40
Избыточное давление в контейнере при выходе ракеты, атм	2,5–7,5
Параметры газа в момент выхода ракеты из ПК, К	1500
Топливо ПАД	РАМ-10К

На графиках изменения давления со временем на днище изнутри (рис. 2) и снаружи (рис. 3) контейнера по мере выхода ракеты из ПК наблюдается некоторое различие данных, полученных с помощью программного комплекса ANSYS FLUENT и полученных в ходе эксперимента, хотя характер графиков, а, следовательно, и картины процессов схожи (возникновение двух пиков давления на днище снаружи контейнера, обусловленные нестационарным опорожнением контейнера и образовавшейся в результате волны сжатия).

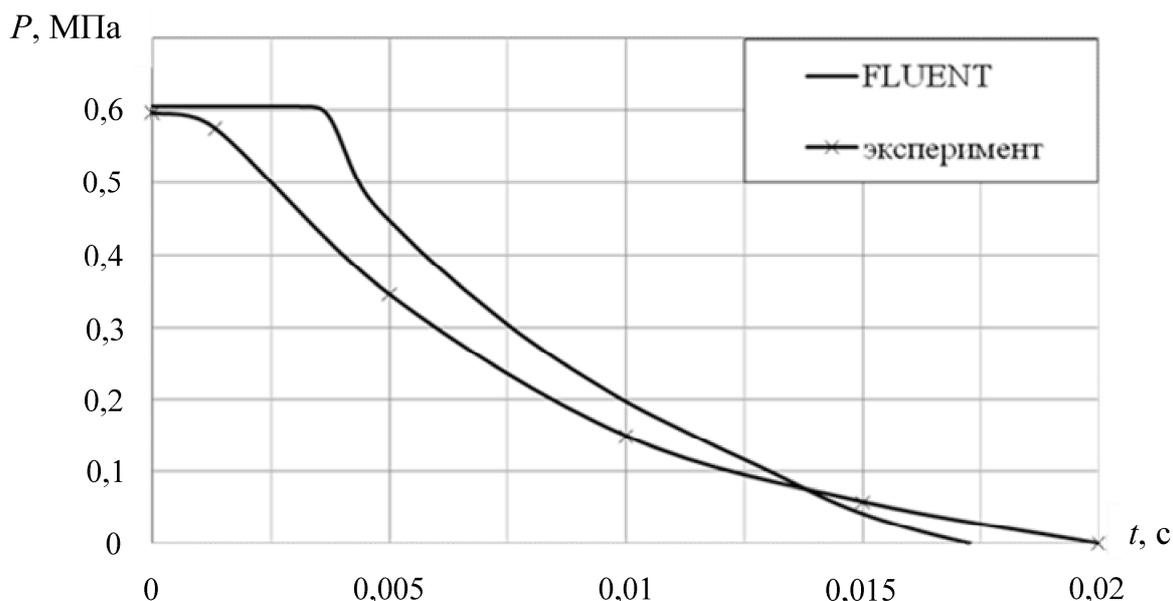


Рис. 2. Изменение давления со временем в точке 1 на днище изнутри контейнера

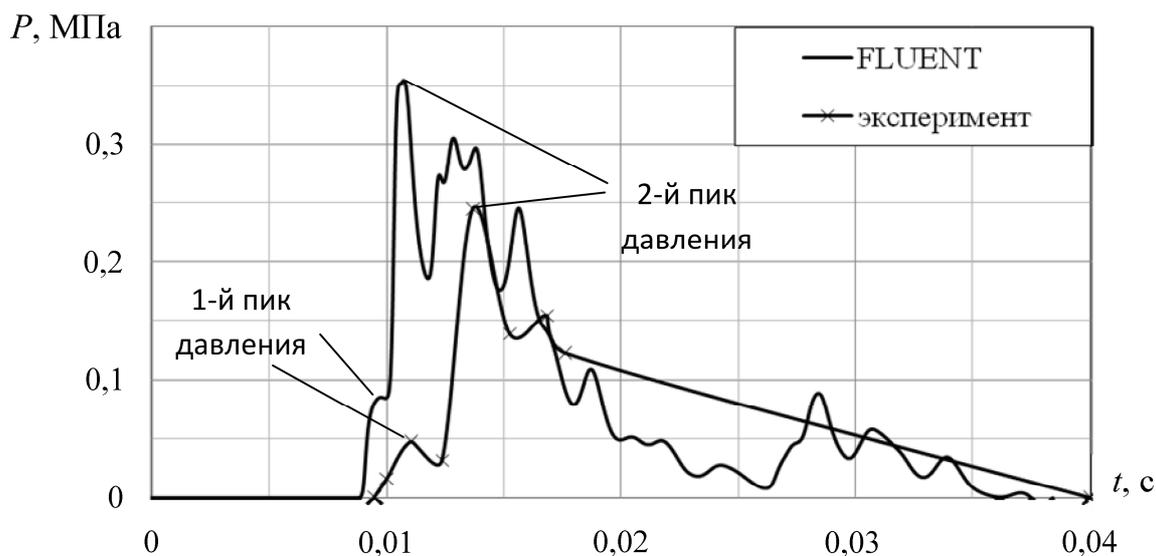


Рис. 3. Изменение давления со временем в точке 2 на днище снаружи контейнера

Различия в основном связаны со временем прихода прямой волны, это может быть обусловлено несоответствием условий расчёта условиям эксперимента, в частности заданием скорости выхода ракеты из ПК (в эксперименте скорость выхода указана в широком диапазоне от 20 до 40 м/с) и длиной контейнера (в эксперименте данные отсутствуют). Поэтому, с целью оценки влияния данных факторов на величину нагрузок на ПУ были выполнены соответствующие расчёты и проведен анализ различных подходов к решению задач с подвижными границами (в частности с использованием динамических (dynamic) и скользящих (layering) сеток), реализованных в программном комплексе ANSYS FLUENT.

Изменение скорости выхода ракеты из контейнера не повлияло на величину нагрузок на ПК.

Изменение длины ПК с 3 до 6 м привело к уменьшению величины давления ударной волны в точке 2 на 13 %, и увеличению времени её прихода с 0,01 до 0,0225 с. Таким образом, длина контейнера оказывает существенное влияние на величину давления на ПК. Также в ходе анализа и систематизации экспериментальных данных было установлено, что определяющую роль на уровень нестационарных давлений в пусковой установке (ПУ) играет давление начала раскрытия ПК.

В результате анализа методов перестроения сеток программного комплекса ANSYS FLUENT был сделан вывод о том, что предпочтительнее является вариант использования технологии скользящих сеток, так как данный подход позволяет использовать гексаэдрическую расчётную сетку, которая является предпочтительнее для задач моделирования ударно-волновых процессов, так как ячейки сетки можно выстроить в соответствии с распространением фронта ударной волны.

Подводя итоги исследований, по разработке методики расчёта численного моделирования распространения ударных волн при решении задач раскрытия ПК, можно сделать следующий вывод. Несмотря на то, что к настоящему моменту расхождение между расчетными и экспериментальными данными по величине давления ударной волны на днище снаружи контейнера составляет порядка 30 %, а по времени её прихода на 20 %, в целом моделирование сложных нестационарных течений в ТПК, с помощью разработанной методики, возможно и она может быть использована для проведения инженерного анализа.

Библиографический список

1. Конюхов, С.Н. Минометный старт межконтинентальных баллистических ракет / С.Н. Конюхов, П.П. Логачёв // Днепропетровск: НАН, НКА Украины, Институт технической механики, ГКБ «Южное». 1997. – 211 с.
2. Логачев П.П. Определение нагрузок в период последствия при газовом катапультировании аппаратов / П.П. Логачёв, В.И. Дегтяренко // Космич. наука и техника. – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 36–39.

ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАМЕР РДМТ НА КИСЛОРОДНО-ВОДОРОДНОМ ТОПЛИВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

В.Л. Салич

При помощи расчетно-теоретических исследований, выполненных в процессе проектирования, получена высокоэффективная конструкция камеры ракетного двигателя малой тяги (РДМТ) на кислородно-водородном топливе. Использование численного моделирования позволило значительно сократить длительный и дорогостоящий этап экспериментальной отработки.

Численное моделирование, ракетный двигатель малой тяги, экологически чистые топлива

Появление большого числа схем организации рабочего процесса в камерах ракетных двигателей малой тяги (РДМТ) связано, в основном, с отсутствием в настоящее время надежных методов расчета процессов смесеобразования и преобразования топлива в продукты сгорания. По этой причине требуется проведение дорогостоящей экспериментальной отработки, число натурных экземпляров при которой может составлять несколько десятков, в то время как в современных условиях жесткой конкуренции на мировом рынке космических услуг, наряду с повышенными требованиями к техническим параметрам предъявляются особые требования к минимизации сроков и затрат на создание ракетно-космической техники.

Важнейшей мировой тенденцией последних десятилетий является возрастающее внедрение в процесс проектирования САЕ-систем (Computer-Aided Engineering), создаваемых на базе последних достижений в предметных областях естественных наук, вычислительной математики и компьютерных технологий, и позволяющих проводить расчетно-теоретические исследования различных вариантов конструкций еще на ранних стадиях проектирования. Это дает возможность значительно снизить сроки и финансовые затраты на создание РДМТ за счет частичного сокращения или исключения длительного и дорогостоящего этапа сравнительных испытаний.

Результатом настоящей работы явилось создание камеры РДМТ на перспективном кислородно-водородном топливе, работающей с избытком горючего. В процессе проектирования использовалась система ANSYS CFX, в которой была реализована математическая модель течения многокомпонентного гомогенного рабочего тела с учетом смесеобразования и горения, подробно представленная в [1]. Расчеты выполнялись на суперкомпьютере «Торнадо» Южно-Уральского государственного университета.

Результаты моделирования исходного варианта камеры КВ-1 выявили ее неработоспособность из-за высоких температур в области элементов конструкции (наружное охлаждение не предусматривалось), в связи с чем было принято решение эту камеру не изготавливать. По результатам расчетно-теоретических исследований конструкция камеры сгорания видоизменялась (всего было исследовано 16 вариантов) до тех пор, пока не удалось достичь высокой полноты сгорания с наличием вблизи элементов конструкции зон с пониженными температурами (рис. 1, 2).

Изготовленная камера КВ-16 прошла огневые испытания, которые подтвердили ее работоспособность (максимальное время одного включения (лимитировалось запасом водорода) составило ~ 23 с.) и показали приемлемые энергетические характеристики. Следует отметить, что расчетно-теоретические исследования, позволившие получить «с листа» высокоэффективную конструкцию камеры РДМТ, были выполнены в течение одного месяца, что еще раз убедительно демонстрирует преимущества использования численного моделирования в процессе проектирования.

В процессе расчетно-теоретических исследований также было показано, что при закрученной подаче газообразных компонентов топлива в камере сгорания могут реализовываться завышенные давления за счет значительной динамической составляющей полного давления, обусловленной окружной скоростью. Последнее обстоятельство приводит к завышенным значениям расходного комплекса, определенного по давлению в камере сгорания. Следовательно, при экспериментальных исследованиях камер замер тяги является обязательным.

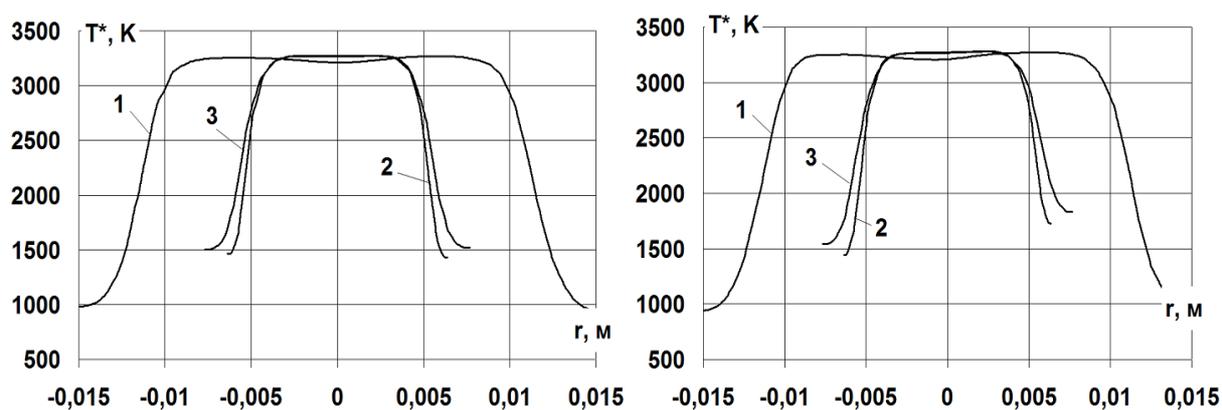


Рис. 1. Распределение температуры торможения рабочего тела в камере КВ-16 вдоль взаимно перпендикулярных диаметральных линий:
1 – вход в сопло, 2 – критическое сечение, 3 – срез сопла

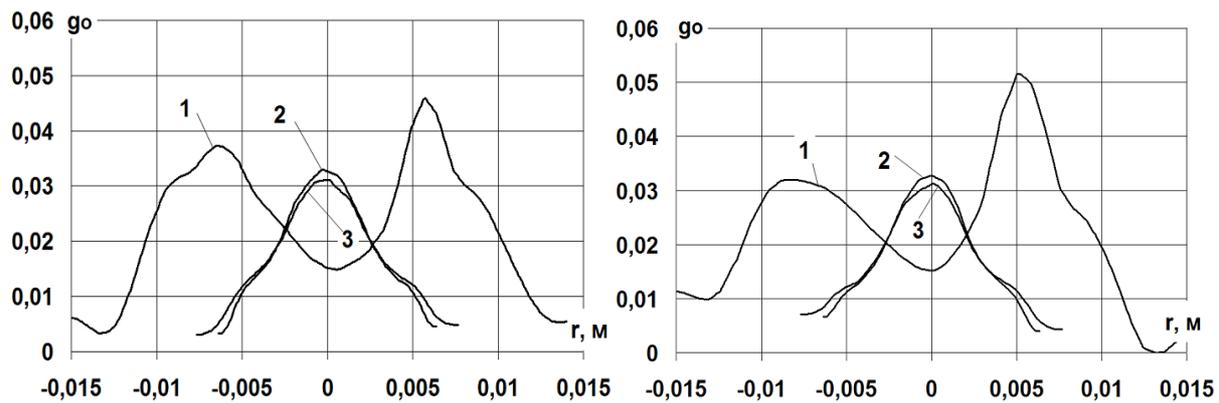


Рис. 2. Распределение концентрации кислорода в камере КВ-16
вдоль взаимно перпендикулярных диаметральных линий:
1 – вход в сопло, 2 – критическое сечение, 3 – срез сопла

Работа выполнена за счёт субсидий на финансовое обеспечение госзадания «Научные основы разработки управляемых газоструйных систем».

Библиографический список

1. Ваулин, С.Д. Методика проектирования высокоэффективных ракетных двигателей малой тяги на основе численного моделирования внутрикамерных процессов / С.Д. Ваулин, В.Л. Салич // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Машиностроение». – 2012. – Вып. 19, № 12 (271). – С. 43–50.

ПРИМЕНЕНИЕ ЧИСЛЕННОГО МЕТОДА РАСЧЕТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ФОРСУНОК

Е.В. Семкин

В работе представлены результаты исследований по возможности использования численного моделирования при определении параметров центробежных форсунок в процессе проектирования. Показана удовлетворительная сходимость результатов моделирования с экспериментальными данными.

Центробежная форсунка, численное моделирование, ракетный двигатель малой тяги

Создание численного метода расчёта, позволяющего с высокой точностью определять параметры ЖРДМТ тягой 10–15 Н еще на этапе проектных расчётов, позволит существенно снизить объём и стоимость экспериментальных работ.

Наиболее часто в конструкциях российских жидкостных ракетных двигателей малой тяги (ЖРДМТ) для организации рабочего процесса используются центробежные форсунки. Высокой эффективности рабочего процесса всегда соответствуют некоторые значения основных параметров центробежных форсунок. Точное их определение на этапе проектного расчёта позволяет провести выбор конструкции форсунок с наименьшими экономическими затратами.

Целью работы является обоснование возможности применения методики численного расчёта параметров центробежных форсунок, позволяющей по геометрическим размерам определять эффективность их использования в составе ЖРДМТ тягой 13 Н на натуральных компонентах топлива.

При проведении работ решаются следующие задачи:

- определение основных параметров центробежных форсунок численным методом расчёта разработанным для течения двухфазной среды с моделированием поверхности раздела между фазами на рабочем теле – воде;
- определение закономерностей течения рабочего тела по гидравлическому тракту форсунок;
- проведение сравнения результатов расчёта с параметрами форсунок, определенных при гидравлических испытаниях.

Объектом исследования является гидравлический тракт соосных форсунок, двигателя тягой 10–15 Н (рис. 1).

При моделировании рассматривается истечение жидкости из форсунки (воды) в воздушную среду. Для моделирования турбулентности применя-

ется SST модель. Система уравнений описывающая течение в расчётной области взята для случая многофазного течения со свободной поверхностью [1]. На твердой стенке ставилось условие равенства нулю составляющих скорости на ней. В качестве рабочей жидкости принята вода при температуре 20 °С.

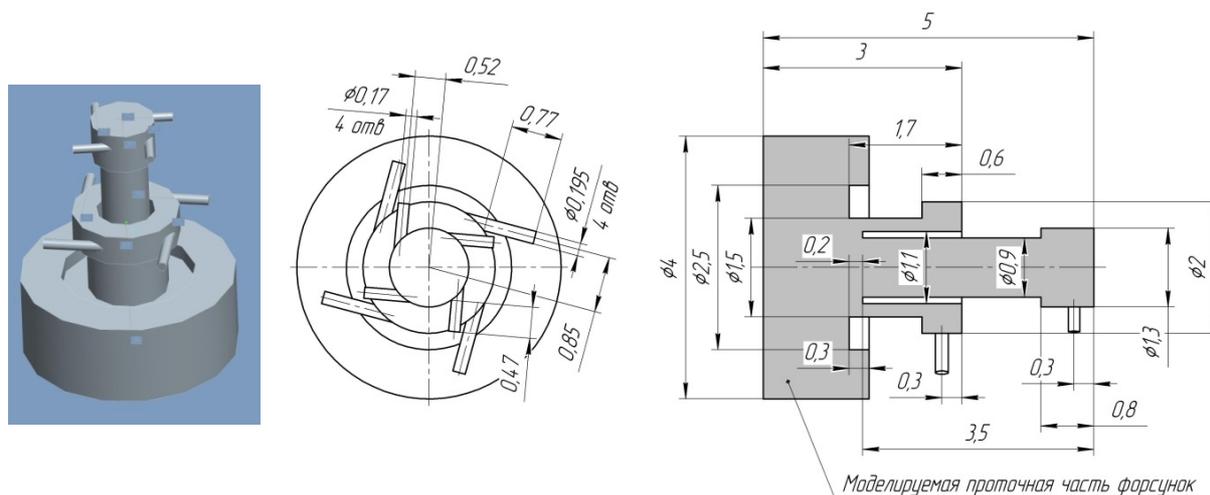


Рис. 1. Объект исследований

На рис. 2 показаны граничные условия при проведении расчёта. Расчёт проводился в программном комплексе Ansys CFX. Расчётная сетка создавалась средствами ICEM CFD. При построении сетки используется свойство ее периодичности.

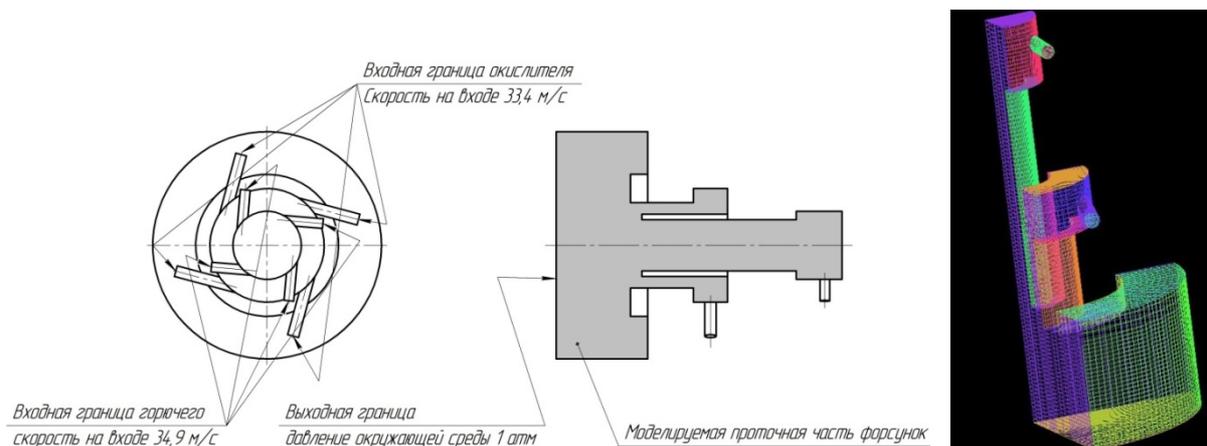
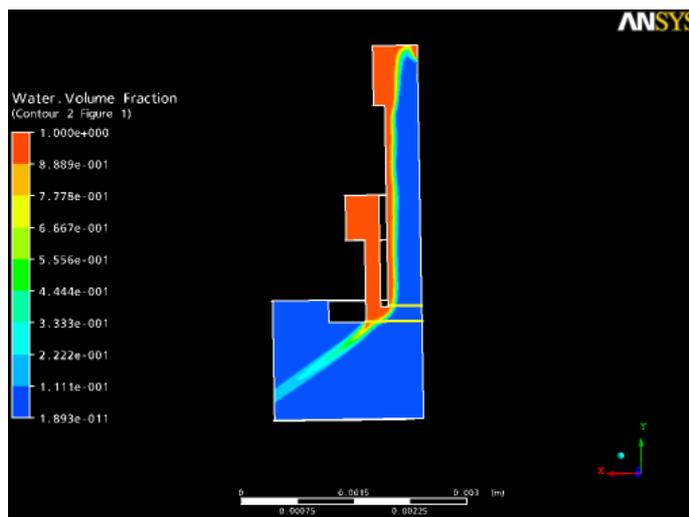


Рис. 2. Граничные условия при проведении расчёта

На рис. 3 показано распределение объемной концентрации воды при моделировании течения одновременно через тракты форсунок окислителя и горячего.

Рис. 3. Распределение объемной концентрации воды в расчётной области при одновременном истечении через гидравлический тракт окислителя и горючего



На рис. 4 показано распределение плотности течения и составляющих вектора скорости воды в характерных сечениях расчётной области.

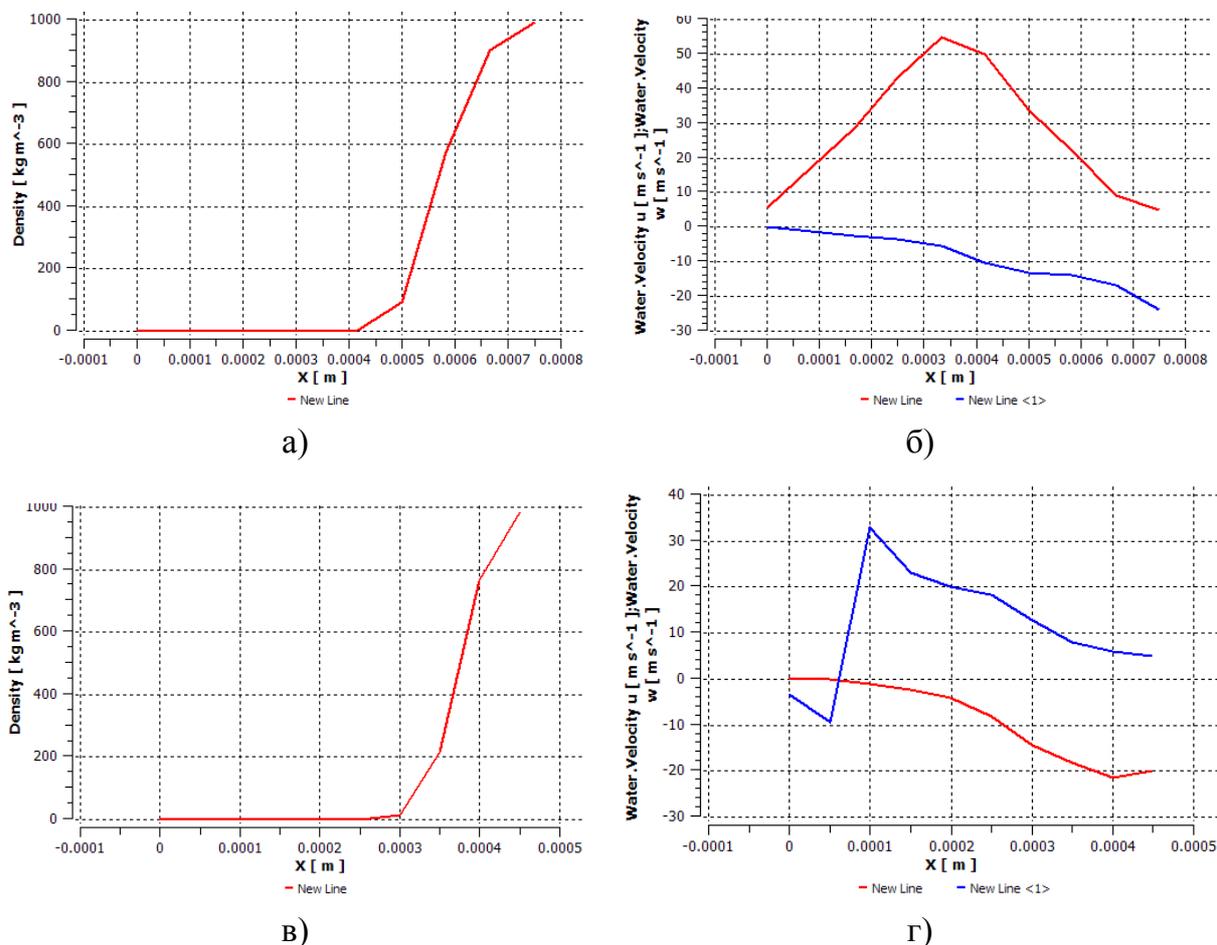


Рис. 4: а – зависимость плотности течения вдоль радиуса среза сопла форсунки окислителя; б – зависимость окружной и осевой составляющей скорости на срезе сопла форсунки окислителя вдоль радиуса; в – зависимость плотности течения вдоль радиуса среза сопла форсунки горючего; г – зависимость окружной и осевой составляющей скорости на срезе сопла форсунки горючего вдоль радиуса

На рис. 5 приведено сравнение углов распыла форсунок полученного при проведении гидравлических испытаний с результатами численного расчёта.

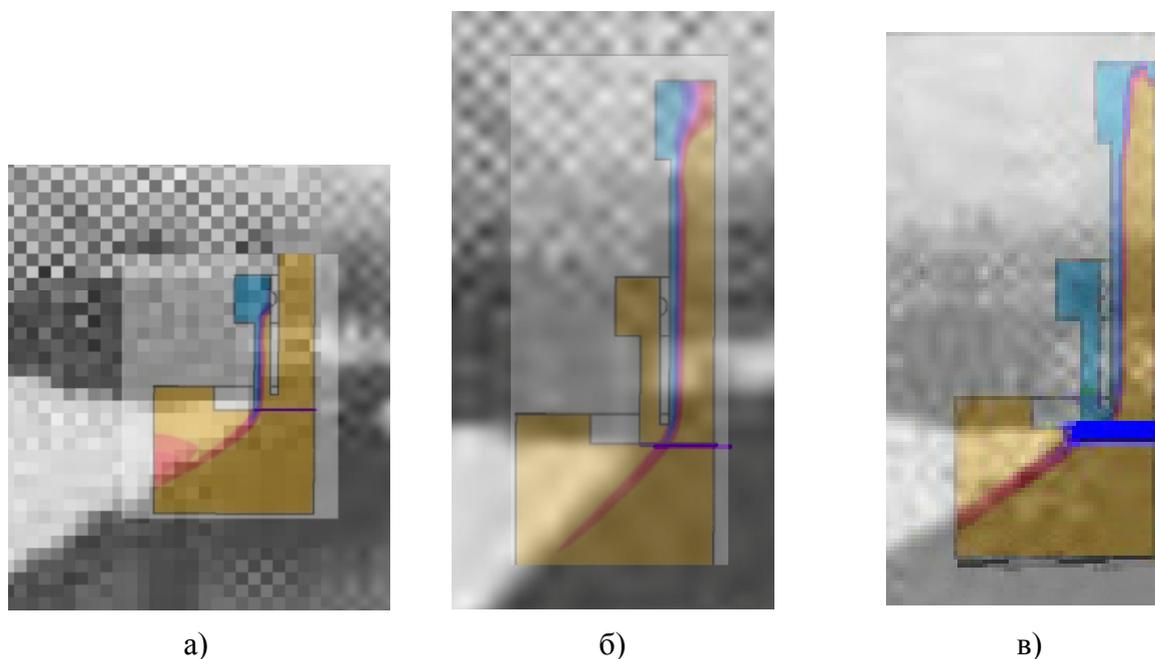


Рис. 5. Сравнение фотографии распыла при гидравлических испытаниях и проведении численного расчета по гидравлическому тракту: а – окислителя; б – горючего; в – окислителя и горючего

Результаты использования численной методики позволяют сделать следующие выводы:

- Рассматриваемая методика адекватно описывает характер течения внутри центробежных форсунок. Закономерности течения, полученные в расчёте, согласуются с теоретическим описанием течения и экспериментальными наблюдениями.
- Предлагаемая методика позволяет проводить расчет основных параметров центробежных форсунок и исследовать перемешивание компонентов рабочего тела.

Библиографический список

1. ANSYS CFX-Solver, Release 10.0: Theory. – ANSYS Europe Ltd, 2005. – 266 p.

УДК 656.13:502.3 + 658.382

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ОТХОДОВ**

Л.М. Киселева, Ж.К. Темирбеков

При транспортировании отходов существует риск техногенных аварий. Наличие специально оборудованного транспортного средства, специальных знаков и выполнение других требований на транспортном средстве при перевозке отходов не конкретизировано нормативными документами. Рассмотрена возможность идентификации отходов по признакам классификации опасных грузов для использования правил перевозки опасных грузов при транспортировании отходов.

Ключевые слова: отходы; идентификация; транспортирование; безопасность; автомобиль.

Ежегодно в России образуется 7 млрд тонн отходов [1]. В Челябинской области их образуется свыше 90 тыс. тонн [2], из которых лишь 30 % используется в собственном производстве предприятия, то есть эти отходы не требуется транспортировать. В остальных случаях отходы необходимо транспортировать от места их образования на предприятия, где они будут использоваться или на полигоны для захоронения. При транспортировании отходов I–IV классов опасности существует риск техногенных аварий. В зависимости от состава отходов производства и потребления, различают следующие опасности: взрывоопасность, огнеопасность, ядовитость (токсичность), едкость (коррозионность), радиоактивность, окисление (свойства способствующие горению). В результате воздействия происходит поражение людей, животных, загрязняется окружающая среда. Так, при воздействии отходов I класса опасности экологическая система необратимо нарушена и период восстановления отсутствует, II класса – период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия, III класса – период восстановления не менее 10 лет. Даже при воздействии отходов IV класса опасности – период самовосстановления не менее 3 лет. Для предотвращения риска загрязнения окружающей среды деятельность по обращению с отходами I–IV классов опасности (сбор, транспортирование, обезвреживание, использование, размещение) подлежит лицензированию. В настоящее время лицензированию подлежит лишь обезвреживание и размещение отходов [3]. Отсутствие лицензионного контроля за деятельностью предприятий при транспортировании отхо-

дов на автомобильном транспорте не отменяет необходимость соблюдения требований, которые согласно [4], остались следующие:

- наличие паспорта отходов I–IV классов опасности;
- наличие специально оборудованных и снабженных специальными знаками транспортных средств;
- соблюдение требований безопасности к транспортированию отходов I–IV классов опасности на транспортных средствах;
- наличие документации для транспортирования и передачи отходов I–IV классов опасности (с указанием количества транспортируемых отходов I–IV классов опасности, цели и места назначения их транспортирования).

Требование наличия специально оборудованного транспортного средства и специальных знаков на транспортном средстве при перевозке отходов не конкретизировано нормативными документами. В соответствии с [5], к опасным грузам относятся любые вещества, материалы, отходы производственной и иной деятельности, которые в силу присущих им свойств и особенностей могут при перевозке создавать угрозу для жизни и здоровья людей, нанести вред окружающей среде, привести к повреждению или уничтожению материальных ценностей. Таким образом, при транспортировании отходы попадают в категорию «опасные грузы». Следовательно, нормативные документы [6–10], регламентирующие правила перевозки опасных грузов, распространяются на отходы. В соответствии с [7], опасные грузы делятся на девять классов:

- 1-й класс – взрывчатые материалы (ВМ);
- 2-й класс – газы сжатые, сжиженные и растворенные под давлением;
- 3-й класс – легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ); легковоспламеняющиеся твердые вещества (ЛВТ);
- 4-й класс – самовозгорающиеся вещества (СВ); вещества, выделяющие воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой;
- 5-й класс – окисляющие вещества (ОК) и органические пероксиды (ОП);
- 6-й класс – ядовитые вещества (ЯВ) и инфекционные вещества (ИВ);
- 7-й класс – радиоактивные материалы (РМ);
- 8-й класс – едкие и (или) коррозионные вещества (ЕК);
- 9-й класс – прочие опасные вещества.

В соответствии с [4], отходы делятся на 5 классов опасности:

I класс – чрезвычайно опасные отходы;

II класс – высоко опасные отходы;

III класс – умеренно опасные отходы;

IV класс – мало опасные отходы;

V класс – практически неопасные отходы.

Следовательно, при транспортировании отходов необходимо идентифицировать их по признакам классификации опасных грузов для обеспе-

чения возможности использования требований нормативных документов, регламентирующих правила перевозки опасных грузов. Алгоритм идентификации отхода приведен на рисунке.



Алгоритм идентификации отхода в соответствии с классификацией грузов

Анализ возможности идентификации отходов, как опасных грузов, показал, что это не всегда возможно из-за ограниченной информации, указанной в паспорте отхода. Например, критериями отнесения груза к опасному являются: токсичность, пожароопасность, взрывоопасность, высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней. Пожароопасность определяется по соответствующим ГОСТам, устанавливающим требования пожарной безопасности, и/или наличием хотя бы одного из следующих свойств – способности жидких отходов выделять огнеопасные пары при температуре не выше 60 °С в закрытом сосуде или не выше 65,5 °С в открытом сосуде. В этом случае отход будет относиться к III-му классу. Вещества с относительно низкой опасностью при транспортировании, не отнесенные ни к одному из предыдущих классов, но требующие применения к ним определенных правил перевозки и хранения, относятся к 9-му классу. Так, подкласс 9.1 – твердые и жидкие горючие вещества и материалы, которые по своим свойствам не относятся к III и IV классам, но при определенных условиях могут быть опасными в пожарном отношении (горючие жидкости с температурой вспышки от +61 до +100 °С в закрытом сосуде). В паспорте отхода информация о температуре вспышки отсутствует. Потенциальная опасность отдельных видов отходов еще не до конца документирована, нет методики тестов для количествен-

ной оценки такой опасности. Необходимы дальнейшие исследования для разработки методов, демонстрирующих потенциальную опасность этих веществ для человека и (или) окружающей среды. Методы стандартных испытаний были созданы для чистых веществ и материалов [10]. К проблемам обеспечения безопасности при транспортировании отходов можно отнести:

1) отсутствие нормативной документации, методических рекомендаций, регламентирующих порядок безопасного транспортирования отходов разных классов опасности автотранспортом;

2) сложность идентификации отхода как опасного груза, возникающая из-за недостатка характеристических данных об отходе в его паспорте;

3) многогранность свойств и параметров отходов, которые необходимо учитывать при их транспортировании.

Таким образом, для предотвращения возможного ущерба при транспортировании отходов, необходимо организовать перевозочный процесс с учетом требований, изложенных в [4], конкретизированных для каждого вида отходов.

Библиографический список

1. Бычкова, Е.И. От накопления отходов – к их использованию в качестве вторичного сырья / Е.И. Бычкова// Экология производства. – 2013. – № 3. – С. 32–38.

2. Комплексный доклад о состоянии окружающей среды Челябинской области в 2011 году. – Челябинск: Министерство по радиационной и экологической безопасности Челябинской области, 2012. – 184 с.

3. О лицензировании отдельных видов деятельности: Федеральный закон от 04 мая 2011 г. № 99-ФЗ.

4. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ.

5. Правила перевозки грузов автомобильным транспортом: постановление Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2011 г. № 272.

6. Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом: приказ Минтранса РФ от 08 августа 1995 г. № 73.

7. ГОСТ 19433–88. Грузы опасные. Классификация и маркировка.

8. РД 3112199-0199-96. Руководство по организации перевозки опасных грузов автомобильным транспортом.

9. Европейское соглашение о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ). Женева, 30 сентября 1957 г.

10. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. Базель, 22 марта 1989 г.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ ОТХОДАМИ

Л.М. Киселева, Д.В. Чиковский

Анализ нормативно-правовых документов в отношении биологических отходов выявил ряд недоработок и проблем, в том числе отсутствие классификации биологических отходов. Показана необходимость определения критериев опасности биологических отходов и разработки системы обращения с биологическими отходами на всех этапах, включая сортировку, сбор, транспортировку и уничтожение с обеспечением необходимых мер безопасности.

Ключевые слова: отходы; риск; систематизация; безопасность.

В соответствии с законодательством о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения вопросы обращения с медицинскими отходами в целом регулируются требованиями [1]. Вопросы обращения с биологическими отходами (БО) регулируются правилами [2]. То есть, медико-биологические и БО разделены и регулируются разными санитарными правилами и нормами, но, в целом, БО представляют собой:

- медико-биологические отходы – анатомические, патологоанатомические, биохимические, микробиологические и физиологические отходы, образующиеся в процессе осуществления медицинской деятельности;
- биологические отходы [2] – трупы животных и птиц, ветеринарные конфискаты и другие отходы, получаемые при переработке пищевого и непищевого сырья животного происхождения.

Для медицинских отходов определены критерии разделения на классы по степени их эпидемиологической, токсикологической и прочей опасности [3]. Критериями опасности для них являются:

- отходы класса А – отсутствие в их составе возбудителей инфекционных заболеваний;
- отходы класса Б – инфицирование (возможность инфицирования) отходов микроорганизмами 3–4 групп патогенности, а также контакт с биологическими жидкостями;
- отходы класса В – инфицирование отходов микроорганизмами 1–2 групп патогенности;
- отходы класса Г – наличие в их составе токсичных веществ;
- отходы класса Д – содержание в их составе радионуклидов с превышением уровней, установленных в соответствии с [4].

Эта классификация применима к медико-биологическим отходам, поскольку у них можно достаточно точно определить состав и наличие токсичных веществ. Но определить критерии опасности по такому же принципу у непосредственно БО, достаточно сложно.

Для определения степени опасности БО предлагается классифицировать БО по следующим критериям возбудителей инфекции: патогенность, инфекционная доза, способ передачи инфекции, вид инфекции, доступность эффективных превентивных мер и эффективного лечения. С учетом этого можно выделить четыре группы опасности БО:

- группа риска 1 – низкий риск, при котором ущерб здоровью человека и окружающей среде не наносится;

- группа риска 2 – умеренный риск, при котором болезнетворные микроорганизмы не представляют серьезную опасность для человека, животных и окружающей среды, при этом доступны превентивные меры и эффективные способы лечения, а риск распространения ограничен;

- группа риска 3 – высокий, как правило, индивидуальный риск. Болезнетворные микроорганизмы могут вызвать серьезные заболевания, но обычно не распространяются при случайном контакте, болезнь можно вылечить антибактериальными или антипаразитарными средствами;

- группа риска 4 – чрезвычайно высокий индивидуальный риск и высокий риск для окружающей среды, при котором болезнетворные микроорганизмы легко передаются воздушно-капельным путем при случайном контакте, и приводят к серьезным заболеваниям человека.

Определив группы опасности, предлагается разработать систему уровней защиты при обращении с каждой группой риска БО. Также предлагается разработать комплекс мер на каждом этапе обращения с БО: сортировка отходов, сбор и упаковка, транспортировка, временное хранение, обработка, уничтожение отходов.

1. Сортировка:

- необходимо определить группу риска отходов;
- удалить все пластиковые, металлические и прочие твердые предметы из состава БО.

2. Сбор:

- медицинские и ветеринарные учреждения, рынки и фермы необходимо обеспечить специальными емкостями различного цвета для отдельного сбора;

- обеспечить надлежащую упаковку отходов (контейнеры либо пластиковые плотные мешки, не пропускающие влагу);

- контейнеры должны иметь маркировку по видам отходов;

- контейнеры должны заполняться не более, чем на 3/4 объема;

- не допускается утрамбовывание отходов в контейнерах, содержащих колюще-режущие и инфицированные отходы;

– инфицированные отходы во всех случаях, когда это возможно, должны подвергаться немедленной стерилизации в автоклавах.

3. Транспортировка:

– по мере заполнения первичные контейнеры следует сразу же доставлять к месту промежуточного хранения;

– при транспортировке БО необходимо руководствоваться [5, 6] ;

– лица, работающие с отходами, должны при их сборе, транспортировке и хранении носить защитную одежду (перчатки, обувь);

– необходимо четко определить маршруты и сроки транспортировки отходов.

4. Регистрация БО:

– занесение в регистрационный журнал информации о месте сбора БО, организации, ответственной за БО и фамилия ответственного, времени сбора, веса БО, категории опасности БО;

– на контейнер либо пластиковый мешок с БО наносится номер регистрации и класс опасности.

5. Временное хранение биологических отходов:

– временное хранение биологических отходов возможно только в специально оборудованном помещении с морозильными камерами;

– доступ в помещение должен быть разрешен только уполномоченному персоналу;

– трупы животных на пунктах сбора хранят не более одних суток по получении предварительного результата лабораторных исследований, включающих сибирскую язву, и направляют на промышленную переработку или сжигание.

6. Обезвреживание:

– места, отведенные для обезвреживания БО, оборудуются одной или несколькими биотермическими ямами. Биотермическая яма предназначена для биотермического обеззараживания трупов животных и других БО, в случае отсутствия особо опасных инфекций и инвазий. Организацию биотермических ям необходимо осуществлять в соответствии с [7].

7. Сжигание:

– для уничтожения БО необходимо применять современные установки (инсинераторы);

– специфика БО интенсивное перемещение отходов в процессе горения для свободного доступа воздуха;

– поддержание достаточно высоких температур в объеме камеры сгорания, гарантирующих надежное воспламенение и устойчивое горение;

– организованное дожигание летучих продуктов неполного сгорания в топливном объеме;

– требования к установкам для сжигания, в соответствии с нормативами ЕС: рабочая температура в печи не ниже 850 °С, время удержания во вторичной камере на менее 2-х секунд при содержании кислорода 6 %.

Таким образом, для обеспечения безопасности при обращении с БО, необходимо создать централизованную систему, которая включает сбор отходов и дезинфекцию в местах первичного образования, с последующим транспортированием к месту захоронения либо уничтожения. Организация деятельности централизованным способом при соблюдении всех вышеперечисленных требований позволит:

- решить на современном уровне проблему обезвреживания опасных БО;
- интегрировать необходимое оборудование в систему сбора, транспортирования и уничтожения БО;
- исключить эпидемиологические и экологические риски, обеспечить безопасные санитарно-гигиенические условия для обслуживающего персонала в процессе обращения с БО;
- освободить персонал ветеринарных и медицинских учреждений от несвойственных ему работ по обезвреживанию.

Библиографический список

1. СанПиН 2.1.7.2790-10. Санитарно эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами: постановление главного государственного санитарного врача РФ от 09 декабря 2010 г. № 163.
2. Ветеринарно-санитарные правила сбора, утилизации и уничтожения биологических отходов: утв. Главным ветеринарным инспектором РФ от 04 декабря 1995 г. № 13-7-2/469.
3. Критерии разделения медицинских отходов на классы по степени их эпидемиологической, токсикологической, радиационной опасности, а также негативного воздействия на среду обитания: постановление Правительства РФ от 04 июля 2012 г. № 681.
4. Об использовании атомной энергии: Федеральный закон от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ.
5. СанПиН 1.2.7.728-99. Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений: утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 22 января 1999 г. № 2.
6. Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом: приказ министерства транспорта РФ от 08 августа 1995 г. № 73.
7. РД-АПК 3.10.07.01-09. Методические рекомендации по ветеринарной защите животноводческих, птицеводческих объектов. – М., 2008.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСТАВА ТВЕРДЫХ И ГАЗООБРАЗНЫХ ВТОРИЧНЫХ ОТХОДОВ, ОБРАЗОВАННЫХ ПРИ СЖИГАНИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Л.М. Киселева, П.А. Чиковская

Анализ состава вторичных отходов, образованных при сжигании биологических отходов, показал высокую степень опасности этих веществ и необходимость применения высокопроизводительных централизованных установок, в которых соблюдаются оптимальные условия сжигания в соответствии с международными стандартами.

Ключевые слова: биологические отходы; опасность; сжигание; диоксины.

При сжигании биологических отходов образуется комплекс вторичных отходов, в составе которых присутствуют газообразные токсичные вещества, которые при контакте с окружающей средой создают угрозу населению и окружающей среде. Улавливание и обезвреживание этих токсичных веществ представляет собой более сложную задачу в техническом отношении, чем сам процесс сжигания.

В соответствии с [1], обязательному сжиганию подлежат биологические отходы:

– зараженные или контаминированные возбудителями сибирской язвы, эмфизематозного карбункула, чумы, бешенства, туляремии, столбняка, злокачественного отека, катаральной лихорадки крупного рогатого скота и овец, африканской чумы свиней, ботулизма, сапа, эпизоотического лимфангоита, мелиоидоза (ложного сапа), миксоматоза, геморрагической болезни кроликов, а также болезней, ранее не регистрировавшихся на территории России;

– туши, зараженные инфекциями энцефалопатии, скрепи, аденоматоза, виснамаэди, в случае невозможности переработки их на мясо-костную муку.

Естественное разложение останков животных, особенно инфицированных, представляет высокий риск опасности для здоровья человека. Для избежания этого риска применяют сжигание биологических отходов. Сжигание туш животных производится в разных типах печей.

Основным источником воздействия на человека являются эмиссии в воздух, которые содержат углекислый газ (CO_2), оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), сернистый газ (SO_2), воду (H_2O), а также взвешенные частицы, металлические соединения и диоксиновые соединения – полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД), полихлорированные ибензофураны (ПХДФ).

Образование и выбросы полихлорированных дибензо-п-диоксинов (ПХДД), полихлорированных дибензофуранов (ПХДФ), полихлорированных бифенилов (ПХБ) и гексахлорбензола (ГХБ) установками по сжиганию туш животных объясняются присутствием этих материалов, прекурсоров и хлора в тушах или изделиях из пластика, сжигаемых вместе с тушами.

Диоксины являются универсальным клеточным ядом и поражают все виды животных и большинство растений. Диоксины выделены в особую группу «суперэкоотоксикантов», они чрезвычайно устойчивы к химическому и биологическому разложению, сохраняются в окружающей среде в течение десятков лет и беспрепятственно переносятся по пищевым цепям. Норматив концентрации ПХДД/ПХДФ в эмиссиях составляет 0,1 нг/м³.

Зола может быть токсична, если содержит оксиды металлов и соли металлов: сульфаты, карбонаты, фосфаты. Это возможно в том случае, если в мясе животных содержались металлы. Зола после сжигания биологических отходов подлежит захоронению в могильниках и, как правило, не представляет опасность для человека и окружающей среды.

В таблице приведены данные о вторичных отходах при сжигании трупов животных на различном оборудовании.

Выбросы в атмосферный воздух при сжигании животных

Категория оборудования	Наименование оборудования	мкг ТЭ/т (токсический эквивалент мкг /т)
1	Малые установки и старые печи, режим загрузки партиями, без оборудования контроля загрязнения воздуха	500
2	Модернизированные, контролируемые установки непрерывного цикла, имеется оборудование для контроля загрязнения воздуха	50
3	Современные предприятия, постоянный контроль операций, всесторонняя система контроля загрязнения воздуха	5

Установочные факторы эмиссии для всех трех категорий оборудования были рассчитаны на основании исследований о концентрациях в выбросах в Великобритании, Австрии и Германии [2]. Для старых предприятий, в которых отсутствует контроль за загрязнением воздуха (категория 1), а также для открытого сжигания, фактор эмиссии составил в среднем 500 мкг ТЭ/т массы тел. В категории 2, представленной более новыми предприятиями, токсический эквивалент на массу тела составил 50 мкг ТЭ/т. Наконец, категория оборудования 3, включающая все современные предприятия по сжи-

ганию останков животных, установочный фактор эмиссии составил около 5 мкг ТЭ/т массы тел.

Во многих странах запрещено использование маломощного оборудования категории 1, для уничтожения туш животных введены высокопроизводительные централизованные установки, в которых соблюдаются оптимальные условия сжигания[3]:

- перемешивание топлива с воздухом для сведения к минимуму образование устойчивых «топливных карманов» среди продуктов горения;
- достижение достаточно высоких температур в присутствии кислорода для разрушения углеводородных материалов;
- предотвращение образования зон резкого охлаждения или низкотемпературных коридоров, способствующих выходу из камеры сгорания частично прогоревшего топлива.

Обеспечению этих условий способствует надлежащая конструкция и эксплуатация установки для сжигания отходов, предоставляющая возможность управления факторами «3Т» (время, температура, турбулентность), а также поступлением кислорода. Температура на уровне 850 °С и выше (например, для отходов, содержащих галогенизированные органические вещества с содержанием хлора > 1 % – выше 1100 °С) также необходимы для обеспечения полного сгорания в большинстве технологий.

Турбулентность, предполагающая перемешивание топлива с воздухом, помогает предотвратить формирование холодных зон в камере сгорания и накопление углерода, которые могут снизить эффективность сгорания.

В России оборудование по сжиганию отходов класса 2 и 3 не имеет широкого применения из-за высокой стоимости, останки животных сжигают в простых печах. Часто конструкция этих печей не обеспечивает ни хорошо контролируемых условий сжигания, ни высокую эффективность улавливания твердых частиц, что необходимо для сохранения низкого уровня выбросов ПХДД/ПХДФ.

Крупные производители в России, такие как ЗАО «Безопасные Технологии» и ЗАО «Турмалин» предлагают высокотехнологичное оборудование, отвечающее международным стандартам. Например, автономная перемещаемая кремационная площадка ИН-50 ЗАО «Турмалин», предназначенная для чрезвычайных ситуаций во время эпидемий, работает в следующем режиме: температура сжигания 750–800 °С, производительность 1000–1500 т/ч, 100%-ное обезвреживание инфицированной органики, при этом зольный остаток IV класса опасности < 5 %, а концентрация СО < 200 мг/м³.

Для реализации безопасного и эффективного способа обезвреживания биологических отходов предлагается реализовать комплекс мероприятий, позволяющих исключить опасное воздействие вторичных отходов.

1. Исключить попадание в состав биологических отходов предметов и материалов, которые при сгорании выделяют опасные вещества путем сортировки отходов в месте их образования.

2. Применять установки для сжигания, которые соответствуют нормативам ЕС (рабочая температура в печи не ниже 850 °С, время удержания во вторичной камере на менее 2 с при содержании кислорода не менее 6 %).

3. Запретить малые установки и старые печи, которые не имеют возможность соблюдать вышеуказанные условия сжигания, а так же не имеют системы эффективной газоочистки.

4. Запретить применение установок в индивидуальных и маломасштабных объемах, при отсутствии разрешений и квалифицированных специалистов.

5. Законодательно закрепить правила по безопасному сжиганию биологических отходов.

6. Включить биологические отходы в федеральный классификационный каталог отходов и лицензировать деятельность, связанную с обезвреживанием и размещением этих отходов.

7. Централизовано контролировать работу установок для сжигания с применением штрафных санкций за несоблюдение требований безопасности.

Таким образом, учитывая характеристику состава твердых и газообразных вторичных отходов, образованных при сжигании биологических отходов, необходимо обеспечить безопасные условия сжигания, начиная с выбора установки, которая должна соответствовать международным стандартам. Чрезвычайно важно обеспечить безопасное удаление вторичных отходов, которые могут нанести гораздо больший вред человеку и окружающей среде, чем сами биологические отходы. При отсутствии контроля за этими процессами и ответственности за соблюдение правил можно с большой вероятностью получить тяжелые экологические и эпидемиологические последствия.

Библиографический список

1. Ветеринарно-санитарные правила сбора, утилизации и уничтожения биологических отходов: Приказ Минсельхоза РФ от 16.08.2007 № 400.

2. Джеймс Б.В. Методическое руководство по выявлению и количественной оценке выбросов диоксинов и фуранов / Б.В. Джеймс. – Женева, 2001.

3. Обновленные общие технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из стойких органических загрязнителей (СОЗ), содержащих их или загрязненных ими. 2006. – www.tecpol.de/downloads/SVZ_TECPOL_REPORT_E.pdf.

О ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКАХ ДЛЯ РАБОТНИКОВ АВТОТРАНСПОРТА

И.П. Палатинская

По результатам анализа нормативных документов предложен новый подход в оценке профессиональных рисков работников, по которому были определены риски для работников опасных профессий (на примере автотранспортных работников).

Ключевые слова: профессиональный риск работника, факторы профессионального риска, значимость риска

Профессиональный риск работников – вероятность повреждения (утраты) здоровья или смерти, связанная с исполнением обязанностей работника по трудовому договору (контракту) и в иных установленных ТК РФ, другими федеральными законами случаях [1]. Оценка профессионального риска работников, в соответствии с нормативными документами [2–4], проводится с учетом величины экспозиции, показателей функционального состояния, состояния здоровья и утраты трудоспособности работников.

Общий подход по процедуре оценки рисков рекомендуется осуществлять по следующему алгоритму [2–4]: идентификация опасностей (рисков); анализ рисков каждой опасности – определение вероятности вреда, тяжести последствий и уровня риска; оценивание рисков – принятие решения об их приемлемости или допустимости. Результатом оценки рисков является разработка комплексных мер по снижению значимых рисков.

В настоящее время, несмотря на нормативные документы [2–4] в Российской Федерации отсутствует единый порядок оценки уровня профессионального риска для работника любой отрасли экономики.

По предложению Косырева О.А. [5] оценку профессионального риска работника предлагается определять как комплексную по четырем группам:

1. Гигиеническая оценка условий труда.
2. Оценка рисков травмирования.
3. Оценка индивидуального профессионального риска работника.
4. Оценка степени защищенности работника СИЗ.

Однако в предложенную Косыревым О.А. [5] оценку не входят факторы, не связанные с профессиональной деятельностью работника и производственной деятельностью организации, такие как, географические и климатические условия, размещение вблизи техногенных источников опасности; размещение в пространстве – в космосе, над землей, на воде, под водой и т. д. [3]. Данные факторы оказывают существенное влияние на здоровье и трудоспособность работников. В настоящее время эти факторы учитываются в льготах и компенсациях, установленных в РФ.

Анализируя выше сказанное, предлагается для работников с повышенными уровнями опасностей (например, работников автотранспорта) представить факторы профессионального риска в следующие группы:

1. Группа факторов, выявляемых из анализа результатов аттестации рабочих мест по условиям труда – гигиеническая оценка условий труда, оценка травмирования, оценка степени защищенности работника СИЗ.

2. Группа факторов, выявляемая из статистического анализа производственной деятельности, связанной с профессиональными заболеваниями и несчастными случаями.

3. Группа факторов, выявляемая из индивидуальной оценки, связанная с особенностями выполняемых профессиональных обязанностей работником на предприятии с учетом его индивидуальных качеств [7].

4. Группа факторов, связанная с возможными инцидентами, авариями из-за других участников движения на дорогах, а также из-за движения вблизи техногенных источников опасности (плотин, АЭС, магистральных трубопроводов, линий электропередачи и т. д.).

5. Группа факторов, выявляемая из анализа данных не связанных с профессиональной деятельностью работника и производственной деятельностью организации, связанная с физико-географическими и климатическими условиями и др.

Используем статистические данные государственных докладов Роспотребнадзора, данные по контролю и надзору по охране труда Роструда и результаты аттестации рабочих мест по условиям труда работников автотранспорта [6–8]. Профессиональные риски по водителям автотранспорта оцениваем по виду экономической деятельности «Транспорт и связь» (код по ОКВЭД: I 60-64.20.3).

Анализ факторов риска первой группы по документам стат. отчетности РФ [6, 7] выявил, что доля рабочих мест водителей, не соответствующих требованиям гигиенических нормативов по шуму вибрации, микроклимату и освещению, на протяжении ряда лет остается высокой (табл. 1).

Таблица 1

Доля рабочих мест водителей, не отвечающих санитарным нормам по физическим факторам, % [6, 7]

Факторы	2008	2009	2010	2011
Шум	29,56	29,38	26,62	28,4
Вибрация	24,32	14,63	15,58	17,34
Микроклимат	5,5	4,01	6,28	3,79
Освещение	3,41	1,99	4,01	1,67

Кроме перечисленных факторов на водителей оказывают влияние химические факторы и фиксированная рабочая поза. Степень воздействия данных факторов зависит от технического состояния автотранспортного

средства, вида используемых машин, его травмоопасности, применения средств защиты, а также рельефа местности и состояния дорог.

Длительное воздействие на водителей автотранспорта факторов риска первой группы может приводить к развитию профессиональных заболеваний (табл. 2). За последние пять лет наблюдается постоянный рост профзаболеваемости у водителей, который значительно превышает показатели по РФ, так в 2011 году установлено 266 случаев (146 с. в 2010 г.).

Таблица 2

Показатели профессиональной заболеваемости по годам [6, 7]
(на 10 000 работников)

Вид отрасли экономики	2007	2008	2009	2010	2011
Российская Федерация	1,59	1,52	1,79	1,73	1,92
Раздел I «Транспорт и связь»	1,67	1,76	2,67	2,90	3,06

У водителей автотранспорта наблюдается высокий уровень травматизма, табл. 3 [8], который зачастую связан с плохим состоянием дорог, с несоблюдением режимов труда и отдыха водителей, с неблагоприятными климатическими условиями.

Таблица 3

Распределение несчастных случаев по годам [8]

Количество тяжелых и смертельных несчастных случаев	2009	2010	2011	2012
Российская Федерация	12702	12729	11796	11449
Раздел I «Транспорт и связь»	1430	1419	1399	1213

Факторы по третьей, четвертой и пятой группам должны оцениваться из статистических анализов конкретных предприятий по установлению зависимости профессионально-личностных показателей в авариях и инцидентах, а также в ситуациях, связанных с климатическими и другими условиями. Оценку их проведем путем экспертной оценки [3].

Анализируя выше сказанное, для водителей автотранспорта количественно оценим профессиональные риски с учетом рекомендаций [3, 4], табл. 4. В итоге, общий риск для водителей является больше (22,57...49,93), чем рекомендуемая шкала рисков (в диапазоне от 0 до 15 [3]). Даже без учета факторов с третьей по пятую группам, профессиональные риски водителей имеют недопустимые уровни – 14,57...21,93.

Очевидно, что реальный профессиональный риск работника будет зависеть от скрупулезности и учета конкретных производственных условий, особенно, это значимо для работников опасных профессий.

Результаты оценки значимости рисков

Группа	Показатели	Интервал значений риска	Значимость риска*
1	Гигиеническая оценка	4,37...8,73	Н...У
	Оценка травмоопасности		
	Оценка СИЗ		
2	Профессиональные заболевания	10,2...13,2	У...В
	Несчастные случаи		
3	Профессионально-личностные	3...7	Н...У
4	Аварии, инциденты	1...7	Н...У
5	Физико-географические и климатические условия	4...14	Н...В
	Состояния дорожного покрытия		

* Примечание: Н – низкий; У – умеренный; В – высокий.

Однако даже из представленной приблизительной оценки следует, что принятие решения о снижении рисков таких работников возможно только путем комплексного подхода к разработке и реализации программ улучшения условий труда с учетом показателей всех групп факторов риска.

Библиографический список

1. Трудовой кодекс РФ. № 197-ФЗ от 30.12.2001 (ред. от 07.05.2013). – <http://base.consultant.ru/cons/>.
2. Менеджмент риска. Термины и определения. ГОСТ Р 51897–2011 / Руководство ИСО 73:2009. – М.: Стандартинформ, 2012. – 14 с.
3. Определение опасностей и оценка рисков. ГОСТ Р 12.0.010–2009 ССБТ. – М.: Стандартинформ, 2011. – 23 с.
4. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004; Бюллетень нормативных и методических документов госсанэпиднадзора. – 2004. – № 2– 14 с.
5. Косырев О.А. О проектах нормативных правовых актов, устанавливающих порядок и методы оценки профессиональных рисков на рабочих местах организации / О.А. Косырев. – <http://www.niitruda.ru/about/14.07.2010> г.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2011 году. Гос. доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 316 с.
7. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2010 году: Гос. доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 431 с.
8. Оперативные данные – <http://www.rostrud.ru/activities/28/19909/>

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА В ОБЯЗАТЕЛЬНОМ СТРАХОВАНИИ ОТ НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ НА ПРОИЗВОДСТВЕ И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Л.М. Киселева, И.П. Палатинская

Анализ нормативных документов по экономическому стимулированию работодателей показал, что механизм не может быть применимым для всех предприятий. Рассмотрены разные случаи, когда он имеет ограничения по использованию для предприятий

Ключевые слова: несчастный случай; страховые взносы; скидки; надбавки.

Одной из обязанностей работодателей является обязательное социальное страхование всех работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний [1]. Механизм, заложенный в № 125–ФЗ [2], является экономическим стимулом для руководителей заниматься охраной труда. При этом экономические интересы руководителей предприятий связаны:

- с величиной страховых взносов и к ним надбавок (до 40 %) или скидок (до 40 %) , выплачиваемых в Фонд социального страхования (ФСС);
- возможностью вернуть 20 % страховых взносов на осуществление предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами;
- обязанностью оплатить ущерб пострадавшим при тяжелых (а при смертельных – их семьям) несчастных случаях на производстве.

В 2012 году данная методика экономического стимулирования работодателей подверглась существенному изменению [2–5]:

- размер скидки или надбавки к страховому тарифу по взносам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний определяется по итогам работы страхователя за три года [3, 4], а не за предшествующий год;
- скидка к страховому тарифу не предоставляется, если в организации был несчастный случай со смертельным исходом;
- страхователь обязан сообщать в ФСС РФ сведения о результатах аттестации рабочих мест по условиям труда и проведенных обязательных медосмотров;
- изменился алгоритм расчета получения скидок и надбавок [4].

Анализ эффективности экономического стимулирования работодателей в области обеспечения безопасности труда показал, что остаются не решенными многие вопросы.

Во-первых: отсутствие возможности при определении скидки и надбавки учесть в полной мере показатели предприятия по страховым случаям. Так, скидка или надбавка устанавливается страховщиком в случае, если все показатели у страхователя ($a_{СТР}$, $b_{СТР}$, $c_{СТР}$), рассчитанные по методике, меньше (тогда скидка) или больше (тогда надбавка) значений трех аналогичных показателей по виду экономической деятельности ($a_{ВЭД}$, $b_{ВЭД}$, $c_{ВЭД}$), которому соответствует основной вид деятельности страхователя. Такие условия получения надбавки к страховым взносам, не позволят многим неблагоприятным, с точки зрения охраны труда, предприятиям платить в ФСС страховые взносы с надбавкой, а благополучным – со скидкой. Рассмотрим это на примерах расчета надбавки, приведенных в табл. 1. для двух вариантов.

- Первый вариант, когда все три показателя $a_{СТР}$, $b_{СТР}$, $c_{СТР}$ больше, чем по виду экономической деятельности $a_{ВЭД}$, $b_{ВЭД}$, $c_{ВЭД}$ – предприятие хуже, чем по ВЭД по безопасности труда (несчастных случаев и проф.заболеваний). Согласно методике [6], надбавка к страховому тарифу равна 21 %.

- Во втором варианте, когда два показателя $a_{СТР} > a_{ВЭД}$, $b_{СТР} > b_{ВЭД}$, третий $c_{СТР} < c_{ВЭД}$ чем по ВЭД (продолжительность нетрудоспособности на один несчастных случаев). В этом случае, по методике [4] надбавка получается равной нулю, хотя предприятие является неблагоприятным по безопасности труда. Если изменить условие по [4], когда $a_{СТР} > a_{ВЭД}$, $b_{СТР} > b_{ВЭД}$, $a_{СТР} < c_{ВЭД}$, то надбавка к страховому взносу будет 16 %, см. табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчетов по начислению надбавок предприятиям

Вариант		$\frac{a_{СТР}}{a_{ВЭД}}$	$\frac{b_{СТР}}{b_{ВЭД}}$	$\frac{c_{СТР}}{c_{ВЭД}}$	q1	q2	Надбавка P, %
1	По методике	$\frac{0,38}{0,11}$	$\frac{13,95}{3,52}$	$\frac{184,50}{70,50}$	0,8	0,9	21
2	По методике	$\frac{0,38}{0,11}$	$\frac{13,95}{3,52}$	$\frac{70,30}{70,50}$	0,8	0,9	0
	Предложение	$\frac{0,38}{0,11}$	$\frac{13,95}{3,52}$	$\frac{70,30}{70,50}$	0,8	0,9	16

Предложенное уточнение методики по надбавке позволит охватить большее количество неблагоприятных предприятий по безопасности труда и тем самым заставит работодателей таких предприятий улучшать вопросы охраны труда.

Во-вторых: не предусмотрена возможность перехода для предприятия из более высокого класса профессионального риска (КПР) в более низкий КПР, если показатели $a_{СТР}$, $b_{СТР}$, $c_{СТР}$ стали меньше, чем в предыдущие годы, т. е. у предприятия снизились уровни травматизма и профессиональной заболеваемости. Такая возможность была бы действительно экономическим стимулом для работодателей, так как благодаря переходу из более высокого класса в меньший снижается страховой тариф и, следовательно, снижаются страховые взносы. Или наоборот – показатели ухудшились и у предприятия увеличатся страховые взносы.

В-третьих: отсутствует возможность применения экономического механизма для предприятий с малой численностью работников. Даже один несчастный случай с легким исходом (с малым числом дней нетрудоспособности), происшедший в течение трех лет, не позволяет такому предприятию получить скидку. Рассмотрим это на примерах ВЭД, приведенных в табл. 2. Чтобы происшедший несчастный случай не оказал влияния на получение скидки, средняя численность работников для указанных ВЭД должна быть не менее приведенных в табл. 2. Для данных ВЭД такая численность является не реальной и, следовательно, экономическое стимулирование работодателя не применимо.

Таблица 2

Расчет численности для малых предприятий

№ п/п	Наименование ВЭД	$b_{ВЭД}$	Средняя численность работающих за год N_i
1	Аудиторская деятельность	0,08	4166
2	Розничная торговля	0,21	1586
3	Рекламная деятельность	0,25	1333

В-четвертых: очевидная ошибочность отнесения многих предприятий к классам профессионального риска.

Известно, что чем выше КПР тем опаснее предприятие. Однако проведенный анализ показывает, что в некоторых случаях (табл. 3) такое распределение не подлежит какой-либо логике. Например, показатели ВЭД 40.10, отнесенного к 18-КПР, меньше показателей ВЭД 45.21.2 ВЭД 45.21.2 (8-КПР) и ВЭД 40.10.41 (1-КПР). Хотя ВЭД 40.10 является подклассом ВЭД 40.10.41 и должен тогда входить 1-КПР. Для ВЭД 10.20.2, 10.20.21 и 10.20.22, отнесенных к 7-КПР, вообще все показатели равны нулю. И таких примеров в классификаторе много [6]. Для предприятий это оборачивается искусственно завышенными страховыми взносами, выплачиваемыми в ФСС.

Таблица 3

Соответствие показателей классам профессионального риска

КПР	ОКВЭД	Наименование ВЭД	Показатели		
			аВЭД	бВЭД	сВЭД
1	40.10.41	Деятельность по обеспечению работоспособности тепловых электростанций	<u>0,45</u>	<u>1,83</u>	<u>97,59</u>
8	45.21.2	Производство общестроительных работ по строительству мостов, надземных автомобильных дорог, тоннелей и подземных дорог	<u>0,14</u>	<u>2,78</u>	<u>95,69</u>
18	40.10	Производство, передача и распределение электроэнергии	0,02	0,85	83,92
7	10.20.2	Обогащение и агломерация бурого угля	0,00	0,00	0,00
7	10.20.21	Обогащение бурого угля	0,00	0,00	0,00
7	10.20.22	Агломерация бурого угля	0,00	0,00	0,00

Таким образом, анализ нормативных документов, регулирующих экономическое стимулирование работодателей по вопросам охраны труда в Российской Федерации, выявил многие несоответствия, что не позволит многим предприятиям эффективно применять его на практике.

Библиографический список

1. Трудовой кодекс РФ. № 197-ФЗ от 30.12.2001 (ред. от 07.05.2013). – <http://base.consultant.ru/cons/>
2. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ (ред. от 29.02.2012) – <http://base.consultant.ru/cons/>
3. Об утверждении Правил установления страхователям скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Постановление Правительства РФ от 30.05.2012 № 524 // Собрание законодательства РФ. – 04.06.2012. – № 23. – 3 с.
4. Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. Приказ Минтруда России от 01.08.2012 № 39н // Российская газета. – 07.09.2012. – № 206 – 2 с.
5. Об утверждении значений основных показателей по видам экономической деятельности для расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в 2013 году. Постановление ФСС РФ от 31.05.2012 г. № 122 – <http://base.consultant.ru/cons/>
6. Об утверждении классификации видов экономической деятельности по классам профессионального риска. Приказ Минтруда России от 25 декабря 2012 г. № 625н // Российская газета. – 31.12.2012 – № 303. – 12 с.

О ПРОБЛЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЗАЗЕМЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

А.И. Сидоров, А.Б. Тряпицын

Анализ существующей методики контроля состояния заземляющих устройств показал, что решение сложной проблемы контроля состояния ЗУ требует установления закономерностей изменения строго обоснованных параметров, не имеющих привязки к каким-либо местным условиям. Предполагается осуществить физическое моделирование работы ЗУ с целью исследования влияния различных факторов на степень коррозионного разрушения элементов, образующих сложное ЗУ.

Ключевые слова: заземляющее устройство, коррозия, электробезопасность.

Заземляющие устройства (ЗУ) электроустановок должны соответствовать требованиям действующих нормативных документов и обеспечивать в течение всего срока службы электроустановки [1]:

- выполнение условий электробезопасности;
- выполнение условий электромагнитной совместимости;
- заземление молниеотводов и ограничителей перенапряжений;
- рабочее заземление нейтрали электрических сетей.

Электробезопасность характеризуется предельно допустимыми значениями напряжения прикосновения и токов. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения установлены в ГОСТ 12.1.038–82.

Заземляющее устройство в соответствии с требованиями электромагнитной совместимости должно быть выполнено так, чтобы уровни напряжений и токов, воздействующих на вторичное оборудование при коротких замыканиях и коммутациях в первичных цепях, не превышали допустимых значений для вторичного оборудования.

Характеристики ЗУ должны отвечать требованиям обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала и надежной работы оборудования электроустановки в нормальных и аварийных условиях в течение всего срока службы электроустановки.

В процессе эксплуатации должен проводиться периодический контроль состояния ЗУ в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и РД 34.45-51.300-97.

При проверке состояния ЗУ должны быть выполнены следующие виды работ [1]:

- сбор исходных данных и визуальный контроль;
- измерение сопротивления металлосвязей;
- определение потенциалов и токов нормального режима;
- определение исполнительной схемы заземляющего устройства;
- определение удельного сопротивления грунта;
- определение сопротивления заземляющего устройства;
- определение напряжения на заземляющем устройстве;
- определение напряжения прикосновения;
- определение распределения потенциалов и токов промышленной частоты по элементам заземляющего устройства при установившихся токах КЗ;
- определение тепловой устойчивости заземлителей, заземляющих проводников и экранов кабелей;
- определение распределения импульсных напряжений при коротких замыканиях на землю, ударах молнии в молниеотводы и протекании токов через ограничители перенапряжений;
- определение коррозионного состояния заземляющих проводников и заземлителей.

Методы проверки состояния ЗУ предусматривают проведение измерений и расчетов с целью определения соответствия параметров ЗУ установленным нормам. Измерения параметров ЗУ выполняют с помощью приборов и устройств для имитации аварийных режимов (рис. 1).



Рис. 1. Контроль сопротивления заземляющего устройства

В настоящее время контроль состояния заземляющих устройств проводится согласно [1, 2]. Источник [2] определяет основные параметры, характеризующие состояние ЗУ, относя к ним:

- сопротивление ЗУ;
- напряжение на ЗУ при стекании с него тока замыкания на землю;
- напряжение прикосновения (для электроустановок выше 1 кВ с эффективно заземленной нейтралью).

Дополнительной характеристикой ЗУ, с помощью которой производится оценка его состояния в процессе эксплуатации, является интенсивность коррозионного разрушения. При этом проверка ЗУ в полном объеме должна проводиться не реже 1 раза в 12 лет (рис. 2). Рекомендуется срок очередной проверки устанавливать на основе результатов предыдущих испытаний. Срок проверки назначается лицом, ответственным за эксплуатацию электроустановки на основании рекомендаций организации (или подразделения), выполнивших предыдущие испытания. Количественную оценку степени коррозионного износа производят путем измерения характерных размеров, зависящих от вида коррозии. Эти размеры определяют после удаления с поверхности элемента продуктов коррозии. При сплошной поверхностной коррозии характерными размерами являются линейные размеры поперечного сечения проводника (диаметр, толщина, ширина), измеряемые штангенциркулем. При местной язвенной коррозии измеряется глубина отдельных язв (например, с помощью штангенциркуля), а также площадь язв на контролируемом участке. Глубину коррозии определяют сравнением измеренных поперечных размеров элемента с проектными значениями [1].



Рис. 2. Визуальный контроль состояния ЗУ на интенсивность коррозионного разрушения

Для выявления же тенденции коррозии и прогнозирования срока службы заземлителей рекомендуется проводить измерения электрохимического окислительно-восстановительного потенциала, удельного сопротивления грунта и определять наличие блуждающих токов в земле [2]. Утверждение же о возможности выявления коррозионных повреждений элементов, образующих ЗУ, при измерениях напряжений прикосновения и проверке металлосвязей, на наш взгляд, не имеет достаточных оснований.

Анализируя изложенное выше, можно сделать следующие выводы.

Периодичность проверки параметров ЗУ в полном объеме не реже одного раза в 12 лет в ряде случаев не позволит своевременно выявить коррозионные разрушения элементов, образующих ЗУ.

В [3] приводятся результаты расследования несчастного случая, в ходе которого было установлено, что ЗУ полностью разрушено, хотя с момента ввода этого ЗУ в эксплуатацию прошло лишь 8 лет.

Значение же окислительно-восстановительного потенциала E_h определяется всей совокупностью происходящих в месте устройства ЗУ окислительных и восстановительных процессов, а в условиях равновесия характеризует среду сразу относительно всех элементов, имеющих переменную валентность. Кроме того, учитывая величины E_h (например, в природной воде значение E_h колеблется от -400 до $+700$ мВ), построить систему контроля состояния ЗУ, ориентированную только на измерение E_h , весьма проблематично.

На наш взгляд, решение сложной проблемы контроля состояния ЗУ требует, прежде всего, установления закономерностей измерения строго обоснованных параметров, не имеющих привязки к каким-либо местным условиям.

Для этого предполагается осуществить физическое моделирование работы ЗУ, например, в электрической ванне с целью исследования влияния различных факторов, в том числе и блуждающих токов на степень коррозионного разрушения элементов, образующих сложное ЗУ.

Библиографический список

1. СТО 56947007-29.130.15.105-2011. Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС». – www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.130.15.105-2011.pdf
2. РД-153-34.0-20.525-00. Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок. – <http://www.russgost.ru/catalog/item43217>
3. Манойлов, В.Е. Основы электробезопасности / В.Е. Манойлов. – Л.: Изд-во «Энергия», 1976. – 344 с.

АДСОРБЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Д.Е. Плешивцева, А.И. Солдатов

Исследована возможность использования сырьевых материалов огнеупорного производства для решения вопросов очистки сточных вод от фенола. Показана возможность и пределы применимости данного подхода.

Ключевые слова: сточные воды, очистка, фенол, периклаз, шамот.

Одной из важных экологических задач современности является очистка сточных и питьевых вод от различных загрязнителей – экотоксикантов различной природы [1]. Один из экотоксикантов – фенол и его производные.

Фенолы – весьма распространенный вид загрязнений промышленных сточных вод. Концентрации фенолов в различных сточных водах колеблются в широких пределах от 5 мг/л до 30 г/л. Поэтому очистка воды от фенола и его производных представляет собой серьезную экологическую задачу [2].

При очистке воды от фенола используются следующие технологии: экстакция, выпаривание, сорбция, озонирование. Более эффективны сорбционные методы очистки сточных вод от фенола. В качестве сорбентов применяют активированный уголь и некоторые промышленные стоки золу, шлаки, генераторную пыль и пр.

Наличие местных эффективных природных сорбентов в районах их потребления стимулирует внедрение новых адсорбционных технологических процессов, в том числе для решения вопросов защиты окружающей среды.

Одним из видов таких природных сорбентов являются периклазовые порошки. Сырьем для промышленного получения периклазов является горная магнийсодержащая порода – магнезит ($MgCO_3$).

Возможность использования сорбента будет определяться его стоимостью, адсорбционной емкостью и возможностью его регенерации.

Целью данной работы являлось изучение характеристик сорбентов, определяющих возможность его использования и условий его регенерации.

В качестве объектов исследования использовалось магниальное сырье огнеупорных предприятий: периклазовые плавленые и спеченные порошки различного фракционного состава (табл. 1) [3].

Таблица 1

Характеристика периклазовых порошков

Спеченный периклаз	Плавленный периклаз
Природный магнезит или брусит, обожженный при температуре 1500–2000 °С. Иногда его называют магнезиальным клинкером	Получают плавкой (электродуговой, индукционной, плазменной, солнечной энергией) при температуре около 2800 °С из природного магнезительного сырья, каустического и спеченного периклаза, а так же из химически переработанных дисперсных или гранулированных магниесодержащих материалов

Разница в температуре обработки исходного сырья, приводят к формированию неодинаковой кристаллической структуры порошков, что приводит к различным адсорбционным свойствам для спеченного и плавленого периклаза.

В качестве модели сточных вод в работе использовалась фенольная вода с содержанием фенола 0,4–0,8 г/л.

Количественное содержание фенола в исследуемом растворе определили бромат-бромидным методом.

Таблица 2

Количественное содержание фенола в исследуемом растворе

Образец порошка	Вид периклазового порошка	Фракция, мм	Адсорбция фенола
1	Спеченный	–1+0	0,0306
2	Спеченный	–0,5+0	0,0212
3	Плавленный	–5+3	0,0288
4	Плавленный	–3+1	0,0263
5	Плавленный	–1+0	0,0212
6	Плавленный	–0,5+0	0,0194
7	Чистый оксид магния (MgO)	–0,5+0	0,0165

Из анализа, полученного в ходе исследования адсорбционного ряда представленного в табл. 2, сорбентов, следует, что наименьшей адсорбционной способностью обладает чистая окись магния, тогда как природные образцы характеризуются более высокой адсорбционной способностью. Во всех порошках, изготавливаемых из Саткинского магнезита, нежелательные примеси возрастают от мелких фракции к крупным, которые могут оказывать влияние на адсорбционную способность.

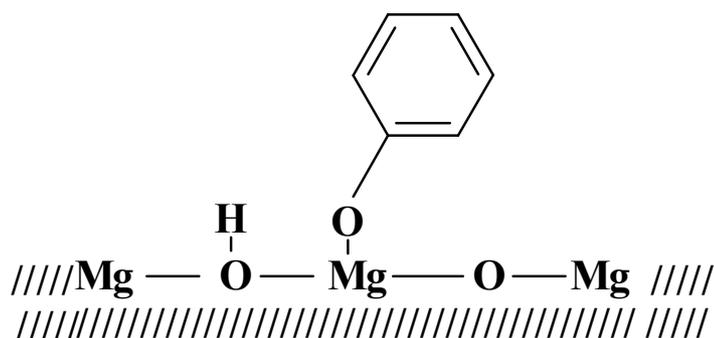
На характер адсорбционных процессов наибольшее влияние оказывают кислотно-основные центры поверхности.

Распределение кислотно-основных центров на поверхности исследуемых сорбентов оценивалось с помощью индикаторного метода[4], для этого использовали 19 кислотно-основных индикаторов с различными значениями показателя рКа [5].

Учитывая, что адсорбционное взаимодействие фенола с поверхностью сорбента может происходить по принципам кислотно-основного взаимодействия, то можно считать, что присутствующие в природных материалах (периклазах) примеси будут оказывать существенное влияние на количество (или силу) соответствующих центров.

Таким образом, для спеченного периклаза наблюдается заметно большее количество основных центров требуемой силы, которые и являются ответственными за адсорбцию фенола. Для всех образцов характерно в целом однотипное распределение центров по поверхности фракций.

Адсорбция фенола на поверхности окиси магния происходит только с участием ОН-группы молекулы фенола, при этом взаимодействия ароматического кольца с поверхностными атомами не наблюдается, что требует наличия поблизости двух видов адсорбционных центров. Один из вариантов возможного адсорбционного взаимодействия фенола с поверхностью MgO представленного на рисунке.



Форма адсорбции фенола на поверхности окиси магния

Видно, что взаимодействие бензольного кольца с поверхностными атомами отсутствует.

От характера взаимодействия адсорбированной молекулы фенола с поверхностным центром будет зависеть и процесс десорбции фенола, осуществляемый при регенерации сорбента.

Были изучены десорбционные процессы периклазовых порошков после очистки фенольных вод. Регенерация проводилась путем извлечения адсорбированного фенола водным раствором щелочи. Адсорбент, подвергнутый десорбции сразу же после адсорбции отдавал практически весь адсорбированный фенол. Если же сорбент находился в водном растворе в течение часа, а затем проводилась десорбция адсорбированного фенола, то десорбировалось до 70 % адсорбированного фенола. Если же сорбент по-

сле адсорбции фенола выдерживался в течение часа в сухом состоянии, то при последующей десорбции извлекалось только треть адсорбированного фенола.

Таким образом, по всей видимости, процесс адсорбции будет протекать в две стадии. На 1-ой происходит взаимодействие кислородного атома фенола с адсорбционным центром поверхности. А на 2-ой стадии происходит взаимодействие самого бензольного кольца с поверхностью, так что дальнейшее извлечение фенола щелочным водным раствором с поверхности сорбента не происходит, что наглядно иллюстрирует рис. 1, т. е. взаимодействие адсорбат-адсорбент достаточно прочное. Это взаимодействие происходит относительно медленно, причем на его протекание оказывает влияние внешняя среда, так наличие растворителя (воды) снижает скорость этой реакции.

На основании вышесказанного можно заключить, что на процесс адсорбции существенно влияет структура поверхности, которая, в свою очередь, зависит от фракционного состава и способа подготовки сорбента.

Регенерация сорбента зависит от промежутка времени после адсорбции и условий нахождения сорбента в промежутке между процессом адсорбции и регенерации.

Библиографический список

1. Экологические аспекты современных технологий охраны водной среды / под ред. В.В. Гончарука. – Киев: Наукова думка, 2005. – 324 с.
2. Сорбционные свойства природных сорбентов – опоки и магнезита по отношению к сульфат-ионам / Е.Н. Калюкова, М.В. Бузаева, Ю.С. Кохановская и др. // Башкирский химический журнал. – 2010. – Т. 17, № 2. – С. 126–128.
3. Сиваш, В.Г. Плавленный периклаз / В.Г. Сиваш, В.А. Перепелицын, Н.А. Митюшов. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2001. – 584 с.
4. Танабе, К. Катализаторы и каталитические процессы / К. Танабе. – М.: Мир, 1993. – 176 с.
5. Нечипоренко, А.П. Индикаторный метод исследования поверхностной кислотности твёрдых веществ / А.П. Нечипоренко, Т.А. Буренина, С.И. Кольцов // Журнал общей химии. – 1985. – Т. 55, вып. 9. – С. 1907–1912.

УГЛЕРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Р.Т. Аскарлов, А.И. Солдатов

Исследованы свойства поверхности углеродных материалов различной природы. Проведена модификация углеродной поверхности материалов различными способами с целью изменения количества поверхностных функциональных групп. Проведена адсорбция сульфидов на всех материалах. Показано, что величина адсорбции сульфидов зависит от структуры поверхности углеродного сорбента.

Ключевые слова: сорбент; сульфиды; углеродная поверхность; адсорбция.

Присутствие сульфидов в природной воде, даже в очень малых концентрациях, может быть очень токсичным для экосистем. В промышленности сульфиды образует сероводород – очень неприятный и токсичный газ, приводящий к проблемам коррозии оборудования и конструкций. В последние годы появился значительный интерес к развитию эффективных и дешевых систем для удаления сульфида из газовой и жидкой фазы.

При изучении методов удаления сероводорода из газовой фазы различают процессы, такие как адсорбция, каталитическое окисление и биологические процессы. Несколько работ исследуют удаление газообразного сероводорода с использованием различных адсорбентов, таких как активированный уголь, глинозем, кремнезем и цеолит. В процессах, использующих каталитическое окисление сероводорода воздухом, предложено использовать различные катализаторы, например ванадий, и хлориды железа. Также предложены различные биологические процессы удаления сероводорода, например биофильтры и микроорганизмы, поддерживаемые на активированном угле или иле.

Также изучено удаление сероводорода из водной среды с использованием различных методов, таких как осаждение, адсорбция и электрохимические процессы [1].

Несмотря на такое разнообразие методов очистки, все они имеют ряд недостатков.

Например, применение катализаторов всегда сопряжено с большими материальными затратами, а их использование в сероочистке усугубляется тем, что все серосодержащие соединения относятся к группе каталитических ядов, что требует дополнительных затрат на периодическую замену катализатора, либо его регенерацию [2].

Адсорбционные методы с использованием активированных углей, цеолитов, кремнеземов и глиноземов обладают неплохой степенью очистки, относительно универсальны, но зачастую малоприменимы из-за низкой скорости адсорбции или малой адсорбционной емкости.

Адсорбция многих веществ на активированных углях и других углеродных материалах в той или иной степени зависит от наличия и взаимного расположения различных функциональных групп на их поверхности. Так же следует отметить и влияние факторов среды, таких как тип растворителя или кислотность [3–4]. Однако характер этих зависимостей для различных соединений существенно отличается, а для серосодержащих веществ и вовсе малоизучен.

Таким образом, изучение адсорбции серосодержащих веществ, с целью повышения по отношению к ним адсорбционной емкости углеродных материалов является в настоящий момент актуальной проблемой.

Целью настоящего исследования является определение элементов структуры углеродной поверхности, отвечающие за адсорбцию сульфидов.

Для исследования были использованы графит ООО «УРАЛГРАФИТ» Тайгинского месторождения марки ГЭ–1 и таблетированный древесный уголь (ДрУ).

Свойства исходных углеродных материалов оценивались по следующим показателям: плотность, удельная поверхность, содержание кислотных и карбонильных групп на единичном фрагменте поверхности, восстанавливающая способность, рН водной вытяжки [5]. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

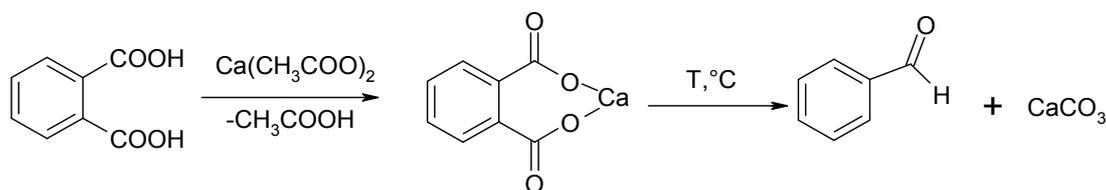
Характеристика поверхности углеродных материалов

Наименование углеродного материала	Плотность ρ , г/см ³	Удельная поверхность S , см ² /г	Восст. способность, ммоль/м ²	Содержание кислотных групп, ммоль/м ²	Содержание карбонильных групп, ммоль/м ²	рН
ГЭ–1	2,15	3690	0,06	9,35	0,68	6,53
ДрУ	1,43	10570	0,21	6,24	1,09	6,78

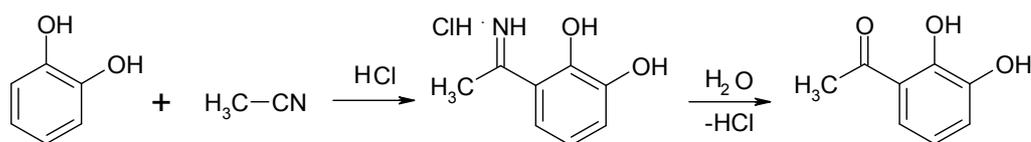
Выбранные материалы подверглись модификациям, с целью изменения содержания различных функциональных групп на поверхности.

В качестве модификаций были выбраны следующие реакции:

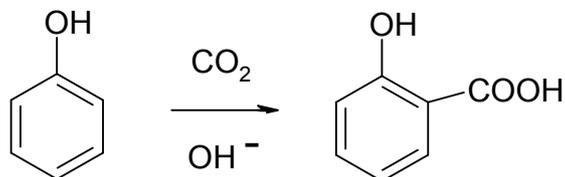
1) Обработка поверхности раствором СаО в СН₃СООН с последующей термообработкой:



2) Синтез Губена – Геша:



3) Обработка углекислым газом:



На исходных и модифицированных материалах была проведена адсорбция сульфида. Адсорбция проводилась в стационарных условиях при комнатной температуре и давлении 1 атм. Показатель адсорбции рассчитывался из разницы концентраций до и после взаимодействия в пересчете на единичный фрагмент поверхности. Концентрации сульфида в растворах определялись флуориметрическим методом согласно методике М 01-08-2004, диапазон измеряемых концентраций которой 0,001–3 мг/л. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительный обзор результатов адсорбции сульфид-ионов

Наименование материала	Адсорбция $A, \cdot 10^{-3}$ ммоль/м ²				
	Исходная структура	Окисление CO_2	Обработка H_2O_2	Обработка раствором CaO в CH_3COOH	Синтез Губена – Геша
ГЭ-1	1,76	1,480	1,482	1,481	1,493
ДрУ	0,744	0,531	0,498	0,500	0,499

Из анализа данных табл. 2 видно, что показатель адсорбции уменьшается после проведения модификаций примерно до одной и той же величины. Можно считать, что это связано с количеством кислотных групп, а так как все виды модификации происходят с затрагиванием орто-положения от соответствующих групп, то можно предположить, что определенную роль в адсорбции сульфид-ионов играют атомы водорода, расположенные именно в орто-положении.

Таким образом, можно сделать вывод, что на адсорбционную емкость углеродных сорбентов по отношению к сульфид-ионам оказывают не на прямую количество поверхностных функциональных групп, а распределение зарядов атомов углеродной поверхности. На распределение зарядов, в свою очередь, влияет не только количество функциональных групп на поверхности, но и их взаимное расположение.

Дальнейшим развитием работы является моделирование элементарных структур поверхности углеродных сорбентов и квантовохимический расчет распределения зарядов атомов этих структур с использованием персонального компьютера, и, в свою очередь, поиск элементов структуры этих моделей, влияющих на адсорбционную способность материалов по отношению к сульфидам.

Библиографический список

1. Bruno, R.S. Lemos Use of modified activated carbon for the oxidation of aqueous sulfide / Bruno R.S. Lemos, Ivo F. Teixeira, Joaõ P. de Mesquita, Ronny R. Ribeiro etc. // Carbon. – 2012. – № 50. – P. 1386–1393.
2. Молчанов, С.А. Перспективный метод осушки и очистки природного газа от меркаптанов / С.А. Молчанов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 2. – С. 63–68.
3. Montoya, Alejandro Adsorption on carbonaceous surfaces: costeffective computational strategies for quantum chemistry studies of aromatic systems / Alejandro Montoya, Fanor Mondragon, Thanh N. Truong // Carbon. – 2002. – Vol. 40. – P. 1863–1872.
4. Солдатов, А.И. Регулирование селективности углеродного сорбента при адсорбции ПАУ / А.И. Солдатов // Наука ЮУрГУ: материалы 62-й научн. конф. Секции технических наук. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2010. – С. 106–109.
5. Boehm, H.P. Surface oxides on carbon and their analysis: a critical assessment / H.P. Boehm // Carbon. – 2002. – Vol. 40. – P. 145–149.]

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ «ВОССТАНАВЛИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ» КАК СПОСОБ РЕГУЛИРОВАНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ АДсорбЦИОННЫХ СВОЙСТВ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА

А.И. Солдатов

Изучена возможность целенаправленного регулирования показателя «восстанавливающая способность» и адсорбционных свойств углеродных сорбентов.

Ключевые слова: углеродный сорбент; восстанавливающая способность; адсорбция полиароматических углеводородов.

Углеродные материалы широко применяются в промышленности и охране окружающей среды. В традиционных областях использования, прежде всего в технологических процессах, связанных с разделением, выделением и очисткой веществ – обезвреживании газовых и сточных выбросов, в медицине, хроматографии. Пути их использования в современной промышленности рассмотрены, например, в монографии [1]. Углеродными сорбентами постепенно заменяют менее эффективные неорганические сорбционные материалы. Области их применения постоянно расширяются благодаря разработке методов получения материалов с принципиально новыми свойствами: углеродных композиционных материалов, молекулярных сит, волокон, фуллеренов, полых нанотрубок и др.

Для различных областей применения требуются углеродные сорбенты со специфическим комплексом свойств: определенной пористой структурой, особым составом поверхностных функциональных групп, требуемой формы, прочности, степени чистоты. Так, для сорбентов, используемых в хроматографических целях, наиболее важным является состав поверхностных функциональных групп [2], именно это и обеспечивает быстрое и качественное разделение хроматографируемых соединений за счет повышения селективности адсорбции.

Однако, отсутствие точно установленных зависимостей между наличием определенных функциональных групп на поверхности углеродного сорбента и проявлением им специфических адсорбционных свойств не позволяет четко сформулировать требования к таким материалам. Кроме того, для ряда показателей, используемых для характеристики свойств сорбента, также не определено взаимосвязи между расположением групп и значением этого показателя.

Например, в работе [3] было показано, что адсорбция полиароматических углеводородов существенно зависит от показателя восстанавливаю-

шая способность углеродного сорбента, но неопределенность самого этого показателя не позволяет целенаправленно готовить сорбент наиболее подходящий для решения данной задачи.

В качестве исследуемых материалов использовались промышленные образцы сульфоугля (СУ) и активированного угля марки АГ-3.

Для характеристики свойств поверхности углеродного сорбента использовался ряд стандартных показателей – удельная поверхность, содержание кислотных и карбонильных групп, восстанавливающая способность, рН водной вытяжки [4]. Результаты представлены в таблице.

Показатели свойств поверхности исследованных углеродных сорбентов

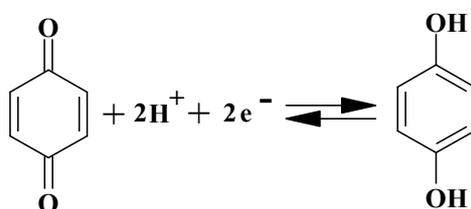
№ пр.	Углеродный сорбент	$S_{уд}$, $см^2/г$	рН водн. вытяж.	Содержание групп, 10^{-5} мг-экв/ $см^2$		
				Восстановл. способность	Кислотн. группы	Карбонильн. группы
1	СУ	1266	2,15	5,95	1,80	1,51
2	АГ-2	4145	9,36	10,61	0,57	0,50

В отношении показателя «восстанавливающая способность» можно высказать следующие соображения:

– показатель «восстанавливающая способность» характеризует донорную способность углеродной структуры, т. е. способность отдавать электроны;

– поверхностные функциональные группы представляют собой кислородсодержащие структурные фрагменты характерные для основных классов органических соединений – гидроксильные, карбонильные, карбоксильные и т. д., соответственно, варьируя количество и взаимное расположение групп на поверхности, изменяется и величина этого показателя, т. е. именно какие-то из этих групп в определенном положении и будут определять сам этот показатель;

– в аналитической и физической химии широкое применение находит хингидронный электрод, работа которого характеризуется следующей реакцией:



– соответственно, можно предположить, что для углеродного сорбента показатель «восстанавливающая поверхность» будет определяться именно наличием в графеновой структуре пар гидроксильных групп, находящихся в благоприятном расположении по цепи сопряжения с учетом большого числа ароматических колец в графеновой сетке.

Для проверки этого предположения производилась химическая обработка углеродных сорбентов, обеспечивающая изменение числа гидроксильных групп на углеродной поверхности.

Два способа химической обработки были изначально направлены на повышение восстанавливающей способности углеродной поверхности (путем замены водорода на гидроксильную (фенольную) группу):

1. Концентрированная серная кислота при 200–300 °С (с добавлением борной кислоты) – к номеру пробы добавлен индекс «а».

2. Действие сульфата Mn(IV) в 93%-ной серной кислоте (обычно осуществляется ввод одной гидроксильной группы) – к номеру пробы добавлен индекс «б».

Другие два способа были предназначены для понижения восстанавливающей способности (образование хинонов):

1. Окисление перекисью водорода в концентрированном растворе едкого натра – к номеру пробы добавлен индекс «в».

2. Действие хромовой кислотой – к номеру пробы добавлен индекс «г».

На образцах исходных углеродных материалов и подвергнутых модификации проводилась адсорбция полиароматических углеводородов (ПАУ) – нафталина, 1-бромнафталина, 1-метилнафталина, 2-метокси-нафталина, антрацена и фенантрена. Результаты представлены на рис. 1 и 2.

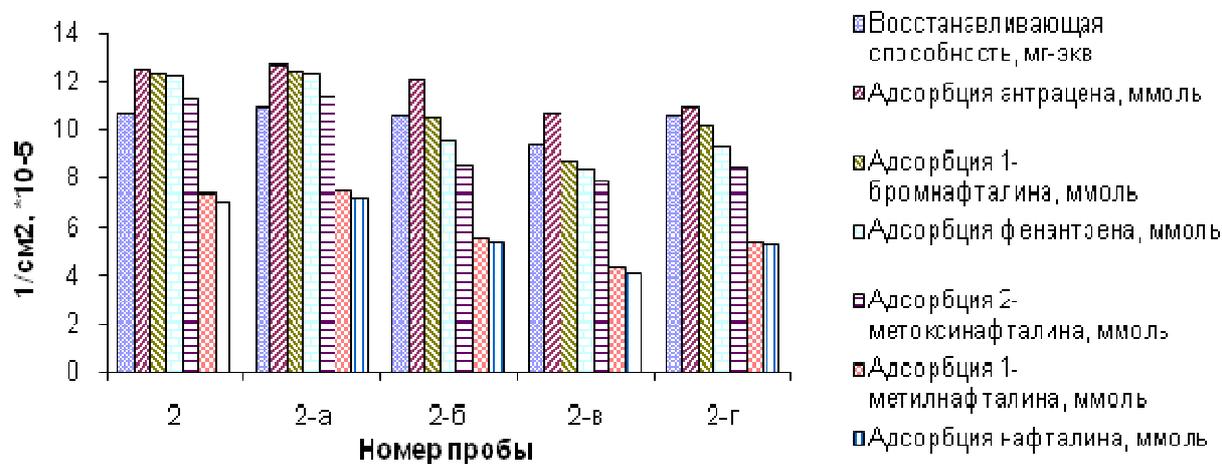


Рис.1. Изменение показателей «восстанавливающая способность» и адсорбции полиароматических углеводородов на исходном и модифицированном СУ

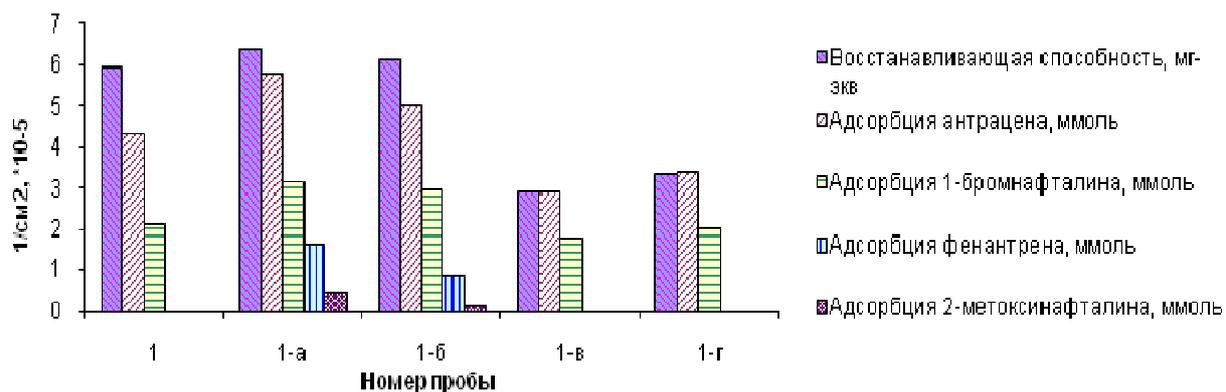


Рис. 2. Изменение показателей «восстанавливающая способность» и адсорбции полиароматических углеводородов на исходном и модифицированном АГ-2

Анализируя данные, представленные на рис. 1 и 2, можно заключить, что за счет изменения содержания гидроксильных групп на углеродной поверхности, возможно варьирование показателя «восстанавливающая способность». Например, введение дополнительных гидроксильных групп ведет к росту восстанавливающей способности, что, в свою очередь, увеличивает и величину адсорбции ПАУ, тогда как удаление гидроксильных групп приводит к снижению и восстанавливающей способности, и адсорбции ПАУ.

Выводы

1. Высказано и экспериментально подтверждено предположение о влиянии гидроксильных групп углеродной поверхности на показатель «восстанавливающая способность».
2. Показана возможность целенаправленного регулирования восстанавливающей способности углеродной поверхности.

Библиографический список

1. Кинле Х. Активные угли и их промышленное применение / Х. Кинле, Э. Бадер. – Л.: Химия, 1984. – 216 с.
2. Кузнецов, Б.Н. Синтез и применение углеродных сорбентов / Б.Н. Кузнецов // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 12. – С. 29–34.
3. Солдатов, А.И. Регулирование селективности углеродного сорбента при адсорбции ПАУ / А.И. Солдатов // Наука ЮУрГУ: материалы 62-й научной конференции. Секции технических наук. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – Т. 2. – С. 106–109.
4. Практическое руководство по методам контроля качества сырья для производства углеродных материалов. – М.: Министерство цветной металлургии СССР, 1982. – 144 с.

**МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВДОЛЬ ЛИНИИ
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 500кВ**

А.И. Сидоров, С.Ш. Таваров

Рассматривается необходимость учета рельефа местности и температуры воздуха при построении карты напряженности электрического поля.

Ключевые слова: карты распределения напряженности электрического поля, воздушные линии электропередачи 500 кВ, обслуживающий персонал, рельеф, температура воздуха

В последнее время в связи с резким увеличением электропотребления в крупных городах Таджикистана остро стоит проблема увеличения передаваемой по электрическим сетям мощности. Решением данной проблемы является увеличение пропускной способности существующих линий или строительство новых ВЛЭП 500 кВ. В 2009 году была построена самая протяженная ВЛЭП 500 кВ с Юга на Север общей протяженностью 386 км для обеспечения энергодефицитной части страны.

Так как территория Таджикистана состоит на 93 % из гор, новая и большая часть старых ВЛЭП 500 кВ проходят по горной местности. В связи с малой площадью равнины местности большинство сельского населения страны живет и трудится под этими ВЛЭП 500 кВ.

ПУЭ и нормы технологического проектирования требуют применять конструктивные и проектные решения, обеспечивающие максимальное снижение воздействия ЭП ВЛ СВН на окружающую среду и здоровье человека [1]. Для разработки мер по защите здоровья населения и обслуживающего персонала ВЛЭП 500 кВ используются карты распределения напряженностей электрического поля вдоль ВЛЭП СВН [2]. Точность и достаточность получаемых карт напряженностей ЭП в значительной степени зависит от выбора количества и мест расположения точек измерений.

Существующие методики составления карт распределения напряженностей основываются на проведении измерений ЭП по относительно ровной поверхности [3].

Упомянутые методики составления карт распределения напряженности электрического поля не могут быть использованы применительно к условиям Таджикистана, что обусловлено и рельефом местности, и большим годовым ходом температуры воздуха (от -25 до $+50$ °С). Исследования, проведенные кафедрой «Безопасности жизнедеятельности», и результаты, приведенные в [4], показывают, что на расстояние от токоведущих частей

до поверхности земли влияет изменение рельефа местности и температура воздуха [5], по которой проходит ЛЭП. Имеющиеся на территории под ЛЭП локальные подъемы и снижения уровня земли относительно условной линии горизонта могут приводить к существенному повышению и понижению величины напряженности электрического поля, а также смещению максимальной напряженности в сторону от центра линии и искажению симметричной картины распределения напряженности электрического поля.

На рис. 1–3 показаны некоторые распределения напряженности электрического поля под пролетами ЛЭП, проходящих по местности, имеющей характерный рельеф, а в таблице приведены некоторые характеристики этих распределений.

Некоторые характеристики распределения напряженности электрического поля под пролетом воздушной линии электропередачи 500 кВ

№ п/п	Наименование линии	E_{\max} , кВ/м	Площадь зоны, на которой напряженность электрического поля не превышает 5 кВ/м	Площадь зоны, на которой напряженность электрического поля превышает 5 кВ/м
1	ВЛ 500 кВ подстанция «Кропачево» пролет № 4 (ровный рельеф местности)	8,9	75,0	25,0
2	ВЛ 500 кВ подстанция «Приваловская» пролет № 2 (пересеченный рельеф местности)	8,3	93,1	6,9
3	ВЛ 500 кВ подстанция «Златоуст» пролет № 2 (подъем линии в гору)	14,9	37,9	62,1

Согласно приведенными в табл. данным, зона влияния электрического поля может занимать от 7 до 60 % территории под пролетом ЛЭП. Наибольшая напряженность электрического поля наблюдается под проекциями крайних фаз ЛЭП. Отмечается некоторое снижение напряженности электрического поля линии электропередач 500 кВ под средней фазой за счет компенсации полей соседних фаз.

Сказанное выше обуславливает необходимость разработать методику построения карты напряженности электрического поля расчетным путем с одновременным учетом орографии местности и температуры воздуха. Решение поставленной задачи предлагается осуществить в инженерном пакете Ansys на суперкомпьютере с использованием для сопутствующих расчетов метода конечных элементов.

Особенностью такого расчета является необходимость представления рельефа местности в цифровом виде и решение задачи по определению напряженности электрического поля на отдельных участках, где изменение рельефа незначительно. Для пролета же карта будет строиться припасовыванием напряженностей отдельных участков.

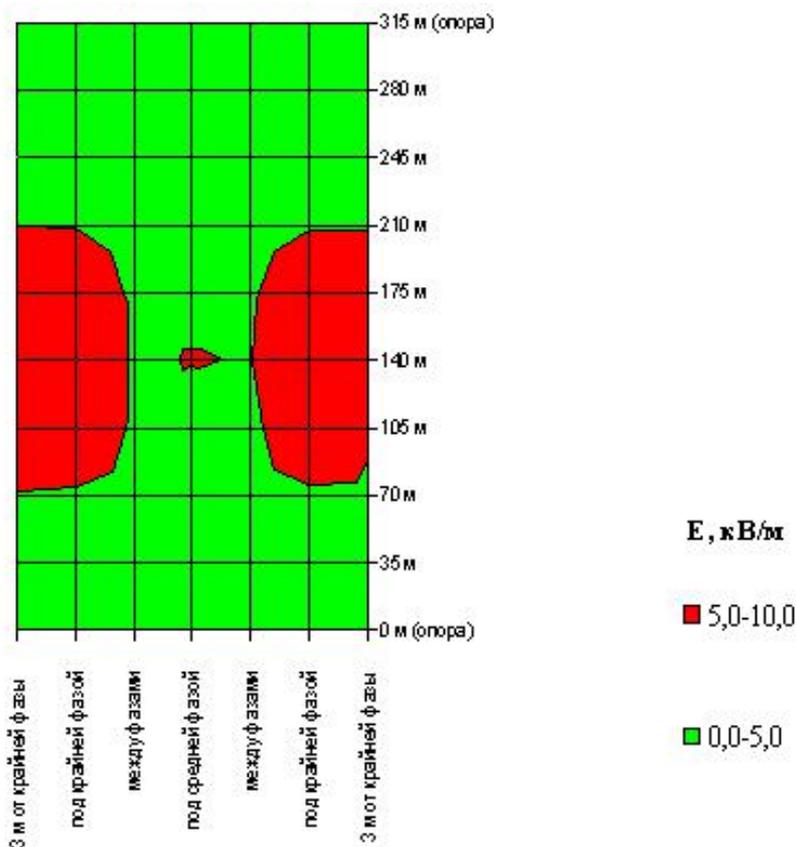


Рис. 1. Карта напряженности ЭП под пролетом № 4 ВЛ 500 кВ подстанции «Кропачево» (ровный рельеф местности)

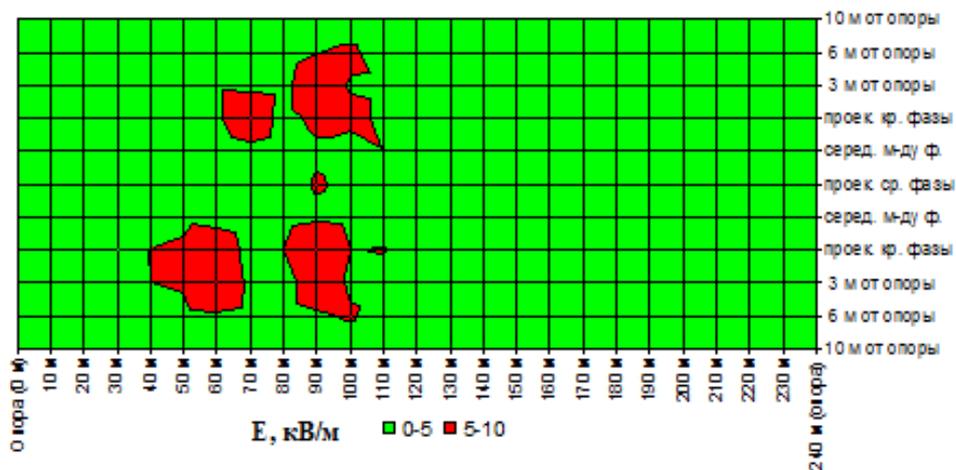


Рис. 2. Карта напряженности ЭП под пролетом № 2 ВЛ 500 кВ подстанции «Приваловская» (пересеченный рельеф местности)

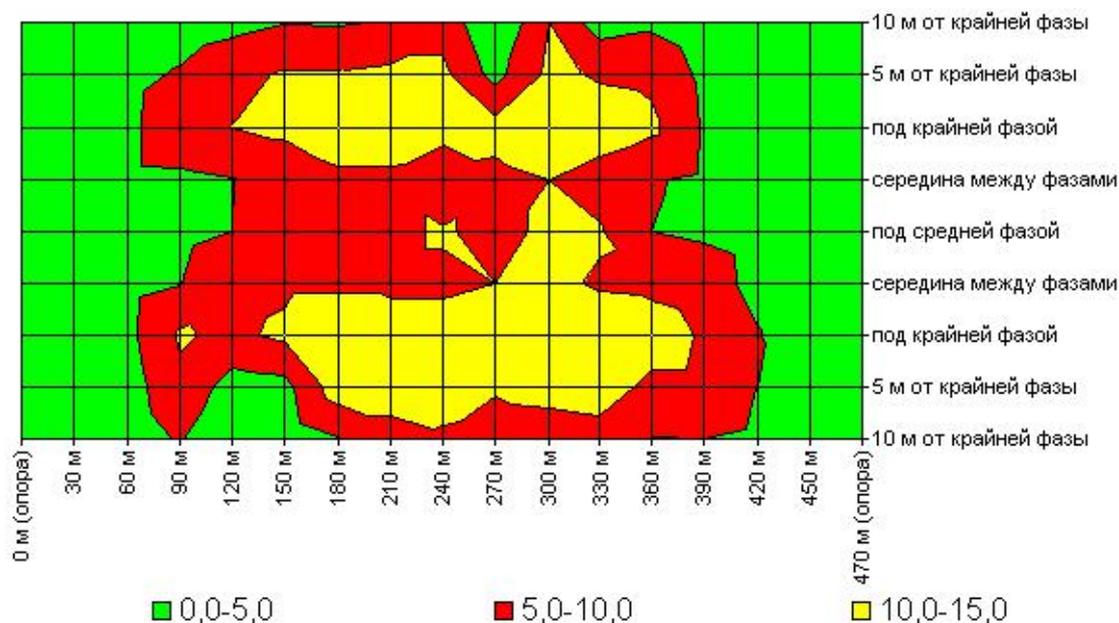


Рис. 3. Карта напряженности ЭП под пролетом № 2 ВЛ 500 кВ подстанции «Златоуст» (подъем линии в гору)

Библиографический список

1. СТО 56947007-29.240.55.016-2008. Нормы технологического проектирования воздушных линий электропередачи напряжением 35–750 кВ. – <http://www.fsk-ees.ru/upload/docs/56947007-29.240.55.016-2008.pdf>
2. Тряпицын, А.Б. Безопасная организация работ на линиях напряжением 330 кВ и выше: дис. ...канд. тех. наук / А.Б. Тряпицын. – Челябинск, 2002. – 132 с.
3. Козлов, А.Л. Выбор методики построения карт напряженности переменного электромагнитного поля воздушной линии электропередачи напряжение 6–35 кВ / А.Л. Козлов, А.С. Корепанов // <http://toe.edu.ru/publications/staty/110-al-kozlov-as-korepanov-vybor-metodiki-postroeniya-kart-napryazhennosti-peremennogo-elektromagnitnogo-polya-vozdushnoj-linii-elektroperedachi-napryazheniem-6-35-kv-2010>.
4. Сидоров, А.И. Электромагнитные поля вблизи электроустановок сверхвысокого напряжения: моногр. / А.И. Сидоров, И.С. Окраинская. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 204 с.
5. Влияние изменения температуры на напряжённость электрического поля под ВЛ-500 кВ / М.В. Гареев, И.С. Окраинская, А.Б. Тряпицын, А.В. Коржов // Вклад молодых учёных и специалистов в развитие науки и культуры г. Челябинска. Состояние. Проблемы. Перспективы: сб. науч. ст. – Челябинск: Изд-во УрГАФК, 2000. – Ч. 2. – С. 73–74.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА

А.В. Кудряшов

Светотехническая промышленность предлагает широкий ассортимент инновационных энергосберегающих источников света, каждый из которых имеют определённые особенности с точки зрения формирования зрительных условий. Рассмотрена возможность выявления наиболее значимых для формирования благоприятных условий зрительной работы характеристик осветительных систем.

Ключевые слова: зрительное утомление; оценка; освещение; светодиоды; нормирование.

Во всём мире происходит активный процесс перехода на инновационные энергосберегающие осветительные системы, Россия в этом вопросе следует примеру Европейского союза и осуществляет последовательные шаги, первым из которых может считаться запрет на оборот ламп накаливания мощностью 100 Вт и выше.

В настоящее время в большинстве производственных помещений применяются осветительные системы на основе газоразрядных источников света (люминесцентных и ламп высокого давления). Люминесцентные лампы в совокупности с современной высокочастотной пускорегулирующей аппаратурой, несмотря на высокую первоначальную стоимость, имеют неоспоримые преимущества с точки зрения энергоэффективности, срока службы, создания благоприятных условий зрительной работы, но суммарные эксплуатационные расходы, особенно на малых предприятиях, оказываются сопоставимы, а иногда и превышают расходы на освещение лампами накаливания. Как показала практика, расходы на специальную утилизацию ртутьсодержащих источников света для многих предприятий способны свести на нет идею внедрения люминесцентного освещения.

Тем временем, светотехническая промышленность уже сейчас предлагает более современные пути снижения энергозатрат на освещение, лидерами среди источников искусственного освещения в настоящее время являются светодиодные светильники. Светодиоды сопоставимы по стоимости с качественными люминесцентными светильниками, немного более выгодны с позиций энергосбережения и значительно превосходят все известные источники света по сроку службы, но, как ни странно, имеют и определённые недостатки. Помимо определённых эксплуатационных ограничений (например, высокие тепловыделения) для этих источников све-

та характерны также особенности связанные с гигиеническим воздействием на зрение человека, и главным из них, вероятно, является создание зоны высокой светимости, недопустимо высокой яркости и, как следствие, появлению дискомфортной блескости [1–6].

Важной особенностью светодиодного освещения является потенциальная опасность возникновения вредных для здоровья человека пульсаций освещенности при питании переменным током частотой 50Гц. На рынке в настоящее время можно легко обнаружить изделия, обладающие явными конструктивными недоработками с точки зрения пульсации освещенности использование которых, несомненно, является крайне нежелательным с точки зрения сохранения здоровья, работоспособности и производственного травматизма.

Международные стандарты в области освещения (EN 12464 [7, 8]) и новейшие национальные нормативные акты [9] не регламентируют применение для освещения каких-либо конкретных источников света, что можно было считать оправданным до появления специфических инновационных систем освещения (светодиоды, органические светодиоды – OLED), но ряд особенностей может поставить такой подход под сомнение. Например, широкое распространение получают светодиодные светильники с регулируемой яркостью, это оправдано, так как создание избыточных уровней освещенности не выгодно как с экономических позиций, так и с точки зрения гигиенического воздействия. При этом, как правило, регулировка яркости светодиодов производится при помощи широтно-импульсной модуляции, и если такой метод регулирования яркости был оправдан и не имел особенных противопоказаний для применения в светильниках с люминесцентными лампами, то для светодиодных источников, обладающих незначительной инерционностью этот метод приводит к колоссальной пульсации светового потока, незаметной для человека, но негативно сказывающейся на здоровье.

Современную производственную деятельность и условия световой среды нельзя рассматривать в отрыве от использования компьютерной техники, характерного для большинства современных работников, а требования к дисплеям нельзя рассматривать в отрыве от требований к освещению. Что касается современных дисплеев, для них также актуален вопрос светодиодных технологий, ведь для подсветки мониторов используются компактные светодиодные источники, для регулировки яркости которых также используется широтно-импульсная модуляция. В результате современный работник в процессе трудовой деятельности с использованием компьютерной техники имеет контакт с двумя пульсирующими источниками света (освещение и монитор), не совпадающих по частоте и глубине пульсации, что, несомненно, приводит к неблагоприятному воздействию на работоспособность, утомление и здоровье. Исследований посвященных одновре-

менной работе с несколькими пульсирующими объектами ни в нашей стране, ни за рубежом не ведётся, поэтому одной из задач нашего исследования является разработка новых требований к освещению таких рабочих мест.

При выборе критериев оценки состояния функций зрения необходимо контролировать зрительное утомление, определяемое, в первую очередь, сложностью зрительной задачи и условиями освещения [10]. Зрительное утомление следует рассматривать как физиологическое состояние анализаторной системы, которое развивается под влиянием зрительной нагрузки в типичных для оператора условиях производственной деятельности. Для определения утомления в физиологии труда используются различные методы, среди которых могут быть выделены так называемые специфические, позволяющие выявить особенности влияния на утомление тех или иных факторов. Учитывая то, что предполагается оценить влияние характеристик освещения на зрительное утомление и работоспособность оператора, необходимо использовать психофизиологические и физиологические методы и тесты, которые включают исследование зрительного анализатора и отдельных показателей центральной нервной системы.

Мышечное утомление зрительного анализатора может быть выявлено с помощью аккомодометрических тестов, исследования границ поля зрения, измерения критической частоты слияния мельканий [11].

Напряжённая зрительная работа не только оказывает негативное действие на зрительный анализатор, но и вызывает нарушения нервной деятельности работающего. Наиболее объективным методом непосредственной оценки функционального состояния центральной нервной системы является электроэнцефалографический метод, но он требует сложного оборудования и специальных навыков, исходя из этого, наиболее приемлемым тестом для интегральной оценки зрительной работоспособности в различных производственных условиях следует признать измерение критической частоты слияния мельканий.

Результатами проведения экспериментально-клинических исследований будут зависимости степени зрительного утомления работников при различных условиях световой среды. Ожидается выявление показателей производственного освещения наиболее значимых для формирования благоприятных условий зрительной работы. Выявление наиболее значимых для создания качественного освещения параметров светодиодных источников. Разработка требований к производителям светодиодных источников света, направленных на создание гигиенически адекватных условий труда. Исходя из полученных результатов, создаётся возможность оптимизировать архитектурно-инженерные и дизайнерские методы проектирования интерьерного, уличного, промышленного освещения, выполненного с использованием светодиодных светильников. Материалы исследования мо-

гут быть использованы при разработке нормативной строительно-архитектурной документации и санитарных норм при использовании светодиодного освещения интерьеров общественных зданий, улиц, промышленных помещений.

Библиографический список

1. Lyons, L. LED-based products must meet photobiological safety standards: part1 / L. Lyons // LEDs magazine. – 2011. – Vol. 46. – Oct. – P. 31.
2. Halonen, L. Development of mesopic photometry – the new CIE recommended system / L. Halonen, M. Puolakka // Light of Engng. – 2012. – Vol. 20, no. 2. – P. 56–61.
3. Stockman, A. Luminous efficiency cone fundamentals and chromatic adaptation / A. Stockman // Light and Lightning Conf., Budapest, 2009.
4. Dupuis, R.D. History development, and applications of high-brightness visible light-emitting diodes / R.D. Dupuis, M.R. Krames // J. of Lightwave Tech. – 2008. – No. 26 (9). – P. 18.
5. Закгейм, А.Л. Светодиодные системы освещения: энергоэффективность, зрительное восприятие, безопасность для здоровья / А.Л. Закгейм // Светотехника. – 2012. – № 4. – С. 12–22.
6. Никифоров, С.Г. Некоторые аспекты восприятия светодиодного излучения глазным аппаратом / С.Г. Никифоров // Полупроводниковая светотехника. – 2009. – № 2. – С. 34–37.
7. EN 12464-1:2002. Light and lighting – Lighting of work places. – Part 1: Indoor work places.
8. EN 12464-2:2007. Light and lighting – Lighting of work places. – Part 2: Outdoor work places.
9. СП 52.13330.2011 (СНиП 23-05–95). Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция от 27.12.2010).
10. Кудряшов, А.В. Нормализация световой среды для пользователей ПЭВМ (на примере предприятий электроэнергетики): дис. ... канд. техн. наук / А.В. Кудряшов. – Челябинск., 2006. – 161 с.
11. Кудряшов, А.В. Теоретические основы методики исследований и аппаратура для измерения критической частоты слияния мельканий / А.В. Кудряшов, Г.Н. Яговкин, С.А. Детина // Труды Всероссийской межвузовской научно-практической конференции, посвященной 50-летию со дня образования кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Самарского государственного технического университета. – Самара: СамГТУ, 2013. – С. 73–81.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО УЧЕТА ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ

А.А. Дьяконов

Приведены результаты реализации теории технологической обрабатываемости материалов в виде относительной оценки. Установлено, что при формировании шкал обрабатываемости по двухфакторному ограничению, определенные виды, несмотря на различие в абсолютных оценках, обладают одинаковыми относительными, что позволило объединить соответствующие виды абразивной обработки в единые шкалы групп обрабатываемости материалов. Введение дифференцированных шкал дает существенный организационный и экономический эффект за счет ликвидации возможности принятия неправильных технологических решений по обрабатываемости материалов на стадии проектирования технологии.

Ключевые слова: технологическая обрабатываемость, относительная оценка, дифференцированные шкалы, технологическая подготовка производства.

Существующие в настоящее время подходы к повышению эффективности процессов абразивной обработки можно свести к следующим: рациональное использование абразивного инструмента [1–3], имитационное моделирование процесса на этапе технологической подготовки производства [4–6] и т. д.

Разработанная теория технологической обрабатываемости материалов направлена на повышение эффективности процессов абразивной обработки на основе расчетного прогнозирования обрабатываемости материала при выполнении технологических требований и ограничений к обработанной поверхности детали. Разработанная методология ее расчетной оценки позволила для 48 видов абразивной обработки сформировать систему из 14 дифференцированных шкал групп обрабатываемости материалов [7]. Эти данные являются основным практическим результатом в направлении разработки технологических рекомендаций. Поэтому необходимо их проанализировать и произвести оценку эффективности относительно методики, заложенной в справочных рекомендациях, где отсутствует учет обрабатываемости материала в зависимости от всего многообразия видов и наладок.

В табл. 1 приведен фрагмент анализ эффективности дифференцированного учета обрабатываемости материалов для каждой из 14 шкал на основе инверсий, т. е. перехода марки материала из одной группы в другую, отно-

сительно базового варианта – шкала обрабатываемости для круглого врезного шлифования. Например, сталь 40ХН во второй шкале обрабатываемости переместилась на одну группу вверх относительно ее положения в базовом варианте, т. е. перешла из четвертой группы обрабатываемости в третью. В соответствии с проведенной систематикой на основе равнозначных рядов, это перемещение интерпретируется как одна дискрета, т. е. шаг по шкале равнозначного ряда, поэтому к марке материала в скобках приписывается +, который характеризует увеличение коэффициента обрабатываемости, а цифра 1 – мощность инверсии, т. е. переход на один шаг, например 40ХН (+1). Соответственно, при перемещении коэффициента обрабатываемости на одну дискрету в сторону уменьшения его значения, обозначается как (–1), например 20Х13 (–1), 110Х18-ШД (–1) и т. д. В соответствии с данными инверсиями формируется столбец б – сумма инверсий.

Таблица 1

Анализ эффективности дифференцированного учета обрабатываемости материалов

Шкала	Группа	Материал (инверсия, мощность инверсии)	Количество инверсий					
			Абсолютное			Относительное, %		
			–	+	Σ	–	+	Σ
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	3	40ХН(+1), 45Г(–1)	1	1	2	50	50	10
	4	30ХМА (–1), А40(–2), 20Г(–1), 40ХГ (+1), 40Х (+1)	3	1	4	33,3	11,1	55,5
	5	ШХ15 (–1), 17ХГСА (–1)	2	0	2	28,6	0	28,6
	6	60СГ2 (–1), 14Х17Н2 (–1), 40Х3МФ (–1), ОТ-3 (–1), 08Х18Т (–1), ВТ15 (–1), 20Х13 (–1), 110Х18-ШД (–1)	9	0	9	90	0	90
	7	12Х18Н10Т-ВД (–1), 30ХГСНА (–1)	2	0	2	10	0	10

	13	11М7Х2Ф-Ш (–1)	1	0	1	10	0	10

Количество инверсий (см. табл. 1, столбец 7–9), приведенное в процентном отношении, определяет процент материалов переместившихся в конкретной группе, относительно общего количества материалов данной группы. С позиций технологии количество инверсий означает, что если работать по рекомендациям, приведенным в справочнике [8], то в стольких случаях будет принято ошибочное технологическое решение. Относительное количество инверсий определяет долю этих ошибочных решений для материалов в рассматриваемой группе.

Например, рассматривая третью группу обрабатываемости в шестой шкале, имеем, что если работать по справочнику [8], то в семи случаях бу-

дет принято ошибочное технологическое решение (5 столбец), что составляет 77,8 % от возможных решений в данной группе (8 столбец).

Разработанные дифференцированные шкалы направлены именно на решение этой задачи, т. е. на этапе проектирования операции исключить возможность принятия ошибочных технологических решений.

Анализируя полученные данные видно, что в зависимости от рассматриваемой шкалы обрабатываемости, существенное количество материалов меняют свою принадлежность от одной группы к другой.

Для количественной оценки эффективности перехода материала из одной группы в другую, т. е. неправильно принятого решения, рекомендованного справочником, используем следующий показатель – относительное приращение мощности инверсии – $\Delta m_{i\text{cp}}$ (табл. 2).

Таблица 2

Формализация данных по инверсиям

Шкала	Инверсии +				Инверсии –			
	Σm_i	n	$\Delta m_{i\text{cp}}$	$\Delta m_{i\text{max}}$	Σm_i	n	$\Delta m_{i\text{cp}}$	$\Delta m_{i\text{max}}$
2	45	2	15,00	30	375	23	16,30	30
3	240	16	15,00	15	–	–	–	–
4	465	24	19,38	30	15	1	15,00	15
5	525	25	21,00	30	30	2	15,00	15
...
14	45	3	15,00	15	15	1	15,00	15

В результате видно (см. табл. 2), что данные, не учитывающие дифференциацию групп обрабатываемости, практически в 20 % случаях дают ошибочные решения, т. е. среднее значение относительного приращения мощности инверсии выше заданной дискреты.

При этом относительное приращение мощности инверсии в группах происходит по-разному.

Таким образом, средняя погрешность достигает практически 25 %, а максимальная во многих случаях до 30 % и даже до 45 % (11 группа), что характеризует проценты неправильно принятых решений.

В табл. 3 получена средняя погрешность справочных технологических рекомендаций по всем видам абразивной обработки ΔP_{cp} , т. е. степень уточнения рекомендаций в виде дифференцированных шкал обрабатываемости материалов. Видно, что колебание относительного приращения мощности инверсии находится в пределах $\pm 20\%$, что весьма значимо.

Характеристики инверсии (+) – материал обрабатывается лучше, чем базовый вариант, т. е. можно работать производительнее – недоиспользование технологического потенциала имеющегося производства и т. д., что также приводит к необоснованным *экономическим потерям*.

Характеристики инверсии (–) – физически характеризуют, что рассматриваемый материал обрабатывается хуже, чем при базовых условиях, т. е.

круглом центровом шлифовании с радиальной подачей. В результате, не учет этого – срыв всей плановой (проектной) технологии или введения дополнительных единиц оборудования – *экономические и организационные потери*.

Таблица 3

Сводная оценка погрешности справочных рекомендаций

Инверсии +				Инверсии –			
Σm_i	n	$\Delta\Pi_{\text{cp}}$	$\Delta\Pi_{\text{max}}$	Σm_i	n	$\Delta\Pi_{\text{cp}}$	$\Delta\Pi_{\text{max}}$
4340	223	19,46	45	1140	63	18,1	30

Таким образом, предлагаемая теория технологической обрабатываемости материалов и одна из ее практических реализаций – относительная оценка, позволившая сформировать дифференцированные шкалы групп обрабатываемости, дает существенный организационный и экономический эффект за счет ликвидации возможности принятия неправильных технологических решений на стадии проектирования технологии.

Библиографический список

1. Ардашев, Д.В. Комплексное описание эксплуатационных возможностей шлифовальных кругов / Д.В. Ардашев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Машиностроение». – 2012. – № 33. – С. 113–116.
2. Ардашев, Д.В. Основы групповой технологии шлифования / Д.В. Ардашев // Вестник машиностроения. – 2012. – № 11. – С. 54–55.
3. Ардашев, Д.В. Информационно-методическая база режимно-инструментального оснащения операций абразивной обработки для современных условий мирового машиностроения / Д.В. Ардашев // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 6. – С. 813–817.
4. Дьяконов, А.А. Комплексное моделирование процесса плоского шлифования периферией круга / А.А. Дьяконов, Л.В. Шипулин // Научно-технические технологии в машиностроении. – 2013. – № 6. – С. 14–18.
5. Дьяконов, А.А. Технологическая обрабатываемость материалов в процессах шлифования / А.А. Дьяконов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 4. – С. 46–51.
6. Кошин, А.А. Применимость параллельных вычислительных процессов в расчетных задачах технологии машиностроения / А.А. Кошин, А.А. Дьяконов // Технология машиностроения. – 2010. – № 1. – С. 45–47.
7. Дьяконов, А.А. Повышение производительности процессов абразивной обработки / А.А. Дьяконов // Технология машиностроения. – 2010. – № 9. – С. 18–21.
8. Режимы резания на работы, выполняемые на шлифовальных и доводочных станках с ручным управлением и полуавтоматах / Д.В. Ардашев, Г.И. Буторин, А.А. Дьяконов и др. – Челябинск: Изд-во АТОКСО, 2007. – 384 с.

ТЕПЛОФИЗИКА ШЛИФОВАНИЯ СЛОИСТОЙ ПОЛИМЕРНО-КОМПОЗИТНОЙ СИСТЕМЫ

И.В. Шмидт

В работе показано, что полученная теплофизическая модель температурного поля слоистой системы при шлифовании отражает влияние основных технологических факторов и поэтому может использоваться как основа при назначении режимов резания предельно допустимых по нагреву материалов слоев системы.

Ключевые слова: теплофизика шлифования, слоистая система, полимерно-композитные материалы.

Полимерно-композитные материалы (ПКМ) находят все более широкое применение во всех отраслях промышленности. Чаще всего ПКМ применяются в виде покрытий, нередко многослойных, образуя при этом слоистую полимерно-композитную систему.

Наиболее эффективным методом финишной обработки слоистых систем является шлифование. Наличие различных материалов с различными механическими свойствами [1] в слоистой системе накладывает дополнительные ограничения на технологию их создания и обработки. Практика показывает, что при обработке слоистых систем кроме традиционного дефекта – прижога шлифуемой поверхности, наблюдается целый ряд дополнительных, специфических дефектов: деструкция внутренних слоев, разрушение целостности слоистой системы.

Изучение физико-механического взаимодействия абразивного и обрабатываемого материалов в настоящее время изучается достаточно активно [2–4], в то время как механика микрорезания дисперсной структуры металлополимеров находится еще в стадии становления [5, 6].

Поэтому для бездефектной обработки слоистой системы необходим анализ формирования температурного поля во всех ее слоях. Для этого требуется разработка модели температурного поля в слоистой системе, которая учитывала бы теплофизические свойства материала каждого из слоев системы, продолжительность и интенсивность действующего теплового источника и отвод тепла в технологическую жидкость.

В настоящее время существует два основных направления моделирования теплофизики шлифования: дискретный [7] и сплошной контакт [8, 9]. Учитывая разнообразие слоистых систем в современных конструкциях целесообразно рассмотреть общую задачу теплопроводности для системы из n слоев из разных материалов по схеме сплошного контакта.

Применительно к шлифованию с радиальной подачей по схеме сплошного контакта, приходим к двумерной постановке теплофизической задачи

(рис. 1, а), где q – интенсивность теплового источника; α – коэффициент теплоотвода с поверхности в технологическую жидкость; λ_i и c_i – теплопроводности и теплоемкости материалов слоев ($i = 1, 2, \dots, n$).

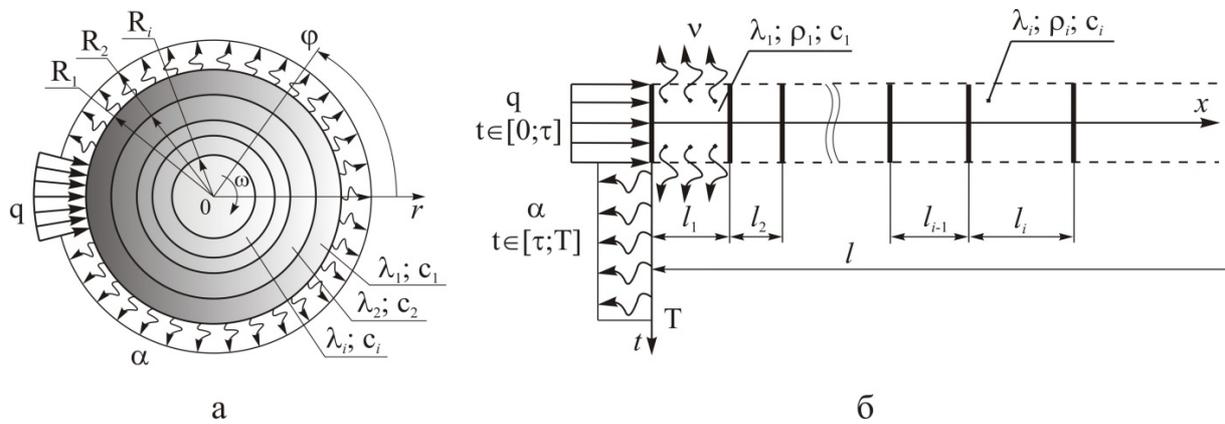


Рис. 1. Расчетная схема: а – двумерная; б – одномерная

Ставится смешанная краевая задача. На левом конце первого слоя (обрабатываемая поверхность) – условие второго рода при действии теплового источника и третьего – при его отключении. На стыках внутренних слоев задается краевое условие четвертого рода – равенство температур и тепловых потоков [10].

Построено кусочно-аналитическое решение этой задачи с использованием квадратичной интерполяции, которое реализовано в виде программного модуля TEMSIS. Результатом расчетов является массив температур и эпюры температур по глубине детали в каждый момент времени (рис. 2).

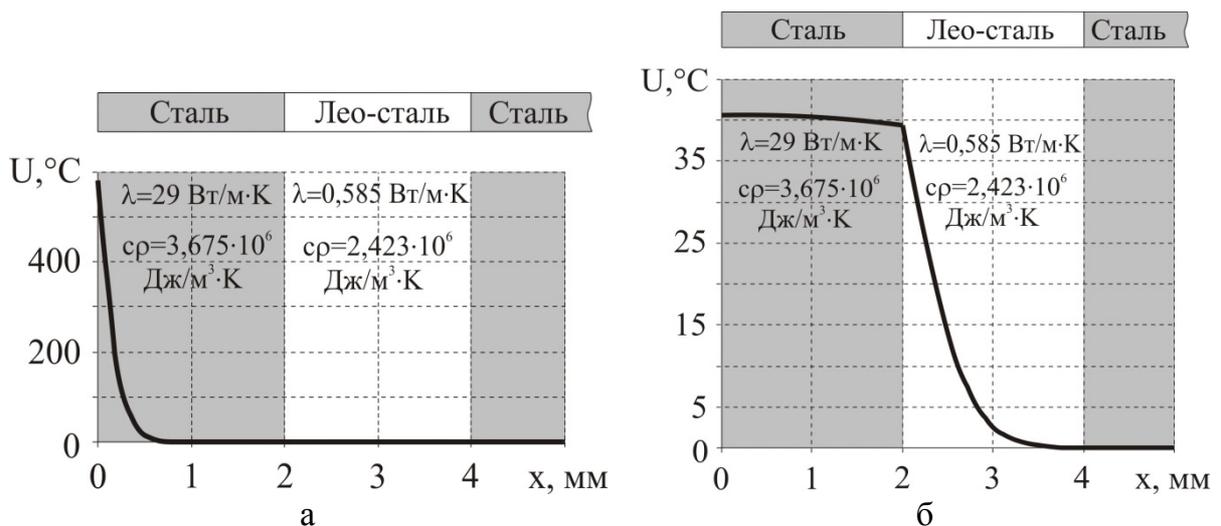


Рис. 2. Эпюры температур по глубине детали: а – в момент выхода круга из зоны шлифования; б – в конце первого оборота детали на первом обороте детали (слоистая система типа «металл – ПКМ – металл»; $D = 100$ мм; $l_1 = 2$ мм, $l_2 = 2$ мм)

Из температурных эпюр по глубине заготовки (см. рис. 2) виден их монотонно убывающий характер

Круглое врезное шлифование, как правило, процесс цикловый, поэтому необходимо рассматривать изменение температур в характерных точках в течение цикла (рис. 3). Здесь видно, что при достижении в характерной точке температуры, предельной для материала слоя, эта точка переходит в разряд критической, т. е. может стать причиной дефектообразования.

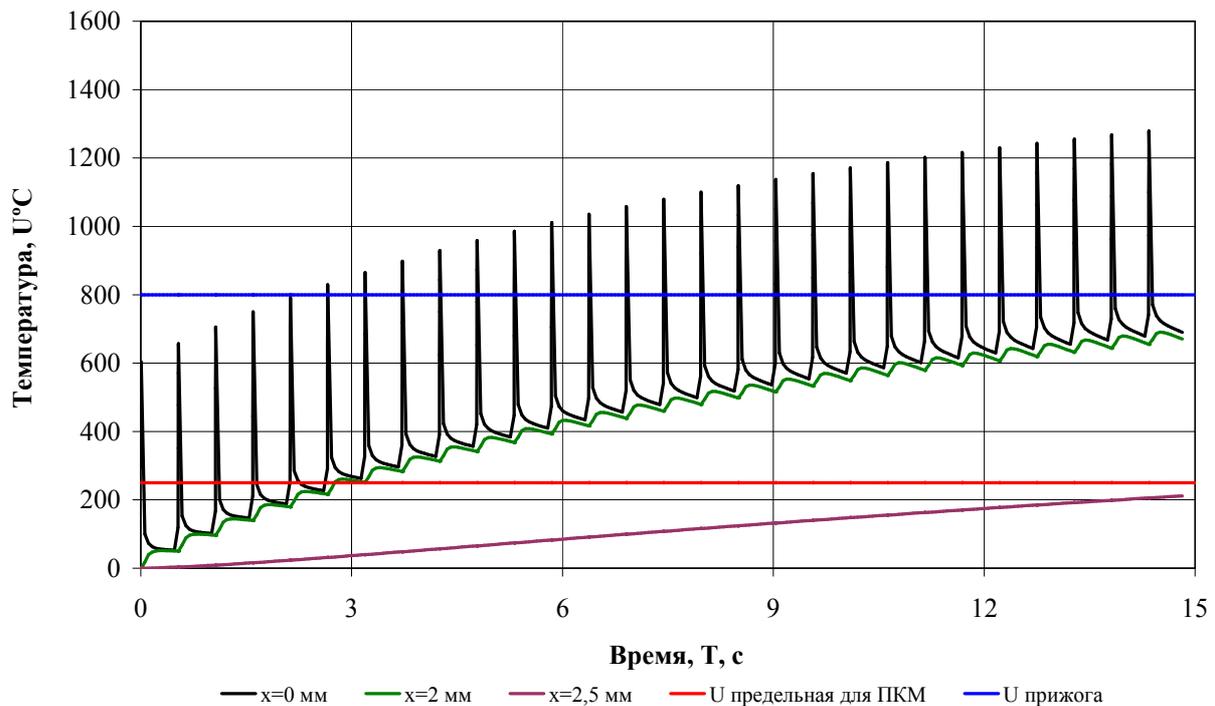


Рис. 3. Температуры в характерных точках слоистой системы типа «металл – ПКМ – металл» в цикле шлифования (конструкция: металл – сталь 45, ПКМ – Thortex Metal Tech EG D = 60 мм, L = 60 мм, $l_1 = 2$ мм, $l_2 = 0,5$ мм; технология: $2\Pi = 1$ мм, $n_3 = 113$ об/мин, $V_{\text{Срад}} = 1,62$ мм/мин, $t = 0,0143$ мм/об, $L_k = 1,769$ мм, $q = 0,8534 \cdot 10^9$ Вт/м², $\lambda = 0,6$ Вт/м·К, $c_p = 2,43 \cdot 10^6$ Дж/м³·К

В зависимости от марки ПКМ при равных условиях значения дефектообразующих показателей изменяются до 15–20 %, а в зависимости от толщины слоев эти же показатели изменяются до 30 %. Это влияние необходимо знать и учитывать его при проектировании технологии обработки слоистых систем.

Оценка влияния конструкции слоистой системы и технологических условий ее обработки на максимальные температуры проведена в характерных точках [11].

В результате по разработанной теплофизической модели можно рассчитывать температурные поля в слоях слоистой системы, в зависимости от величины теплового потока и частоты вращения детали для различных конструкций слоистых систем и применяемых охлаждающих технологических жидкостей. Интенсивность теплового источника и частота вращения

заготовки являются параметрами режимов резания. Таким образом, по данной модели для различных конструкций слоистых систем можно рассчитать режимы резания, предельно допустимые по температуре нагрева любого из слоев системы.

Библиографический список

1. Кошин, А.А. Систематика ремонтных полимерно-композитных материалов / А.А. Кошин, И.В. Шмидт // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2010. – № 5. – С. 39–45.
2. Ардашев, Д.В. Комплекс показателей оценки эксплуатационных свойств шлифовальных кругов / Д.В. Ардашев // Технология машиностроения. – 2010. – № 9. – С. 30–33.
3. Ardashev, D.V. Two-parameter assessment of grinding wheel performance / D.V. Ardashev // Russian Engineering Research, Allerton Press Inc. – 2010. – № 7. – P. 705–707.
4. Ардашев, Д.В. Термомеханическая усталость абразивного зерна / Д.В. Ардашев // Металлообработка. – 2012. – № 4. – С. 2–4.
5. Дьяконов, А.А. Анализ механики микрорезания и дисперсной структуры металлополимеров / А.А. Дьяконов, А.А. Кошин // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2013. – № 1. – С. 83–88.
6. Дьяконов, А.А. Задачи и особенности многокритериальной трехмерной модели теплофизики процессов абразивной обработки / А.А. Дьяконов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2010. – № 5. – С. 65–71.
7. Дьяконов, А.А. Теплофизическая модель заготовки от действия единичного теплового источника – абразивного зерна / А.А. Дьяконов // Известия вузов. Машиностроение. – 2007. – № 7. – С. 60–62.
8. Дьяконов, А.А. Стохастический подход к решению теплофизических и силовых задач теории шлифования / А.А. Дьяконов // Металлообработка. – 2008. – № 2 (44). – С. 2–6.
9. Дьяконов, А.А. Исследование прочностных характеристик материалов при скорости деформации и температурном режиме шлифования / А.А. Дьяконов // Металлообработка. – 2007. – № 4. – С. 2–5.
10. Кошин, А.А. Модель нагрева заготовки при шлифовании слоистой полимерно-композитной системы / А.А. Кошин, И.В. Шмидт // Фундаментальные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 2/3. – С. 52–57.
11. Шмидт, И.В. Повышение эффективности технологии обработки при восстановлении поверхностей деталей с использованием полимерно-композиционных материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / И.В. Шмидт. – Челябинск, 2012. – 20 с.

СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРУППОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

Д.В. Ардашев

Предлагаемая в статье структура информационного многомерного пространства позволяет на этапе проектирования операции шлифования выбрать характеристику инструмента совместно с режимами его эксплуатации и получить основные показатели обработки – эффективную стойкость инструмента, производительность, износ инструмента, обеспечиваемую точность, шероховатость и др.

Ключевые слова: технологический эксплуатационный паспорт шлифовального круга, информационное пространство, многономенклатурное производство.

В настоящее время в связи с интенсификацией мирового машиностроительного производства актуализировалась проблема максимально эффективного ресурсосберегающего использования эксплуатационных возможностей режущего инструмента. Такая ситуация сложилась и в абразивной обработке: проблема эффективной обработки различных марок сталей и сплавов к настоящему времени решена на основе многофакторных теплофизических и силовых моделей [1–3]. Значительное распространение получают стохастические имитационные модели, позволяющие спрогнозировать показатели качеств обработки [4, 5]. При этом задача выбора характеристики шлифовального круга на этапе проектирования операции шлифования решалась на эмпирическом уровне: для конкретных условий выполнения операции шлифования справочниками по абразивной обработке предлагаются определенные шлифовальные инструменты. Рекомендаций по режимно-инструментальному оснащению операций шлифования в условиях многономенклатурного производства, учитывающих эксплуатационные возможности инструмента, в настоящее время не существует.

Ранее для решения задачи режимно-инструментального оснащения операций шлифования с учетом эксплуатационных показателей шлифовальных кругов был сформирован набор эксплуатационных показателей, содержащий в себе 6 основных параметров, характеризующих работоспособности шлифовального круга в различных технологических условиях [6–8], в результате чего был предложен технологический эксплуатационный паспорт инструмента. Разработанные паспорта для номенклатуры шлифовальных кругов позволяют решать спектр технологических задач, на этапе проектирования операции шлифования [9, 10]. Однако рекомендации по

выбору характеристики абразивного инструмента для обработки группы деталей, отличающихся как по качеству, так и материалом в настоящее время отсутствуют.

Таким образом, в настоящее время остро стоит задача разработки методологической основы современного ресурсосберегающего режимно-инструментального оснащения операций абразивной обработки, осуществляемых в условиях многономенклатурного производства, которое позволит:

1. Выбирать характеристику абразивного инструмента для обработки группы деталей, изготовленных из материалов, схожих по химическому составу (конструкционные, хромоникелевые, марганцовистые и др. стали).
2. Одновременно назначать технологические режимы эксплуатации абразивного инструмента выбранной характеристики, обеспечивающих требуемый уровень эксплуатационных показателей. При этом критерием оптимальности может служить любой из эксплуатационных показателей, представленных в технологическом паспорте.

Особенностями формируемого информационного пространства является высокая насыщенность аргументами (параметры характеристики инструмента, режимы работы круга, время его работы) и функционалом (эксплуатационные показатели круга). Графическое представление информационного пространства приведено на рис. 1.

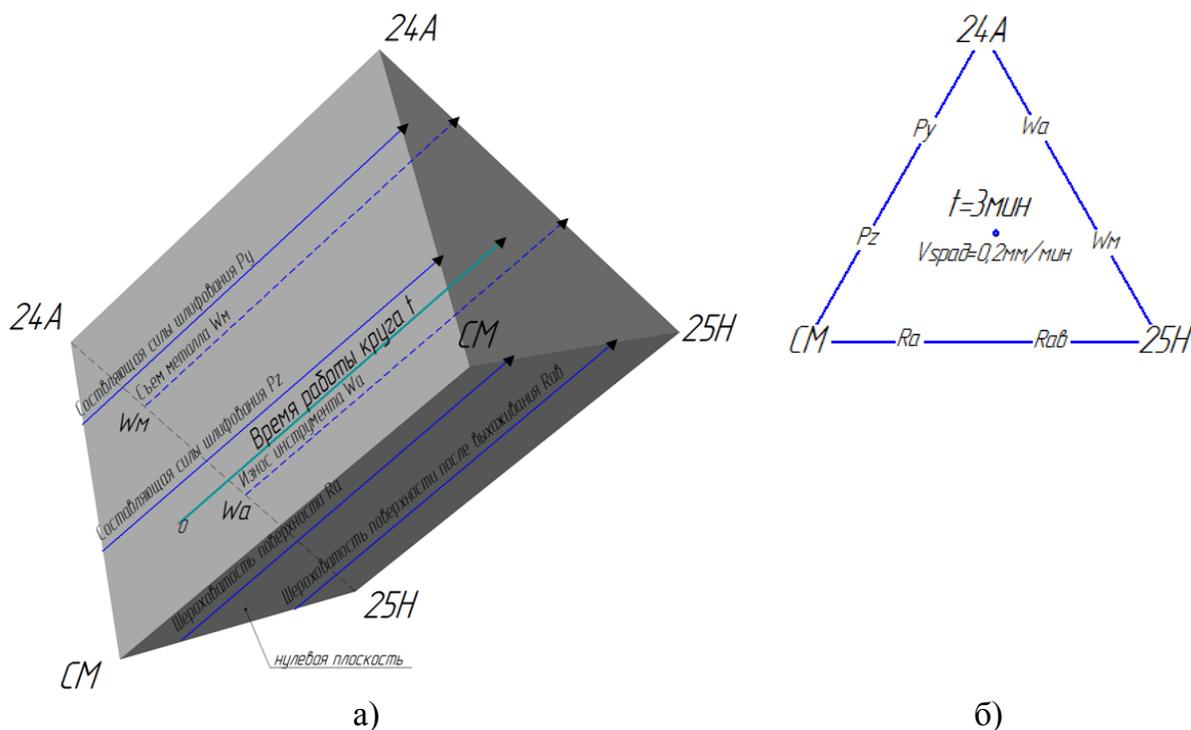


Рис. 1. Фрагмент информационного режимно-инструментального пространства для проектирования операций шлифования: а – для одной характеристики круга; б – единичный «временной срез»

Характеристика инструмента представлена в виде треугольника, в вершинах которого содержатся основные ее параметры – материал абразивного зерна, зернистость, твердость. Поместим этот треугольник на нулевую плоскость – плоскость, в которой значения времени эксплуатации круга равно нулю, а эксплуатационные показатели круга имеют начальные значения. Учет нестационарности эксплуатационных показателей в зависимости от времени работы круга [11] обеспечивается наличием центральной временной оси. На сторонах треугольника параллельно оси времени попарно расположим оси эксплуатационных показателей инструмента – составляющих силы шлифования P_y , P_z ; шероховатости поверхности R_a , R_{ab} ; износ круга W_a и съем металла W_m . Учет вариативности эксплуатационных показателей в зависимости от режима работы круга обеспечивается угловым перемещением треугольника вокруг временной оси – «Время работы круга, t ».

Накладывая комплекс технологических ограничений на единое информационного режимно-инструментального пространства можно получить возможные варианты выбора характеристик шлифовальных кругов, режимов их эксплуатации и связанных с ними выходных показателей работоспособности инструмента. В дальнейшем, задаваясь критерием оптимальности выполнения операции шлифования можно брать характеристику шлифовального круга и режимы шлифования.

На рис. 1, б показан единичный «временной срез» информационного пространства на подаче 0,2 мм/мин после 3 минут работы круга. На сторонах треугольника содержатся сведения об эксплуатационных показателях инструмента.

Разработанная структура информационного пространства режимно-инструментального оснащения операций абразивной обработки для условий многономенклатурного производства позволяет впервые решить задачу выбора наиболее подходящей характеристики шлифовального круга для обработки деталей, различающихся как требованиями точности и шероховатости, так и основным материалом. При этом многовариантность решения такой задачи позволяет выбрать наиболее оптимальный вариант характеристики шлифовального круга в зависимости от требований к уровню выходных эксплуатационных показателей выполнения операции шлифования.

Библиографический список

1. Дьяконов, А.А. Прогнозирование эффективности шлифования новых сталей и сплавов на этапе проектирования операции / А.А. Дьяконов // Инженерный журнал: справ. – М.: Машиностроение, 2008. – № 3. – С. 15–17.
2. Дьяконов, А.А. Научно-методическая база повышения эффективности процессов абразивной обработки на основе многофакторной оценки обрабаты-

ваемости материалов / А.А. Дьяконов // Научноёмкие технологии в машиностроении. – 2013. – № 1. – С. 19–26.

3. Дьяконов, А.А. Исследование обрабатываемости материалов – эффективный путь повышения производительности процесса шлифования / А.А. Дьяконов // СТИН. – 2012. – № 3. – С. 25–29.

4. Шипулин, Л.В. Совершенствование методики проектирования операций плоского шлифования периферией круга на основе комплексного моделирования процесса / Л.В. Шипулин // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 2. – С. 214.

5. Дьяконов, А.А. Имитационное моделирование процессов шлифования на основе применения высокопроизводительных кластеров и технологий параллельных вычислительных процессов / А.А. Дьяконов, Д.В. Ардашев, А.В. Лепихов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 2/2(286) – С. 29–34.

6. Ardashev, D.V. Standardization of grinding wheels / D.V. Ardashev // Russian Engineering Research, Allerton Press Inc. – 2011. – № 9. – P. 910–912.

7. Ардашев, Д.В. Режимно-инструментальное оснащение проектирования групповой технологии операций шлифования / Д.В. Ардашев // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2011. – № 4/2 – С. 14–19.

8. Ардашев, Д.В. Паспортизация шлифовальных кругов / Д.В. Ардашев // СТИН. – 2011. – № 6. – С. 27–29.

9. Ардашев, Д.В. Определение периода стойкости шлифовального круга на основе его технологического эксплуатационного паспорта / Д.В. Ардашев // Металлообработка. – 2010. – № 1. – С. 23–27.

10. Ардашев, Д.В. Оценка работоспособности шлифовального круга по комплексу эксплуатационных показателей: дис. ... канд. техн. наук: 05.03.01: защищена 27.10.2005: утв. 10.02.2006 / Д.В. Ардашев. – Челябинск, 2005. – 251 с.

11. Ардашев, Д.В. Комплекс показателей оценки эксплуатационных свойств шлифовальных кругов / Д.В. Ардашев // Технология машиностроения. – 2010. – № 9. – С. 30–33.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ПЕРИФЕРИЕЙ КРУГА

Л.В. Шипулин

В статье рассматривается формирование комплексной имитационной модели, учитывающая основные механические, теплофизические и силовые особенности процесса шлифования. Основной комплексной модели является разработанная геометрическая модель формирования шлифованной поверхности и съема припуска, позволяющая прогнозировать микрорельеф заготовки на каждом рабочем ходе стола. Сопряжение геометрической модели с существующими теплофизической и силовой моделями позволило реализовать комплексную имитационную модель. Использование модели позволяет расчетным путем получать параметры обработки: шероховатости, глубины прижога и величины упругих отжатий.

Ключевые слова: плоское шлифование периферией круга, комплексное имитационное моделирование.

Процессы шлифования характеризуются разноплановыми физическими особенностями, основными из которых являются: множественное вероятностное микрорезание, высокую теплонапряженность и упругие отжатия в технологической системе. Поскольку механическое взаимодействие инструмента и заготовки является первостепенным в сложной последовательности теплофизических и силовых взаимосвязей, то базой моделирования процесса должна являться геометрическая модель съема припуска. Использование модели позволит расчетным путем находить параметры шероховатости на каждом рабочем ходе и тем самым формировать набор исходных данных, необходимых для расчета температур и сил резания.

В соответствии с расчетной схемой геометрической модели, поверхностный слой круга движется со скоростью круга – V_k , относительно заготовки, движущейся со скоростью V_3 . В зоне контакта абразивные зерна врезаются в поверхностный слой детали на различную величину, срезая при этом некоторый объем металла и оставляя шлифовальную риску. В результате наложения множества рисок друг на друга образуется новая поверхность детали с расположенными на ней неровностями. На втором рабочем ходе зерна врезаются в уже обработанный материал, имеющий неровности, и формирует поверхность с отличающимся микрорельефом.

На основе анализа работ, в качестве аппроксимирующей фигуры формы абразивного зерна принят эллиптический параболоид вращения, обеспечивающий максимальное приближение. Отметим, что в разрабатываем-

мой геометрической модели имеется возможность учета износа абразивного зерна и образования площадки затупления. Но в силу отсутствия математических зависимостей, описывающих износ зерна во времени, в геометрической модели износ не учтен, хотя и имеется возможность этого. В данном направлении Д.В. Ардашевым проводятся исследования, направленные на получение этих зависимостей [1–3].

Образуемая зерном поверхность риски формируется наиболее выступающей частью абразивного зерна – параболой, движущейся по окружности – периферии инструмента (рис. 1). Расчет поверхности, образованной зерном, осуществляется в два этапа: разделение риски по длине на множество сечений с шагом Δ и, исходя из высоты расположения параболы в каждом сечении, расчет координат точек параболы по высоте:

$$H(x, y) = \frac{(y - y_0)^2}{2b} + \sqrt{\left(\frac{D}{2} - t\right)^2 - (x - x_0)^2} + \frac{D}{2} + \frac{b}{2} - t, \quad (1)$$

$$x \in \left(x_0 - \frac{l}{2}; x_0 + \frac{l}{2}\right), \quad y \in \left(y_0 - \frac{c}{2}; y_0 + \frac{c}{2}\right),$$

где D – диаметр круга, t – глубина внедрения зерна, b – параметр, характеризующий размер зерна, x_0 и y_0 – координаты риски на поверхности детали, l и c – длина и ширины на риски.

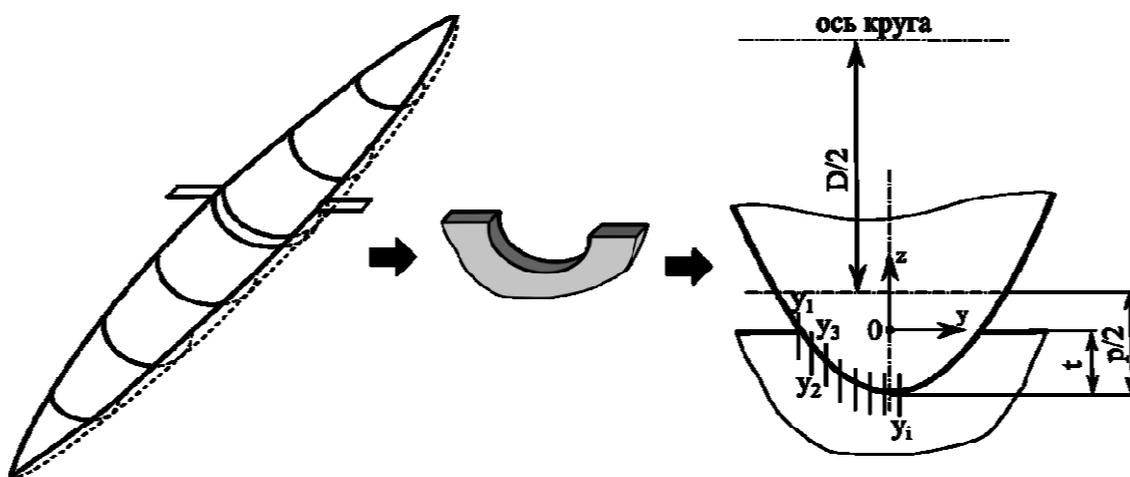


Рис. 1. Расчетная схема для определения рельефа единичной риски

Для расчетного построения поверхности заготовки в результате наложения множества единичных рисок, построенных по (1), необходимо задать модель строения абразивного инструмента. На основе существующих исследований принято условие случайного нормального распределения размеров абразивных зерен b_i и их равномерного распределения в поверхностном объеме инструмента диаметром D , высотой B и толщиной H . Зная координаты расположения зерен и скорости взаимного движения инструмента и заготовки, имеется возможность определения координат рас-

положения рисок на детали. Таким образом, происходит последовательное наложение рисок на деталь и формирование готовой поверхности.

В итоге рельеф поверхности детали формируется в результате наложения k рисок друг на друга по методу суперпозиции, т. е. каждый элемент матрицы детали есть минимальная высота расположения поверхности в данном узле из всей совокупности рисок:

$$h_{ij} = \min(h_{ij}^k); \quad k \in (1, K); \quad i \in (0; p); \quad j \in (0; q). \quad (2)$$

где K – суммарное количество рисок, p и q – количество узлов в сетке на поверхности заготовки. Образованная поверхность переходит на следующий рабочий ход, в процессе которого формируется новая поверхность с учетом предшествующего микрорельефа. Таким образом, имеется возможность построить микрорельеф шлифованной поверхности на каждом рабочем ходе операции плоского шлифования, и, анализируя его, определить показатели шероховатости. Адекватность разработанной модели подтверждается сопоставлением с экспериментальными данными при 95%-ном уровне доверительной вероятности.

Разработка теплофизической и силовой моделей, построенных на схеме дискретного вероятностного контакта, является сложной задачей, требующего отдельного решения. Поэтому выбирается уже существующая модель, предложенная А.А. Дьяконовым [4, 5], а задача формирования комплексной модели сводится к объединению разработанной модели шероховатости и моделей, предложенных А.А. Дьяконовым.

Геометрическая модель поставляет для теплофизической следующие исходные данные: количество микроконтактов зерна с шероховатой поверхностью, координаты этих контактов, глубина резания и трения в каждом из них, объем снятого металла, характер взаимодействия (резание или деформирование), время микроконтакта. Затем каждый микроконтакт представляется тепловым источником и точкой приложения силы резания от единичного зерна [6]. На рис. 2 представлена структурная схема комплексной имитационной модели. Блоки и взаимосвязи, выделенные жирными рамками, разработаны впервые. На основе зернистости, структуры и размеров строится абразивный инструмент, являющийся основой для расчета микрорельефа обработанной поверхности. В свою очередь, полученные в процессе построения обработанной поверхности данные являются исходными для теплофизической модели процесса. Температурные поля и данные о механическом взаимодействии являются исходными для расчета сил резания от каждого абразивного зерна [7], суммирование которых позволяет найти радиальную составляющую силы резания и возникающие отжимы.

В результате реализации представленного комплекса стало возможным моделировать любую стадию обработки плоским шлифованием.

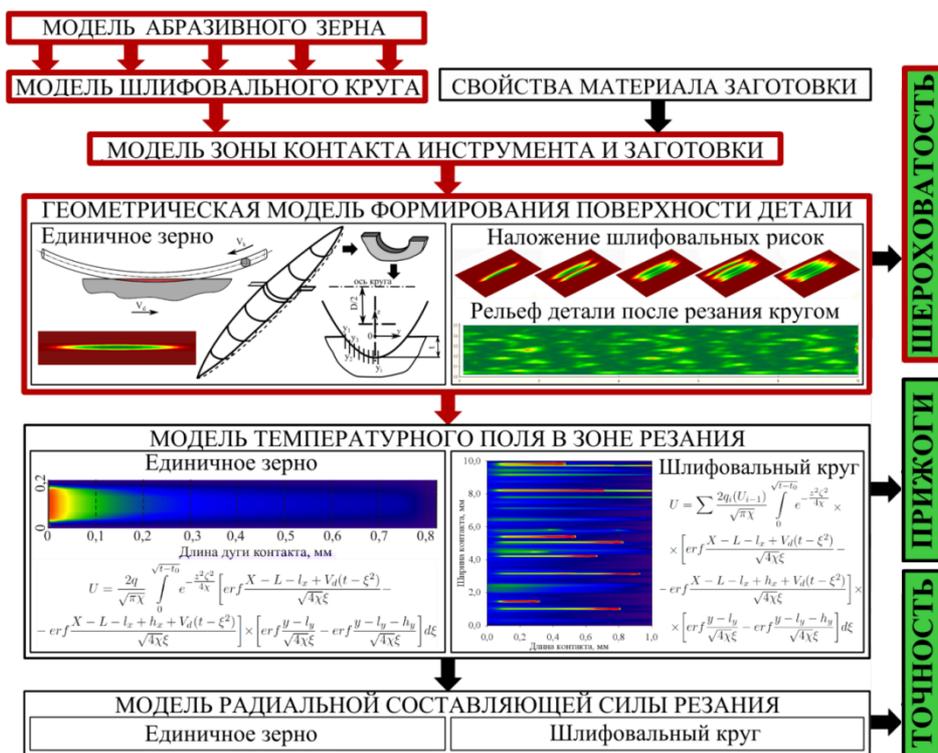


Рис. 2. Структурная схема комплексной имитационной модели

Библиографический список

1. Ардашев, Д.В. Химическое средство абразивного и обрабатываемого материалов / Д.В. Ардашев // *Металлообработка*. – 2011. – № 6. – С. 29–32.
2. Ардашев, Д.В. Влияние химического состава шлифуемой стали на гранулометрический состав стружки / Д.В. Ардашев, А.А. Дьяконов, Б.Ф. Уразбахтин // *Металлообработка*. – 2011. – № 5. – С. 40–43.
3. Ардашев, Д.В. Фотометрический анализ стружки после шлифования различных сталей / Д.В. Ардашев // *Металлообработка*. – 2010. – № 4. – С. 6–12.
4. Дьяконов, А.А. Пространственная модель импульсного температурного поля единичного сечения детали при шлифовании / А.А. Дьяконов // *Известия Челябинского научного центра УрО РАН*. – 2007. – № 3. – С. 30–33.
5. Дьяконов, А.А. Особенности формирования температурного поля заготовки при шлифовании / А.А. Дьяконов // *Известия Челябинского научного центра УрО РАН*. – 2007. – № 3. – С. 34–38.
6. Дьяконов, А.А. Стохастический подход к решению теплофизических и силовых задач теории шлифования / А.А. Дьяконов // *Металлообработка*. – 2008. – № 2(44). – С. 2–6.
7. Дьяконов, А.А. Исследование прочностных характеристик материалов при скорости деформации и температурном режиме шлифования / А.А. Дьяконов // *Металлообработка*. – 2007. – № 4. – С. 2–5.

**МЕТОДОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНО-РЕЖИМНОГО ОСНАЩЕНИЯ
ОПЕРАЦИЙ ШЛИФОВАНИЯ ДЛЯ СЕРИЙНОГО
МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Д.В. Исаков

Сформулирована задача оптимизации инструментально-режимного оснащения операций шлифования, выполняемых в условиях серийного производства, для решения которой разработан новый метод их проектирования.

Ключевые слова: операция шлифования, шлифовальный круг, режимы резания.

В настоящее время все существующие методы решения задачи оптимизации инструментально-режимного оснащения (И-РО) шлифовальных операций позволяют для обработки заготовок одной детали выбрать характеристику шлифовального круга (ШК) и рассчитать режимы резания, обеспечивающие заданную чертежом точность и шероховатость шлифуемой поверхности. Для обработки заготовок разных деталей, отличающихся материалом, требованиями по точности и шероховатости поверхностей, существующие методы предусматривают выбор характеристики ШК и режимов резания для каждой из этих деталей. Поэтому использование этих методов вполне допустимо для операций шлифования, выполняемых в условиях массового и крупносерийного производства.

Характерной особенностью шлифовальных операций, выполняемых в условиях серийного многономенклатурного производства, является то, что заготовки на станок поступают партиями, каждая из которых может отличаться от других числом заготовок; а сами заготовки в разных партиях могут отличаться материалом, требованиями по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, т. е. теми параметрами, по величинам которых в соответствии с существующими методами выбирают характеристику ШК и рассчитывают режимы резания. Совершенно очевидно, что использование существующих методов И-РО в данных производственных условиях приводит к увеличению числа ШК разных характеристик. С увеличением числа ШК, увеличиваются затраты на их приобретение и хранение, а так же на оплату времени по их замене, включающее демонтаж ШК, его балансировку, установку круга на станок, балансировку круга непосредственно на станке, первоначальную правку круга и др. В некоторых случаях, особенно при сравнительно небольших партиях заготовок, затраты времени на замену ШК, сопоставимы и даже превышают затраты, непосредственно связанные с обработкой этих партий.

Поэтому в условиях серийного производства часто одним и тем же ШК обрабатывают заготовки разных деталей из различных материалов, а путем варьирования режимами резания, главным образом, скоростями подачи обеспечивают различные требования по точности и шероховатости поверхностей. Рекомендаций по проектированию таких шлифовальных операций нет ни в нормативно-технических справочниках, ни в другой научно-технической литературе. По этой причине на практике, все вопросы И-РО принимает рабочий, исходя из собственного опыта, при этом, как правило, они значительно отличаются в меньшую сторону от оптимальных.

С учетом рассмотренных особенностей произведена содержательная постановка задачи оптимизации И-РО шлифовальных операций, выполняемых в условиях серийного производства. Задача заключается в том, что бы для обработки группы партий заготовок разных деталей сформировать номенклатуру ШК, установить последовательность их замены и назначить режимы резания для шлифования каждой партии заготовок, обеспечивающие заданные чертежом требования, предъявляемых к точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей.

По своей формулировке задача оптимизации И-РО операций шлифования, выполняемых в условиях серийного производства, является оптимизационной, для решения которой необходимо учитывать организационные особенности выполнения операций шлифования в этих производственных условиях; а так же иметь полную и достоверную информацию об эксплуатационных возможностях (свойствах) ШК обеспечивать заданные чертежом требования по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей деталей из разных материалов во всех возможных технологических условиях их применения.

Для решения поставленной задачи разработана новая методология параметрического проектирования операций шлифования, отличающаяся от существующих тем, что оптимизация И-РО производится не для одной отдельной операции, изолированной от организационно-экономических условий ее выполнения; а для группы операций, связанных с обработкой группы партий заготовок деталей, предназначенных к изготовлению в течение планового периода времени. Разработанная методология комплексно включает: методику тестовых испытаний шлифовальных кругов [1, 2, 5, 7], необходимой для получения достоверной измерительной информации об их эксплуатационных свойствах в процессе шлифования; метод параметрического проектирования экономически эффективных операций шлифования по результатам тестовых испытаний шлифовальных кругов [3, 4, 8, 10, 11], реализуемый на стадии ТПП; метод корректировки технологических решений по инструментально-режимному оснащению операций шлифования, принимаемых на стадии ТПП [6, 8, 9, 12, 13], с учетом организационно-экономических условий обработки партий заготовок на стан-

ке, формируемых на стадии оперативно-календарного планирования производства. Использование разработанной методологии в практике серийного производства позволило получить новые, отличные от существующих, решения по И-РО операций шлифования, обеспечивающие заданные чертежом требования по точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей с наименьшими затратами. На базе этих методик построены алгоритмы проектирования экономически эффективных шлифовальных операций различных видов, выполняемых на станках с наиболее распространенными в серийном производстве системами управления: РУ и ЧПУ; а так же алгоритм решения задачи оптимизации инструментально-режимного оснащения операций шлифования, выполняемых в условиях серийного производства. На основе анализа примеров решения практических задач разработаны технологические рекомендации, позволяющие принимать оптимальные проектные решения в изменяющейся производственной ситуации в условиях мелкосерийного многономенклатурного производства. Разработанные алгоритмы внедрены в автоматизированную базу данных характеристик абразивного инструмента и режимов резания в качестве программного обеспечения, которые в совокупности образуют информационно-справочную базу, предназначенную для автоматизированного проектирования экономически эффективных операций шлифования.

Источниками экономической эффективности от использования результатов работы на машиностроительных предприятиях являются:

- повышение производительности операций шлифования путем максимального использования эксплуатационных возможностей шлифовальных кругов;
- снижение затрат, идущих на оплату времени по замене шлифовального круга (на переналадку шлифовального станка);
- снижение материальных затрат на приобретение, хранение, испытание шлифовальных кругов путем формирования их оптимальной номенклатуры для выполнения производственного задания и др.

Работа выполнена в рамках научно-технической программы «Научные исследования высшей школы по приоритетным направлениям науки и техники», раздел «Производственные технологии» Министерства образования и науки РФ, а так же в рамках НИР Уральского научно-исследовательского института абразивов и шлифования (УралНИИАШ) и тематических планов НИР ЮУрГУ по заданию Министерства образования и науки РФ.

Библиографический список

1. Исаков, Д.В. Методика построения информационной базы для проектирования шлифовальных операций / Д.В. Исаков // Металлообработка – СПб.: Политехника, 2009. – № 2 – С. 9–15.

2. Исаков, Д.В. Методика испытаний шлифовальных кругов в целях получения данных для проектирования шлифовальных операций / Д.В. Исаков // *Металлообработка* – СПб.: Политехника, 2010. – № 3 – С. 2–11.
3. Чаплыгин, Б.А. Расчетно-экспериментальный метод построения информационного обеспечения для проектирования оптимальных шлифовальных операций / Б.А. Чаплыгин, Д.В. Исаков. // *Технология машиностроения*. – М., 2010. – № 10 – С. 18–24.
4. Исаков, Д.В. Проектирование шлифовальных операций по результатам испытаний шлифовальных кругов / Д.В. Исаков. // *Технология машиностроения*. – М., 2010. – № 11 – С. 29–34.
5. Исаков, Д.В. Информационное обеспечение проектирования операций абразивной обработки на основе тестовых испытаний шлифовальных кругов / Б.А. Чаплыгин, Д.В. Исаков // *Вестник машиностроения* – М.: Машиностроение, 2011. – № 11 – С. 47–51.
6. Кошин, А.А. Задача инструментально-режимного оснащения операций шлифования, выполняемых в условиях серийного производства. Основные пути ее решения / А.А. Кошин, Д.В. Исаков // *Справочник. Инженерный журнал* – М.: Машиностроение, 2011. – № 9 – С. 22–25.
7. Чаплыгин, Б.А. Создание автоматизированной базы данных характеристик абразивного инструмента и режимов резания / Б.А. Чаплыгин, Д.В. Исаков // *Справочник. Инженерный журнал* – М.: Машиностроение, 2011. – № 9 – С. 26–31.
8. Исаков, Д.В. Решение задачи инструментально-режимного оснащения операций шлифования, выполняемых в условиях серийного производства / Д.В. Исаков // *Справочник. Инженерный журнал* – М.: Машиностроение, 2011. – № 10 – С. 20–25.
9. Chaplygin, B.A. Grinding-wheel specifications / B.A. Chaplygin, D.V. Isakov // *Russian Engineering Research*, Allerton Press, Inc. – 2010. – Vol. 30, no. 7. – P. 736–741.
10. Isakov, D.V. Design of grinding operations in terms of grinding-wheel ratings / D.V. Isakov // *Russian Engineering Research*, Allerton Press, Inc. – 2010, Vol. 30, no. 8. – P. 823–826.
11. Isakov, D.V. Design of grinding operations in terms of grinding-wheel ratings / D.V. Isakov // *Russian Engineering Research*, Allerton Press, Inc.. – 2010. – Vol. 30, no. 10. – P. 1065–1068.
12. Koshin, B.A. The design of abrasive machining operations / A.A. Koshin, B.A. Chaplygin, D.V. Isakov // *Russian Engineering Research*, Allerton Press, Inc. – 2011. – Vol. 31, no. 9. – P. 864–866.
13. Koshin, B.A. Adequacy of the Operating Conditions of Abrasive Grains / A.A. Koshin, B.A. Chaplygin, D.V. Isakov // *Russian Engineering Research*, Allerton Press, Inc. – 2011. – Vol. 31, no. 12. – P. 1121–1126.

К ВОПРОСУ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ ТОРЦОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ С УЧЕТОМ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА

Д.Ю. Пименов

В статье приведены три подхода проектирования операций торцового фрезерования с учетом изменяющегося износа инструмента по задней поверхности в процессе обработки.

Ключевые слова: торцовое фрезерование, износ, режимы резания.

При обработке плоских поверхностей корпусных деталей широко используется торцовое фрезерование [1, 2]. В качестве заготовок находят широкое применение отливки [3–5]. При этом отливки должны быть качественными (без дефектов [6–8]) в целях исключения случаев обработки бракованных литых заготовок на дорогостоящем металлорежущем оборудовании и расходования режущего инструмента.

В процессе торцового фрезерования на задней поверхности инструмента образуется площадка износа [9] и достигает значительных величин: для чистовой и отделочной стадии обработки износ составляет до 0,6–0,8 мм, для черновой и получистовой стадии – 1,2–2,0 мм (рис. 1) [1].

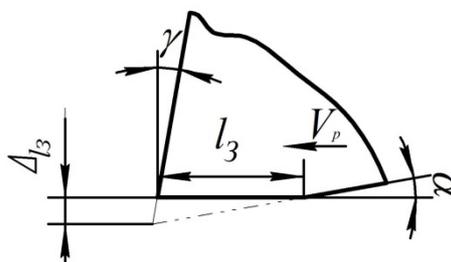


Рис. 1 Изменение геометрии режущего клина по мере износа фрезы по задней поверхности

Параметры на рис. 1 имеют следующие обозначения: γ , α – передний и задний угол режущей части инструмента; V_p – скорость резания; l_3 – величина площадки износа по задней поверхности режущего клина, мм.

С ростом износа растет сила резания [10–12] и упругие отжатия фрезы от детали [13–15], что влияет на точность обработки торцового фрезерования [16, 17].

Современные станки с ЧПУ позволяют оперативно корректировать режимы резания. Например, дополнение станков устройством контроля длины и радиуса инструмента, позволяет повысить функционал станка за счет коррекции режимов резания, связанной с износом торцовой фрезы.

Факторами активного управления процессом фрезерования являются параметры режима резания: подача S_Z , скорость резания V .

Суть управления состоит в определении значений или закона изменения факторов активного управления процессом фрезерования S_Z и V , которые обеспечивают погрешность обработки $\Delta_{Z\Sigma}$, не превосходящую заданной чертежом предельной величины погрешности $\Delta_{Z_{\text{ГП}}}$.

В зависимости от возможностей применяемого оборудования возможны три основных пути управления режимами торцового фрезерования.

Первый путь. Непрерывное изменение режимов резания при увеличении износа по задней поверхности зуба фрезы. В процессе работы изменяется износ и, соответственно, растут сила резания и упругие перемещения инструмента. Для компенсации увеличившихся упругих перемещений и обеспечения требуемого допуска необходимо корректировать режимы резания (подачу и скорость резания) в сторону уменьшения. Для реализации этого пути необходимо чтобы станок с ЧПУ был укомплектован системами для измерения износа инструмента. Например, системами компании Renishaw (рис. 2). Бесконтактные системы (рис. 2, б) в отличие от контактных (рис. 2, а) позволяют корректировать режимы непосредственно в процессе обработки.

Второй путь. Ступенчатое изменение режимов резания при увеличении износа по задней поверхности зуба фрезы. В случаях отсутствия систем контроля износа, например, на универсальных станках износ возможно замерить визуально с помощью мерной лупы или микроскопа. Здесь коррекция режимы резания (подача и скорость резания) производится дискретно, во время смены деталей. Контактная система для станков с ЧПУ (см. рис. 2, а) позволяет реализовать такую схему управления.



а)



б)

Рис. 2 Системы для наладки и обнаружения поломки инструмента компании Renishaw: а – контактная система TS27R; б – бесконтактная система TRS2

Третий путь. Изменение режимов резания по времени обработки. В случаях отсутствия систем контроля износа, например, на универсальных станках, возможно управлять режимами, используя зависимости времени работы от величины износа. Здесь коррекция режимов резания (подача и скорость резания) производится дискретно, во время смены деталей.

Однако для реализации первого пути необходим пересчет величин износа по задней поверхности l_3 в размерный износ инструмента $\Delta_{И}$.

Таким образом, замерив текущий диаметр и вылет фрезы и сравнив его с острым инструментом, возможно определить как величину размерного износа, так и площадку износа по задней поверхности зуба фрезы.

Тогда для текущего износа пересчитываются подачи и скорость резания, обеспечивающие требуемую точность размера.

Таким образом, по мере увеличения износа инструмента корректируются подача и скорость резания. Как было сказано выше – это могут быть три пути в зависимости от имеющихся возможностей оборудования. Как показывает практика, применение такого подхода позволяет повысить производительность торцового фрезерования при малых величинах износа инструмента за счет назначения более интенсивных режимов.

Библиографический список

1. Гузеев, В.И. Режимы резания для токарных и фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: справ. / В.И. Гузеев, В.А. Батуев, И.В. Сурков. – М.: Машиностроение, 2005. – 368 с.
2. Орлова, Н.Ю. Повышение производительности торцового фрезерования на стадии проектирования управляющих программ обработки деталей на станках с ЧПУ: дис ... канд. техн. наук: 05.02.08 / Н.Ю. Орлова. – Челябинск, 1999. – 205 с.
3. Ермаков, И.Н. Исследование процесса изготовления литой плиты методом планируемого эксперимента / И.Н. Ермаков, В.М. Ткачев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2010. – Вып. 15, № 34 (210). – С. 46–49.
4. Ермаков, И.Н. Ресурсосберегающие принципы в литейном производстве / И.Н. Ермаков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2012. – № 39. – С. 139–141.
5. Метод измерения температур в исследовании характера затвердевания отливки / И.Н. Ермаков, В.В. Новокрещенов, И.В. Саламатов, Л.Н. Сабирова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2012. – № 39. – С. 124–144.
6. Развитие теории трещиностойкости отливок / М.А. Иванов, В.И. Швецов, Е.Л. Волосатова, Д.В. Изотов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2011. – Вып. 17, № 36 (253). – С. 48–50.
7. Иванов, М.А. К вопросу образования трещин в двухтонных чугуновых изложницах при литье цинковых блоков / М.А. Иванов // Литейные процессы: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. В.М. Колокольцева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – 2012. – Вып. 11. – С. 46–50.

8. Иванов, М.А. Влияние технологических параметров литья изложниц на их стойкость / М.А. Иванов, В.И. Швецов, Б.А. Кулаков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». – 2004. – Вып. 4, № 8 (37). – С. 103–106.
9. Лоладзе, Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента / Т.Н. Лоладзе. – М.: Машиностроение. – 1982. – 320 с.
10. Пименов, Д.Ю. Разработка модели эпюры напряжений на задней поверхности зуба фрезы / Д.Ю. Пименов // Технология машиностроения. – 2010. – № 1. – С. 48–52.
11. Гузеев В. И. Математическое моделирование силы резания при торцовом фрезеровании / В. И. Гузеев, Д. Ю. Пименов // Вестник машиностроения. – 2011. – №10. – С. 70–74.
12. Экспериментальные исследования сил резания с учетом износа режущей части инструмента по задней поверхности при торцовом фрезеровании / Д.Ю. Пименов, В.И. Гузеев, П.П. Переверзев, А.В. Выбойщик // Справочник. Инженерный журнал. – 2012. – № 4. – С. 41–44.
13. Пименов, Д.Ю. Математическое моделирование упругих перемещений технологической системы при торцовом фрезеровании с учетом износа инструмента / Д.Ю. Пименов, В.И. Гузеев, А.А. Кошин // Вестник машиностроения. 2011. – № 11. – С. 69–73.
14. Пименов, Д.Ю. Расчет податливости узла фреза – оправка при обработке торцевым фрезерованием / Д.Ю. Пименов, В.И. Гузеев // Технология машиностроения. – 2011. – № 12. – С. 10–13.
15. Пименов, Д.Ю. Экспериментальное определение податливостей элементов технологической системы фрезерного станка ГФ2171С5 / Д.Ю. Пименов // Металлообработка. – 2009. – № 6 (54). – С. 54–57.
16. Пименов, Д.Ю. Определение оптимального варианта многопереходной обработки торцовым фрезерованием / Д.Ю. Пименов // Металлообработка. – 2006. – № 5–6. – С. 73–74.
17. Пименов, Д.Ю. Расчет предельной величины износа инструмента при торцовом фрезеровании литых заготовок / Д.Ю. Пименов // Теория и технология металлургического производства: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. В.М. Колокольцева. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. – 2012. – Вып. 12. – С. 177–181.

УДК 669.014.74:51

**ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ ШИХТЫ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТА**

Е.А. Алёшин

Рассматриваются вопросы построения математической модели зависимости газопроницаемости шихты от параметров технологического процесса и свойств шихты. При построении математической модели используется множественный нелинейный регрессионный анализ с отсевом незначимых параметров методом исключения переменных.

Ключевые слова: газопроницаемость; математическая модель; регрессионный анализ; метод исключения переменных.

Одним из основных этапов в производстве агломерата является процесс увлажнения шихты для достижения её оптимальной газопроницаемости с целью увеличения производительности агломерационных машин и повышения качества агломерата. Для материала данного минералогического и гранулометрического состава существует только одно оптимальное значение влажности, которое с заданной степенью точности необходимо поддерживать вручную или автоматически.

Влажность шихты в производственных условиях колеблется в широких пределах из-за изменений давления воды в водопроводе, массы шихты, проходящей через барабан-окомкователь в единицу времени, минералогического и гранулометрического состава сырья.

В настоящее время увлажнение шихты перед загрузкой на спекательные тележки ведется в большинстве случаев в ручном режиме, а достаточная степень увлажнения определяется технологами «на глаз» и «на ощупь». Поэтому необходима автоматическая система управления влажностью, которая должна не только с большой частотой определять абсолютную влажность шихты, но и находить новое значение оптимальной влажности, характерное для спекаемой в данный момент шихты.

Для автоматизации процесса увлажнения шихты и повышения качества агломерата необходимо, в первую очередь, оценить математическую зависимость газопроницаемости слоя шихты от влажности шихты. Вычисляя максимум этой функции (газопроницаемости) в зависимости от параметра (влажности) можно определить оптимальное значение влажности. Однако, оптимальное значение влажности разное для различных температур шихты

перед спеканием. Поэтому газопроницаемость следует рассматривать как функцию двух переменных – влажности и температуры шихты. Значит, задаваясь конкретным значением температуры, можно найти оптимальное значение влажности, соответствующее максимуму газопроницаемости.

Из теории процесса агломерации [1] известны математические формулы, позволяющие найти газопроницаемость шихты расчетным путем. Например, газопроницаемость слоя агломерационной шихты на колосниковой решетке может быть вычислена по формуле Рамзина:

$$W = n \sqrt{\frac{\Delta p}{Ah}}, \quad (1)$$

где W – количество воздуха на 1 м^2 площади; Δp – разрежение, мм. вод. ст.; h – высота слоя шихты, мм; A , n – коэффициенты, зависящие от размера и формы частиц шихты.

Трудности использования формулы (1) применительно к слою спекаемой руды заключаются в том, что характер поверхности частиц и скорость воздуха в слое оказывают сильное влияние на величину коэффициентов A и n . В силу этого реальные потери напора в слое шихты иногда существенно отличаются от расчетных.

Производным от формулы Л. К. Рамзина является уравнение Е. Войса, С. Брукса и П. Гледхила, позволяющее определить коэффициент условной газопроницаемости (p) слоя высотой (h) по расходу газа (V), площади всасывания (F), потере напора в слое (Δp):

$$p = \frac{V}{F} \left(\frac{h}{\Delta p} \right)^{n_1}, \quad (2)$$

где $n_1 = \frac{1}{n}$ меняется практически в пределах от 0,6 до 0,8.

К сожалению, даже небольшие по величине изменения величины n_1 существенно сказываются на расчетной газопроницаемости слоя шихты, что также затрудняет использование формулы (2).

По Р. Уайльду и К. Диксону, количество воздуха, просасываемого через слой в секунду (W), может быть вычислено по коэффициенту условной газопроницаемости (p), вакууму (Δp) и высоте слоя (h) из выражения

$$W = \frac{p \Delta p^{0,6}}{h^{0,4}}. \quad (3)$$

При постоянной высоте слоя количество воздуха (W) связано с вакуумом (Δp) зависимостью

$$W = A(\Delta p)^m, \quad (4)$$

здесь A – постоянная, характерная для шихты данного типа, а показатель m равен 0,435; 0,4–0,45; 0,45.

Приведенные выше зависимости (1)–(4) не дают возможности выявить влияние каждой из зон в спекаемом слое на общую газопроницаемость слоя. Поэтому на практике, в производственных условиях расчет газопроницаемости шихты по формулам (1)–(4) не находит широкого применения из-за низкой точности и универсальности данного метода.

Представляется целесообразным провести анализ накопленной статистической информации с целью установления зависимостей изменения газопроницаемости слоя спекаемой шихты при различных значениях влажность шихты, а на основе выявленных статистических закономерностей разработать логическую часть системы управления влажностью.

Газопроницаемость слоя шихты оборудованием аглопроизводства напрямую не определяется и, соответственно, нигде не фиксируется. Поэтому необходимый параметр – газопроницаемость требуется установить косвенным путем, используя для этого другие параметры техпроцесса, которые измеряются, фиксируются и сохраняются.

Лучше всего изменения газопроницаемости могут быть охарактеризованы через изменения разряжения над слоем и под слоем шихты, если рассматривать их одновременно. Кроме того, необходимо учесть, что для разных температур шихты существует своё оптимальное значение влажности. Исходя из этого, газопроницаемость можно рассматривать как функцию трёх переменных – температуры шихты, разряжения над слоем шихты (разряжение под укрытием первым) и разряжения под слоем шихты (разряжение в вакуум-камере либо разряжение в общем коллекторе). Сопротивление слоя шихты потоку проходящих через него газов – это величина, обратная газопроницаемости. Таким образом, с помощью измерений разряжений над и под слоем шихты косвенным способом можно определить газопроницаемость.

Произведя замену одного параметра – газопроницаемости слоя на два других, связанных с ним параметра, – разряжения над слоем и под слоем, получаем функцию трех переменных. Учитывая, что температура шихты, влажность шихты, разряжение под слоем шихты являются независимыми параметрами, а разряжение над слоем – зависимый от них параметр, получаем функцию – разряжение над слоем, зависимую от трех параметров – температуры, влажности, разряжения под слоем в контрольной точке (разряжение в вакуум-камере). Так как газопроницаемость, с другой стороны, есть функция влажности, для практического использования достаточно построить зависимости разряжения над слоем от разряжения в общем коллекторе, от температуры шихты и от влажности шихты. Данную зависимость уже можно непосредственно использовать в системе автоматического регулирования влажности.

Теоретические исследования [1] показывают, что зависимость влажности шихты от ее газопроницаемости носит нелинейный характер, поэтому

для построения математической модели применяем нелинейный множественный регрессионный анализ [2, 3]. На первом этапе строим полное кубическое уравнение регрессии с 21 эффектом. Однако проверка показывает, что не все коэффициенты являются значимыми.

На втором этапе для подбора оптимальной структуры модели осуществлен 5-ступенчатый отсев незначимых эффектов (методом исключения переменных [3]) в процессе которого было исключено 13 статистически незначимых эффектов, в результате получена модель с 8 эффектами:

$$P_u = 311,93 + 3,73T - 53,69W + 2,88P_{vk} + 0,023TWP_{vk} + 0,111TW^2 - 0,053W^2P_{vk} + 0,00071TP_{vk}^2, \quad (5)$$

где P_u – давление (разряжение) под укрытием; T – температура шихты; W – влажность шихты перед спеканием; P_{vk} – давление (разряжение в вакуум-камере).

Статистический анализ полученной модели (5) показывает возможность ее применения для дальнейших исследований [2, 3]. Зависимость имеет одну экстремальную точку (минимум), в которой разряжение под укрытием максимально, что хорошо согласуется с теорией агломерации [1].

Максимальному разряжению соответствует оптимальная влажность шихты W_0 при данной температуре и разряжении в вакуум-камере. Точки оптимальной влажности при разных температурах и разряжениях в вакуум-камере можно найти, если взять первую частную производную от зависимости (6) по параметру влажности и приравнять её к нулю:

$$\frac{\partial P_u}{\partial W} = -53,69 + 0,023TP_{vk} + 0,222TW - 0,106WP_{vk} = 0, \quad (6)$$

откуда находим выражение для оптимальной влажности

$$W_0 = \frac{53,69 - 0,023TP_{vk}}{0,222T - 0,106P_{vk}}. \quad (7)$$

Выражение (7) оценивает оптимальную влажность, зависящую от двух параметров – температуры и разряжения в вакуум-камере. Последнее выражение можно непосредственно использовать в алгоритме автоматического оптимального управления влажностью шихты.

Библиографический список

1. Вегман, Е.Ф. Теория и технология агломерации / Е.Ф. Вегман. – М.: Металлургия, 1974. – 512 с.
2. Львовский, Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул / Е.Н. Львовский. – М.: Высшая школа, 1988. – 239 с.
3. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Статистика, 1973 – 392 с.

НАУЧНОСТЬ КАК СУЩНОСТНОЕ СВОЙСТВО ИНФОРМАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА ВУЗА В УСЛОВИЯХ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Л.В. Астахова

В статье обоснована научно-познавательная сущность информационной деятельности студента вуза в условиях виртуализации образовательной среды. Опираясь на социоцентристский подход к понятию виртуальной образовательной среды, выявлен научный императив информационной деятельности в современных условиях. Изоморфизм информационной деятельности и научного познания в условиях виртуализации определен с позиций логики анализа любого научно-познавательного процесса – на уровнях мышления, языка, логики, методологии и результата познания.

Ключевые слова: информационная деятельность, научное познание, изоморфизм, виртуальная образовательная среда.

Стремительная виртуализация общества оказывает большое влияние на все информационные процессы, осуществляемые человеком, в том числе – на информационную деятельность студента вуза. Традиционная образовательная среда трансформируется в виртуальную образовательную среду, что неизбежно приводит к изменениям характера и сущности информационной деятельности в этой новой среде.

Существует два основных подхода к понятию «виртуальная образовательная среда» в педагогике: техноцентристский и функциональный. Сторонники техноцентристского подхода отождествляют виртуальную образовательную среду с информационно-образовательным пространством, построенным с помощью интеграции традиционных информационных носителей и компьютерных технологий, включающим в себя распределённые базы данных, виртуальные библиотеки, электронные учебно-методические комплексы, пользовательские сервисы и инфраструктуру сетевого взаимодействия преподаватель-студент и др. В техноцентристском подходе к виртуальной образовательной среде отражен результат появления новых носителей информации и информационных технологий обмена информацией, однако сущность понятия виртуальной образовательной среды не раскрыта. В рамках функционального подхода под виртуальной образовательной средой понимают среду, которая способствует творческому саморазвитию личности. В нашей публикации [2] мы выяснили, что и этот подход не отражает сущности виртуальной образовательной среды, а всего лишь ее функции. Поэтому сущность виртуальной образовательной среды мы нашли на основе современной теории общественных изменений – тео-

рии виртуализации, в частности – социоцентристской модели виртуализации Д.В. Иванова. Его модель построена на концептуальной зависимости виртуализации от контингентного сдвига рубежа XX–XXI вв. и способна адекватно отразить новые тенденции: экспансию симуляций-образов, замещающих реальные вещи (действия в экономике, политике, культуре), а также компьютерную революцию и формирование так называемой киберкультуры). Виртуализация – это любое замещение реальности ее симуляцией (образом) с применением логики виртуальной реальности: нематериальность воздействия, условность параметров, эфемерность. Виртуальная реальность есть не что иное, как пространство симулякров, которое в противоположность актуальной действительности, выражающей целостность, стабильность и завершенность, является источником различия и многообразия [3].

Основываясь на социоцентристской модели виртуализации, мы определили виртуальную среду следующим образом: «Виртуальная среда – это произвольно конструируемая структура реальности, основанная на замещении инстинных картин мира порождаемыми гиперреальностями (симулякрами) и обладающая признаками интерактивности субъектов и институционализации рисков» [2]. Интеграция двух сущностей – образовательной среды и виртуальной среды – позволила нам сформулировать определение виртуальной образовательной среды. Виртуальная образовательная среда – это произвольно конструируемая структура информационной среды, интегрирующаяся совокупностью автономных субъектов, связи которых носят нелинейный, вероятностный характер, и реализующая их жизненные стратегии и ценностные ориентации в интерактивном социальном взаимодействии в условиях институционализации рисков, обусловленных несоответствием реальных и виртуальных образовательных реальностей [2].

Генетическая имманентность виртуальности структуре бытия позволяет утверждать, что она является первичной по отношению к сети Интернет. Вплоть до конца 70-х годов XX века термин «виртуальность» не связывался ни с электронными, ни с информационными технологиями, о чем свидетельствуют определения виртуального в справочных изданиях советской эпохи как возможного, т. е. такого, которое может и должно появиться при определенных условиях. Это свидетельствует о том, что образовательная среда всегда отчасти имела признаки виртуальной. Однако интеллектуализация, создание компьютерных трехмерных макромоделей реальности с присутствием в них человека способствовали развитию Интернет, усилили процессы виртуализации, дали возможность получения максимально приближенных к реальности данных об объекте, в совокупности составляющих его образ.

Главный признак виртуальной образовательной среды – ее несоответствие реальному – порождает противоречие: с одной стороны, оно является для студента основным источником разнообразия образовательной среды, а значит – источником повышения ее потенциала для саморазвития личности; с другой стороны, – источником информационных угроз, являющихся фактором снижения этого потенциала.

Углубление уровня информационно-познавательных процессов в современном виртуальном обществе все более граничит с научным познанием. Предпринятый нами анализ существенных связей между информационным познанием (познанием информации) и собственно научным познанием обнаруживает их глубокий изоморфизм, если рассматривать их с позиций логики анализа любого познавательного процесса, т. е. на уровнях мышления, языка, логики, методологии и результата познания [1].

Первый уровень изоморфизма информационного и собственно научного познания проявляется в информационном мышлении. Информационное мышление по своей сути является научным по нескольким признакам:

- по своим интенциональным, инструментально-операциональным и кондициональным свойствам;
- по его вербально-визуальному характеру, включающему знание в сферу не только репродуктивного, но и продуктивного;
- по функциям в человеческом познании в целом;
- по игровым интересубъективным способам мыслительных действий;
- по общему стилю и т. д.

Второй уровень изоморфизма информационного и собственно научного познания – это уровень языка познания информации. Язык познания информации по своей сути – это специализированный символический язык науки, обладающий всеми особенностями научно-символических языков:

- играет роль «несущих опор», неизбежно обрастающих дополнительной плотью;
- присутствует интуитивное чувство «целого», в результате использования языка происходит приращение знания.

Третий уровень изоморфизма информационного и собственно научного познания – логика познания информационных сообщений. Механизм перевода мысленного содержания познаваемой информации в знаковые формы языка подчиняется всем логическим законам науки. Информационно-познавательная логика – это разновидность герменевтической логики, которая, как известно, является общенаучной. Логика понимания и логика функционального объяснения информационных сообщений свидетельствуют о её научном характере.

Четвертый уровень изоморфизма информационного и собственно научного познания – методологический. В основе методологии познания информационных сообщений лежит герменевтический методологический

стандарт, основанный на органическом единстве «понимающих» и «объясняющих» (контекстных) методов познания герменевтического универсума. И потому главным методологическим основанием информационно-познавательных процессов для студента вуза является герменевтика – наука о понимании [5, 1].

Пятый уровень изоморфизма информационного и собственно научного познания – его результат – знание, которое является научным знанием и по своему составу, и по своему научному содержанию. Основание для такого утверждения – современные идеалы научности знания: включение в его состав вненаучного, ненаучного, мифологического и других нетрадиционных для науки форм знания, новый тип рациональности науки и ее прагматизация, опосредованность потребностями человека и др. [4, 6].

Изоморфные взаимосвязи информационного и традиционного научного познания подчеркивают принадлежность информационной деятельности к научным явлениям. С одной стороны, без научной логики и методологии невозможно идентифицировать и интерпретировать смысл информационных сообщений в виртуальной образовательной среде, выявить реальность в виртуальных образах действительности – симулякрах. С другой стороны, только сегодня, в неонеклассический период науки можно определить научность как сущностное когнитивное свойство информационной деятельности в виртуальной образовательной среде. Методологические стандарты научной и информационной деятельности органически взаимосвязаны. Из этого следует, что методология науки должна быть одним из ключевых предметов освоения студентами в процессе образовательной деятельности, которая, как известно, является разновидностью информационной деятельности.

Библиографический список

1. Астахова, Л.В. Библиография как научный феномен: моногр. / Л.В. Астахова. – М.: Изд-во МГУК, 1997. – 462 с.
2. Астахова, Л.В. Виртуальная образовательная среда: сущность понятия / Л.В. Астахова, Н.С. Запускалова // Сибирский педагогический журнал. – 2011. – № 12. – С. 63–69.
3. Иванов, Д.В. Императив виртуализации / Д.В. Иванов. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2002. – 211 с.
4. Ильин, В.В. Критерии научности знания / В.В. Ильин. – М.: Высш. шк., 1989. – 127 с.
5. Кузнецов, В.Г. Герменевтика и гуманитарное познание / В.Г. Кузнецов. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 192 с.
6. Романовская, Т.Б. Рациональное обоснование вненаучного / Т.Б. Романовская // Вопросы философии. – 1994. – № 9. – С. 23–36.

СИНТЕЗ СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМООБРАБОТКОЙ КОМПОЗИЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В.Н. Глухов

Рассматриваются критерии качества в виде m гиперповерхностей в $(n+1)$ -мерном пространстве параметров. Пересечение гиперповерхностей с гиперплоскостью образует область допустимых значений управляющих воздействий, в пределах которой удовлетворяются все оценки, заданные технологическими условиями.

Ключевые слова: критерии, гиперповерхность, гиперплоскость.

С учетом вероятностных характеристик параметров \vec{X} и \vec{Y} значение выходного признака \vec{y} можно записать в виде

$$\vec{Y} = Q[\vec{X}, \vec{U}, \vec{Z}, f_b], \quad (1)$$

где \vec{X} и \vec{U} – параметры сырьевого предела и настроечные, вошедшие в уравнение многофакторной модели; \vec{Z} – контролируемые параметры сырьевого предела, не вошедшие в модель вследствие их стабильности; f_b – неконтролируемые параметры сырьевого предела (наличие примесей, шероховатость зерен заполнителей и т. п.) и среды самого изделия (экзотермия вяжущего, контракция бетонной смеси и т. п.).

Задачу синтеза структуры АСУТП термообработки в общем виде представим как задачу выбора максимальной эффективности управления в условиях неопределенности

$$\begin{aligned} \sup I &\leq \omega, \\ z &\in Z, f_b \in F, \\ x_j &\in X, j = 1, \dots, m, \\ u_i &\in U, i = 1, \dots, n, \end{aligned} \quad (2)$$

где I – критерий оценки работы САУ с гибкой программой в контуре «сырье – управления – качество изделий»; ω – численное значение критерия, обусловленное технологическими требованиями z ; f_b – значения, принимаемые контролируемыми и неконтролируемыми переменными; Z, F – множество возможных воздействий, ограниченное технологическими требованиями; X_j – значение j -го параметра в подсистеме сырьевого предела; U_i – значение i -го управления для j -й реализации процесса; U – множество возможных значений управляющих воздействий.

Показатель I определяет такую структуру САУ и параметры \vec{U}^* , при которых достигается максимальный результат в подсистеме термообработки при оптимальных энергозатратах в условиях неопределенности.

Состояние подсистемы термообработки в каждой текущей ситуации можно представить n -мерным случайным вектором \vec{X} , составляющие которого являются параметры сырьевого предела и режима термообработки $\vec{X} (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n)$, а для получения изделий заданного качества при оптимальных энергозатратах необходимо, чтобы вектор \vec{X} находился в некоторой области D_i (рис. 1).

Задача синтеза САУ оптимальной структуры и состоит в том, чтобы выбрать такую структуру и такие номинальные значения параметров настройки \vec{U}^* , при которых вектор \vec{X} с большей вероятностью не вышел бы за пределы области D_i (см. рис. 1).

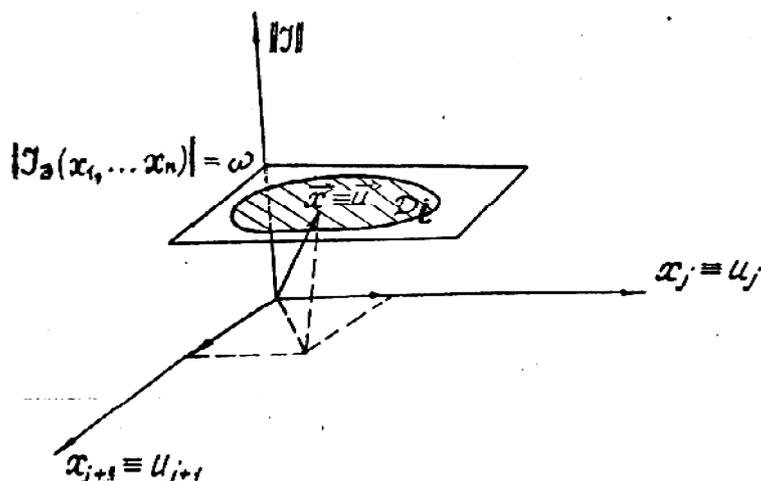


Рис. 1. Вектор \vec{U} характеризует состояние МСАР в каждой текущей ситуации; U_j, U_{j+1} – параметры настройки

При решении оптимизационной задачи управления термообработкой изделий, воспользуемся методами [1, 4].

Выбираем такое воздействие $z \in Z$, которое дает максимум ошибки управления при любом фиксированном значении входных переменных X_j сырьевого предела и любом управляющем воздействии \vec{U}

$$I_0 [z \in Z] = \max_{\vec{u} \in U} F[\delta(t)], \quad (3)$$

где $\delta(t)$ – ошибка управления; U – множество управлений \vec{U} , закладываемых в память САУ в виде уставок.

В этих условиях оптимальным решением является выбор такой струк-

туры САУ и таких настроек \vec{U}^* , которые минимизировали бы критерий J_3 при любых возможных воздействиях

$$J_3(\vec{u}^* \in U) = \min F[\delta(t)]. \quad (4)$$

Выбор решений при заданной структуре САУ [2, 3] сводится к выбору оптимальных численных значений настроечных параметров \vec{U}^* , что является настройкой САУ на оптимальный вариант работы при условии

$$\lambda = \lambda_0 + \varepsilon_\lambda x_5(i) \quad (5)$$

Значение критерия I_3 при таком экстремальном воздействии является оценкой сверху этого критерия.

Рассматривая экстремальные воздействия z , выбранные по минимаксному принципу, получаем верхнюю грань оценки работы САУ при вариации настроечных параметров \vec{U} . При этом критерий качества можно рассматривать как функцию параметров

$$\sup I_3 = f(u_1, u_2, u_3, z_p) = I_3 = f(u_1, u_2, u_3). \quad (6)$$

В этом случае область допустимой вариации параметров D_i можно представить как пересечение гиперповерхности настройки (см. рис. 1)

$$|I_3| = f(u_1, u_2, u_3), \quad (7)$$

с гиперплоскостью заданного качества изделий

$$|I_3|(x_1, \dots, x_n) = \omega. \quad (8)$$

Так как z_p представляет собой экстремальное значение воздействия со стороны сырьевого передела, то область D_i соответствует верхней грани ошибки.

В качестве оценки точности управления при применении САУ с гибкой программой [3] примем вероятность удовлетворения этой системой заданных значений критерия I_3 качества при текущих фиксированных параметрах сырьевого передела X_j

$$p(I_3 \leq \omega; t \leq T) = \beta. \quad (9)$$

Эта оценка связывает точность («грубость») САУ и может быть записана в виде

$$p(\vec{x} \in D_i, t \leq T) = \beta. \quad (10)$$

Пересечение всех гиперповерхностей

$$|I_{i3}| = f_i(x_1, \dots, x_n) \quad (11)$$

с гиперплоскостью образует область допустимых значений управлений U^* , в пределах которой равнонадежно удовлетворяются все оценки, заданные технологическими условиями, т. е.

$$D_{\text{совм}} = \bigcap_{i=1}^m D_i, \quad (12)$$

где D_i – область допустимой вариации параметров настройки САУ. С учетом (12) выражение (10) запишется:

$$p(\vec{x} \in D_{\text{совм}}, t \leq T) = \beta. \quad (13)$$

Оптимальные значения функции эффективности запишем в виде

$$I_0[\bar{x}, \bar{m}(x), \bar{\sigma}(x), t] = \sum_{i=0}^m b_i \iint \dots \int p[\bar{x}, \bar{m}(x), \bar{\sigma}(x), t] d\bar{x} dt - D[\bar{\sigma}(x)], \quad (14)$$

где $D[\bar{\sigma}(x)]$ вводит ограничение на процесс оптимизации за счет изменения дисперсии функции распределения настроечных параметров.

Экстремум функции (16) определяется из условия

$$\frac{\partial I[\bar{x}, \bar{m}(x), \bar{\sigma}(x), t]}{\partial m(x_i)} = 0, \\ \frac{\partial I[\bar{x}, \bar{m}(x), \bar{\sigma}(x), t]}{\partial \sigma(a_j)} = 0, \quad (15)$$

$$j = 1, \dots, m.$$

При решении системы уравнений (15) налагаем ограничения вида

$$p(I_i) \geq \beta_{i \text{ зад}}, \quad (16)$$

т. е. ограничивается минимальное значение вероятности выполнения критерия I_i . Таким образом, в результате решения системы уравнений (15) определяется вероятность нахождения вектора \vec{X} в текущем интервале времени в благоприятных и неблагоприятных областях.

Целью применения такого критерия является достижение минимума энергозатрат от применения САУ с гибкой программой [3] в процессах термообработки композиционных изделий.

Библиографический список

1. Горелова, Г.В. Метод оптимума номинала и его применение / Г.В. Горелова, В.В. Здор, Д.В. Свечарник. – М.: Энергия, 1970 – 200 с.
2. Глухов, В.Н. Автоматическое регулирование процессов термообработки и сушки строительных изделий / В.Н. Глухов. – Л.: Стройиздат, 1982 – 87 с.
3. Глухов, В.Н. Многопрограммный регулятор инерционных процессов на интегральных микросхемах / В.Н. Глухов // Механизация и автоматизация производства. – 1978. – № 2. – С. 37–39.
4. Оуен, Г. Теория игр: пер. с англ. / Г. Оуен. – М.: Мир, 1971. – 230 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЕЛЕНГА

И.И. Заляцкая

В статье рассмотрен алгоритм вычисления направления на источник электромагнитного радиоизлучения (ИРИ), позволяющий разрешить неоднозначность определения пеленга в широком частотном диапазоне.

Ключевые слова: фазовый пеленгатор; алгоритм вычисления пеленга.

Введение

Цифровые технологии обработки СВЧ-радиосигналов позволяют реализовать пеленгацию источника радиоизлучения (ИРИ) в широком частотном диапазоне при произвольном расположении элементов пеленгационной антенной решетки в пространстве. Это упрощает размещение таких пеленгаторов на малоразмерных объектах (самолеты, дистанционно пилотируемые летательные аппараты, ракеты и т. д. [1]) и создает предпосылки для повышения качества их функционирования.

Высокий уровень развития вычислительной техники, позволяет создавать специальное программное обеспечение для ПЭВМ, позволяющих имитировать сложные алгоритмы обработки СВЧ радиосигналов в пеленгаторах, с учетом особенностей конфигурации и параметры используемых антенных решеток, радиоприёмных устройств, алгоритмов цифровой обработки СВЧ-радиосигналов в широком диапазоне измерений их параметров (несущая частота, внутрисигнальная модуляция, длительность и частота повторения пеленгуемых радиоимпульсов) и при наличии шумов и неидеальностей каналов приёмника [2]. Таким образом, сегодня имеются широкие возможности для оптимизации и апробации алгоритмов расчета пеленга на ИРИ на этапе проектирования.

1. Постановка задачи

1.1 В пространстве действует ИРИ на длине волны λ . Направление на ИРИ задается углом $\Theta_{\text{ист}}$.

1.2 Существует пеленгационная система в виде фазо-корреляционного пеленгатора с линейным расположением элементов пеленгационной решетки. Она включает в себя [2, 3]:

- опорную антенну, диаграмма направленности которой равномерна в секторе нахождения ИРИ (рис. 1);
- N пеленгационных измерительных антенны, из диаграммы подобны диаграмме направленности опорной антенны (рис. 1).

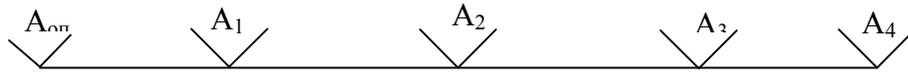


Рис. 1. Расположение элементов решетки

– пеленгационная система в процессе пеленгации ИРИ проводит измерение фазовых сдвигов между радиосигналами принимаемыми i -ой пеленгационной антенной и опорной антенной – $\varphi_i(\Theta_u, \beta_u)$, $i = \overline{1, N}$, зависящие от азимута Θ_u и угла места β_u ИРИ.

– по измеренным значениям фазовых сдвигов $\varphi_i(\Theta_u, \beta_u)$ в пеленгационной системе вычисляются значения $\Delta\varphi_{ij} = \varphi_i - \varphi_j$, $i \leq j$, $i = \overline{1, N}$, которые используется в пеленгационной системе для оценки значений – (Θ_u, β_u) .

Необходимо найти устранить неоднозначность вычисления пеленга и получить его значение с ошибкой не более, чем 3° .

2. Описание алгоритма

При проектировании широкополосных малогабаритных фазовых радиопеленгаторов возникает множество сопутствующих проблем. Невозможно подобрать базы пеленгатора так чтобы для любого значения частоты из рабочего диапазона не было неоднозначностей в определении пеленга. В этом случае, одним из решений данной задачи является использование нескольких баз при расчете пеленга на ИРИ.

Для вычисления пеленга на ИРИ воспользуемся следующей последовательностью действий.

Истинный фазовый сдвиг:

$$\varphi(\Theta) = 2\pi \frac{d}{\lambda} \sin\Theta_{\text{ист.}}$$

Измеренная разность фаз (1) будет отличаться от истинной, так как в системах ЦОИ фаза изменяется от $-\pi$ до π (вследствие чего появляется неоднозначность в определении пеленга). Кроме того, на значение измеренной разности фаз будет оказывать влияние наличие фазовой неидентичности каналов приемника:

$$\Psi_\Sigma = \varphi(\Theta) + \Delta\varphi_{\text{изм}}(k),$$

$$\varphi_{\text{изм}}(k) = \Phi(\Psi_\Sigma) = \left[\left(|\Psi_\Sigma + \pi| - E\left(\frac{|\Psi_\Sigma + \pi|}{2\pi}\right) 2\pi \right) - \pi \right] \text{sign}(\Psi_\Sigma + \pi), \quad (1)$$

где $E(x) \leq x$ – целая часть; $\Delta\varphi_{\text{изм}}(k)$ – случайная величина, фазовая неидентичность канала приемника.

Оценим $\Theta_{\text{изм}}$ по $\varphi_{\text{изм}}(k)$ и рассчитаем массив потенциальных значений пеленга на ИРИ:

$$\Theta_{\text{изм}}(k) = \arcsin\left(\frac{\lambda}{d} \frac{\varphi_{\text{изм}}(k)}{2\pi}\right) \quad (2)$$

$$B(i): |\arcsin(\sin(\Theta_{\text{изм}}(k)) + i_k \cdot \Delta\Theta_k)| \leq \Theta_m, \quad i_k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (3)$$

где $B(i)$ – образуют ряд углов, один из которых про $\Delta\varphi_{\text{изм}}(k) \equiv 0$, совпадает с истинным пеленгом источника радиоизлучения (ИРИ);

$\Delta\Theta_k$ (рад) = λ/d_k – шаг с которым следуют потенциальные пеленги;

$[-\Theta_m; \Theta_m]$ – рабочий диапазон углов пеленгатора.

Вычисление значений массива $B(i)$ начинается с самой точной и самой неоднозначной базы пеленгатора – d_1 .

По другим базам $d_2 \dots d_5$ производится отсеивание $B_1(i)$ в соответствии со следующим алгоритмом.

$$I_k(B) = \sum_{i_k \in B_k} \exp\left(-\frac{(B_1 - B_k(i))^2}{2a_k^2(\lambda)\sigma_k^2(\lambda)}\right), \quad (4)$$

где $\sigma_k = \frac{\lambda}{d} \frac{\sigma_{\text{изм}}}{2\pi}$, $\sigma_{\text{изм}}$ – СКО измерения разности фаз по k -й базе с учетом введения калибровочных поправок;

$a_k(\lambda)$ – параметр алгоритма измерения пеленга. Необходимы расчеты для оценки этого параметра для каждого значений частоты для каждой отдельной базы пеленгатора.

В полученном массиве значений $I_k(B)$ ищется максимум, выставляется порог. Все точки $B_1(k)$, в которых $I_k(B)$ не превысило порог, отбрасываются.

Отсеивание точек $B_1(k)$ происходит до тех пор, пока не останется один пеленг (это и будет считаться оценкой истинного пеленга), или пока не будут проанализированы все имеющиеся базы.

Заключение

Данный подход позволяет получить несколько преимуществ:

- истинное значение пеленга вычисляется на основе значение самой точной базы пеленгатора, что позволяет снизить СКО ошибки пеленгования и обеспечить заданные требования при СКО фазовой неидентичности каналов приемника составляющей 7° . На рис. 2 приведены результаты исследования ошибки пеленгования, при величине порогового значения 2дБ, полученные с использованием имитационной компьютерной модели [4];

- функция $I_k(B)$ вычисляется только в точках массива $B_1(k)$, что позволяет уменьшить количество вычисления по сравнению с функцией, учитывающей все значение углов рабочего диапазона;

- в зависимости от длины волны λ размер массива $B_1(k)$ будет варьироваться, таким образом время вычисления пеленга будет уменьшаться для больших длин волн.

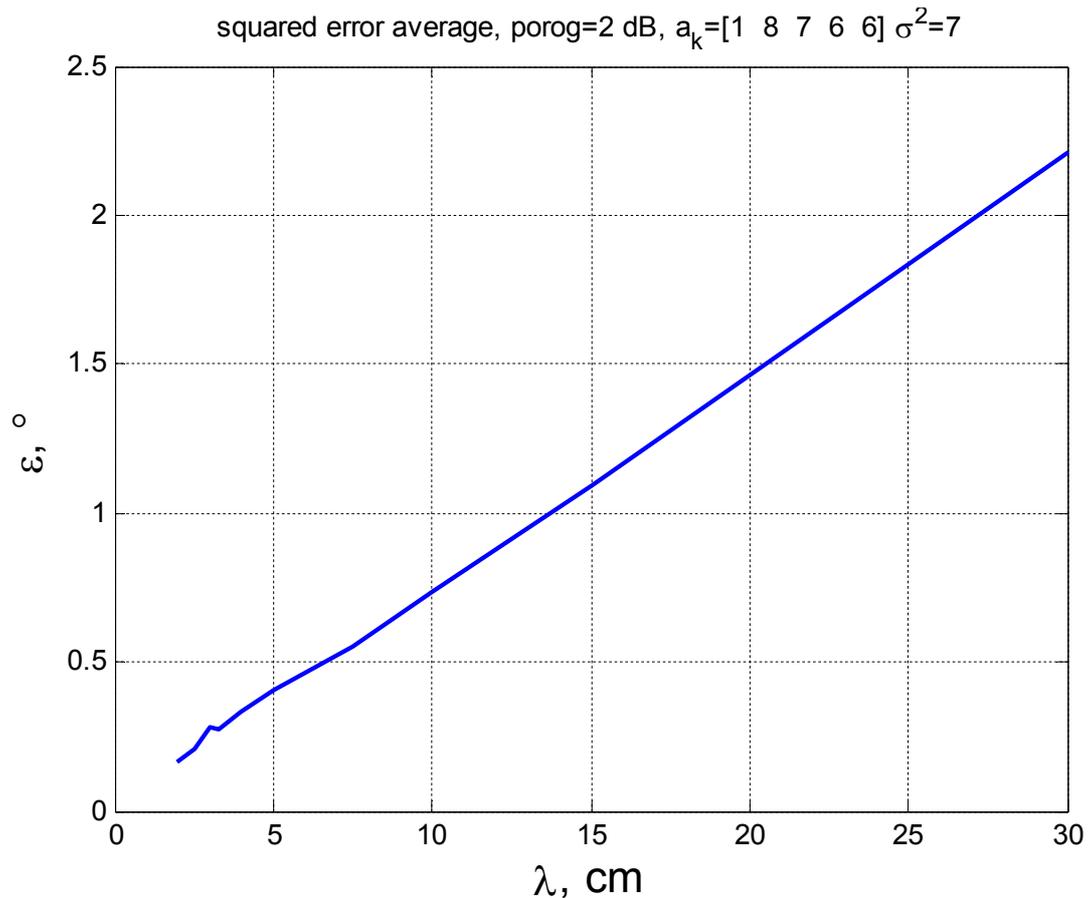


Рис. 2. Зависимость ошибки пеленгования от длины волны при фазовой неидентичности каналов 7°

Библиографический список

1. Золотарёв, И.Д. Фазовые пеленгаторы в условиях радиоэлектронной борьбы / И.Д. Золотарёв, В.А. Березовский // Омский научный вестник. – 2009. – Т. 83, № 3. – С. 264–268.
2. Рембовский, А.М. Радиомониторинг: задачи, методы и средства / А.М. Рембовский, А.В. Ашихмин, В.А. Козьмин. – М.: Горячая линия – Телеком., 2006. – 492 с.
3. Денисов, В.П. Фазовые радиопеленгаторы: моногр. / В.П. Денисов, Д.В. Дубинин. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2002. – 251 с.
4. Дьяконов, В.П. MATLAB и SIMULINK для радиоинженеров. / В.П. Дьяконов. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 976 с.

О ПРИМЕНЕНИИ ЧАСТОТНЫХ КРИТЕРИЕВ УСТОЙЧИВОСТИ К ЛИНЕЙНЫМ САУ С МНОГОСВЯЗНОЙ СТРУКТУРОЙ

Г.В. Зырянов

Рассматривается унифицированный подход к исследованию линейных систем управления с произвольно сложной структурой, содержащей в общем случае звенья запаздывания и иррациональные звенья, методами частотной области.

Введение

Исследование и обеспечение устойчивости систем управления (СУ) является первостепенной задачей их динамического анализа и синтеза. Однако решение ее для *многосвязных* и *многоконтурных* систем автоматического регулирования (МСАР) с помощью *частотных* критериев Найквиста и Михайлова [1] в их *традиционном* виде проблематично по ряду причин (приведение сложных структур к одноконтурному виду, наличие звеньев с запаздыванием и дискретных звеньев, получение характеристических полиномов и др.). Кроме того, из-за высокого порядка математических моделей МСАР, годографы Найквиста и Михайлова оказываются сложными для графического отображения в удобном для восприятия и анализа виде. Ниже рассмотрен матричный метод, позволяющий упростить компьютерное исследование устойчивости СУ с многосвязной структурой с помощью частотных критериев. При этом исходные данные для расчета берутся непосредственно со структурной схемы исследуемой системы.

Унифицированный подход к анализу устойчивости ЛДС

Рассмотрим *линейную* динамическую систему (ЛДС) в виде некоторого соединения N_1 *одномерных* непрерывных звеньев с передаточными функциями $W_i(p) = B_i(p)/A_i(p)$. Возмущенное движение такой системы при внешних воздействиях $\mathbf{f}(t) = \{f_i\}$ описывается уравнениями

$$A_i(D)y_i(t) = B_i(D)u_i(t), \quad (1)$$

$$u_i(t) = \sum_j R_{ij}y_j(t) + v_i(t); \quad i = 1 \dots N_1, \quad (2)$$

где $D = d/dt$; R_{ij} – коэффициенты *безынерционных* структурных связей; $u_i(t)$ – вход; $y_i(t)$ – выход; $v_i(t)$ – обобщенное (приведенное к входу) внешнее возмущение для i -го динамического звена: $v_i(t) = \sum_k R_{ik}^f f_k$.

Вводя векторно-матричные обозначения, запишем (1) и (2) в виде одного эквивалентного матричного уравнения

$$[\mathbf{A}(D) - \mathbf{B}(D)\mathbf{R}]y(t) = \mathbf{B}(D)v(t), \quad (3)$$

где $\mathbf{A}(D) = \text{diag}\{A_i(D)\}$; $\mathbf{B}(D) = \text{diag}\{B_i(D)\}$; $\mathbf{R} = \{R_{ij}\}$; $\mathbf{y} = \{y_i\}$; $\mathbf{v}(t) = \{v_i\} = \mathbf{R}^f \mathbf{f}(t)$.

Тогда характеристический полином ЛДС, корни которого определяют свойство устойчивости, будет иметь следующий вид:

$$d(p) = \det [\mathbf{A}(p) - \mathbf{B}(p)\mathbf{R}]. \quad (4)$$

При этом характеристический полином $d_1(p)$ для *разомкнутой* (по всем связям!) системы получается из (4) при $\mathbf{R} = \mathbf{0}$:

$$d_1(p) = \det \mathbf{A}(p) = \prod_i A_i(p). \quad (5)$$

Рассмотрим *характеристическую* матрицу (называемую также матрицей возвратных разностей) $\mathbf{H}(p) = \mathbf{E} - \mathbf{W}(p)\mathbf{R}$, где $\mathbf{W}(p)$ – диагональная матрица, составленная из передаточных функций $W_i(p)$ отдельных звеньев:

$$\mathbf{W}(p) = \text{diag}\{W_i(p)\} = \mathbf{A}^{-1}(p)\mathbf{B}(p). \quad (6)$$

Найдем выражение для определителя $N(p)$ этой матрицы:

$$\begin{aligned} N(p) &= \det \mathbf{H}(p) = \det [\mathbf{E} - \mathbf{W}(p)\mathbf{R}] = \det [\mathbf{E} - \mathbf{A}^{-1}(p)\mathbf{B}(p)\mathbf{R}] = \\ &= \det \mathbf{A}^{-1}(p) \cdot \det [\mathbf{A}(p) - \mathbf{B}(p)\mathbf{R}] = d(p)/d_1(p). \end{aligned} \quad (7)$$

Отсюда следует, что функция $N(p)$ равна отношению характеристических полиномов замкнутой и разомкнутой по всем связям ЛДС. Это создает возможность исследования устойчивости сложной системы по годографу функции $N(j\omega)$ на комплексной плоскости при изменении ω от 0 до ∞ формально так же, как это делается для одномерных одноконтурных САР.

♦ Для устойчивости ЛДС с матрицей структурных связей \mathbf{R} необходимо и достаточно, чтобы годограф функции $N(j\omega)$ охватывал начало координат комплексной плоскости в *положительном* направлении $r/2$ раз, где r – количество «правых» корней полинома $d_1(p)$ с учетом их кратности:

$$\Delta \text{Arg}_{0 \leq \omega < \infty} N(j\omega) = 2\pi \cdot r/2. \quad (8)$$

Эта формула представляет собой аналитическую форму обобщенного критерия Найквиста для ЛДС с произвольной структурой.

Поскольку, в соответствии с (5), выражение для $d_1(p)$ имеет факторизованную форму, то определение числа правых корней r не вызывает затруднений при любом количестве N_1 звеньев в составе ЛДС.

Отметим ряд полезных особенностей такого подхода к анализу устойчивости ЛДС с произвольно сложной (многосвязной) структурой:

1. Матрица связей $\mathbf{R} = \{R_{ij}\}$ составляется по структурной схеме.
2. При вычислении $N(j\omega_k)$ можно использовать не только расчетные, но и экспериментальные значения элементов матрицы $\mathbf{W}(j\omega)$ при $\omega = \omega_k$.
3. Для расчета значений $N(j\omega_k) = \det[\mathbf{E} - \mathbf{W}(j\omega_k)\mathbf{R}]$ требуется вычислять определитель комплексной матрицы, размер которой равен количеству звеньев N_1 и не зависит от порядка математической модели системы.
4. Независимо от числа звеньев N_1 , количества замкнутых контуров в структуре ЛДС и их взаимного расположения, расчет годографа функции $N(j\omega)$ и применение критерия (8) производится однократно.

5. Для устойчивой ЛДС величина $\min|N(j\omega)|$ может быть использована для *сравнительной* оценки запаса устойчивости.

6. При известном числе правых корней r у полинома $d_1(p)$ годограф функции $N(j\omega)$ и критерий (8) позволяют судить об устойчивости ЛДС без дополнительного анализа свойств управляемости и наблюдаемости.

7. При наличии m нулевых корней у полинома $d_1(p)$, годограф функции $N(j\omega)$ будет иметь разрыв непрерывности второго рода на частоте $\omega=0$ и поэтому для корректного применения критерия (8) необходимо расчетную часть годографа дополнить (в положительном направлении!) условной дугой бесконечного радиуса с угловым размером $\varphi_{\text{доп}} = m \cdot \pi/2$.

8. Для удобства применения критерия к ЛДС с многосвязной структурой можно строить график функции $\Psi(\omega) = \arg N(j\omega)$ в зависимости от $\lg \omega$, учитывая его дополнение $\varphi_{\text{доп}}$ при $\omega = 0$. Для наглядности графических построений, можно строить годограф для функции $N^*(j\omega) = N(j\omega)/|N(j\omega)|$, совпадающий с дугами *единичной окружности*, а при подсчете числа охватов им начала координат использовать график функции $\Psi(\omega)$.

9. Передаточные функции звеньев запаздывания (или упреждения) и др. можно учесть как в составе $W_i(p)$, так и в элементах матрицы связей \mathbf{R} .

10. Аналогичный подход может быть применен и к анализу устойчивости одночастотных и многочастотных дискретных МСАР [2].

♦ Второй из частотных методов исследования устойчивости основан на применении критерия Михайлова. Известно [1], что для устойчивости ЛДС n -го порядка с характеристическим полиномом $d(p)$, необходимо и достаточно, чтобы *изменение* аргумента функции Михайлова $M(j\omega) = d(j\omega)$ удовлетворяло условию:

$$\Delta \underset{0 \leq \omega < \infty}{\text{Arg}} M(j\omega) = n \cdot \pi / 2. \quad (9)$$

При расчете координат точек годографа функции $M(j\omega_k)$ знать коэффициенты полинома $d(p)$ совершенно не обязательно, а достаточно вычислять $M(j\omega_k) = \det [\mathbf{A}(j\omega_k) - \mathbf{B}(j\omega_k) \cdot \mathbf{R}]$ для ряда значений $\omega_k \in [0, \infty)$.

Если ЛДС имеет высокий порядок n , что характерно для многосвязных, многомерных и многоконтурных САУ, то применить критерий Михайлова к графику (годографу) $M(j\omega)$ затруднительно из-за неограниченного роста $|M(j\omega)|$ и большого диапазона изменения $\arg M(j\omega)$ при возрастании ω .

Для практического применения критерия (9) к сложным системам удобно строить годограф нормализованной функции $M^*(j\omega) = M(j\omega)/|M(j\omega)|$, который будет совпадать с дугами *единичной окружности*. При этом для контроля числа квадрантов необходим график функции $\Psi^*(\omega) = \arg M^*(j\omega)$, построенным в зависимости от $\lg \omega$. Метод не требует определения полинома $d(p)$ и дополнительного анализа управляемости или наблюдаемости.

◆ Если математическая модель *каждого* из N_1 динамических звеньев в составе ЛДС с матрицей их взаимосвязей \mathbf{R} задана уравнениями состояния с матричными коэффициентами $\mathbf{A}_i, \mathbf{B}_i, \mathbf{C}_i, \mathbf{D}_i$, то уравнение динамики для всей системы запишется в виде [2]

$$\frac{d}{dt} \mathbf{x}(t) = [\mathbf{A}^* + \mathbf{B}^* \mathbf{M}_1 \mathbf{R} \mathbf{C}^*] \mathbf{x} + \mathbf{B}^* \mathbf{M}_1 \mathbf{R} \mathbf{f}(t) = \mathbf{A} \mathbf{x} + \mathbf{B} \mathbf{f}(t),$$

где $\mathbf{x}(t) = \text{colon} \{x_i(t)\}$ – вектор состояния ЛДС; а матрицы $\mathbf{M}_1 = [\mathbf{E} - \mathbf{R} \mathbf{D}^*]^{-1}$; $\mathbf{A}^* = \text{diag} \{ \mathbf{A}_i \}$; $\mathbf{B}^* = \text{diag} \{ \mathbf{B}_i \}$; $\mathbf{C}^* = \text{diag} \{ \mathbf{C}_i \}$; $\mathbf{D}^* = \text{diag} \{ \mathbf{D}_i \}$; $\mathbf{A} = \mathbf{A}^* + \mathbf{B}^* \mathbf{M}_1 \mathbf{R} \mathbf{C}^*$; $\mathbf{B} = \mathbf{B}^* \mathbf{M}_1 \mathbf{R}$. Тогда полиномы $d(p)$ и $d_1(p)$ для ЛДС определяются формулами

$$d(p) = \det [p\mathbf{E} - (\mathbf{A}^* + \mathbf{B}^* \mathbf{M}_1 \mathbf{R} \mathbf{C}^*)]; \quad d_1(p) = \det [p\mathbf{E} - \mathbf{A}^*] = \prod_{i=1}^{N_1} \det(p\mathbf{E} - \mathbf{A}_i).$$

При этом, аналогично (7), определитель $N(p)$ для матрицы возвратных разностей исследуемой ЛДС определится выражением

$$N(p) = d(p)/d_1(p) = \det [p\mathbf{E} - \mathbf{A}^*]^{-1} \cdot \det [p\mathbf{E} - (\mathbf{A}^* + \mathbf{B}^* \mathbf{M}_1 \mathbf{R} \mathbf{C}^*)].$$

Далее, для применения критерия Найквиста нужно строить годограф для $N(j\omega)$, а для критерия Михайлова – годограф функции

$$M(j\omega) = \det [j\omega \mathbf{E} - (\mathbf{A}^* + \mathbf{B}^* \mathbf{M}_1 \mathbf{R} \mathbf{C}^*)]. \quad (10)$$

Заметим, что в этих случаях размер комплексных матриц, для которых вычисляются определители при задаваемых значениях $\omega = \omega_k$, будет равен уже не количеству звеньев N_1 , а порядку системы n , что может послужить причиной дополнительных вычислительных трудностей.

Библиографический список

1. Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В.А. Бесекерский, Е.П. Попов. – СПб.: Профессия, 2007. – 747 с.
2. Зырянов, Г.В. Унифицированный подход к анализу линейных динамических систем со сложной структурой / Г.В. Зырянов // Приборостроение: темат. сб. науч. тр. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. – С. 81–93.

ГЕНЕРАТОР СВЕРХШИРОКОПОЛОСНОГО ФРАКТАЛЬНОГО СИГНАЛА ДЛЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ

А.Н. Казимиров, В.Ф. Тележкин

Предложено решение актуальной задачи формирования сверхширокополосных сигналов с заданными свойствами. Получена модель генератора, сочетающего цифровой генератор фрактального сигнала и аналоговую часть, формирующую сигнал в определенном частотном диапазоне.

Ключевые слова: фрактальный сигнал, широкополосные радиосигналы, спектр с фрактальной структурой, размерность Хаусдорфа.

В настоящее время для генерирования широкополосных сигналов используются различные математические модели фрактальных и хаотических сигналов. Фрактальный сигнал является самоподобным колебанием на различных временных масштабах. Хаотический сигнал является псевдослучайным колебанием, имеющим статистические характеристики случайного процесса. При передаче сигнала по проводной линии связи класс моделей сигналов может быть существенно шире, чем при передаче по радиоканалу.

Широкополосные сигналы могут формироваться на основе хаотического сигнала, причем, используются как аналоговые, так цифровые генераторы хаоса. В настоящее время для создания хаотических сигналов используются модели на основе генератора Чуа, логистического отображения, одномерного ТЕНТ-отображения и двумерного отображения Хеннона, генератор Ван дер Поля с нелинейной обратной связью. Фрактальные сигналы могут быть получены на основе функции Вейерштрасса [1, 2].

Техника генерации хаотических и фрактальных сигналов находится в стадии становления, и инженерные решения в основном строятся на базе традиционных систем генерирования колебаний. Особое значение при этом имеет отбор существующих решений на модельном уровне и практически реализуемых устройств на существующей элементной базе, в частности на сигнальных процессорах с фиксированной точкой, используемых для формирования и анализа хаотических и фрактальных колебаний. Нашли практическое применение аналоговые генераторы хаотических сигналов, работающие в СВЧ диапазоне. В вычислительных экспериментах генерация и обработка сигналов осуществляется цифровыми методами. В реальных системах сочетаются аналоговые способы генерации и цифровые способы обработки сигналов. Дальнейшие исследования могут быть на-

правлены на создание гибридных аналого-цифровых устройств генерирования широкополосных колебаний.

Ранее был рассмотрен генератор фрактального сигнала для передачи информации в радиотехнических системах [3]. В качестве прототипа рассматривалось известное устройство генерации фрактального сигнала с заданными основными характеристиками [4] (рис. 1, 2).

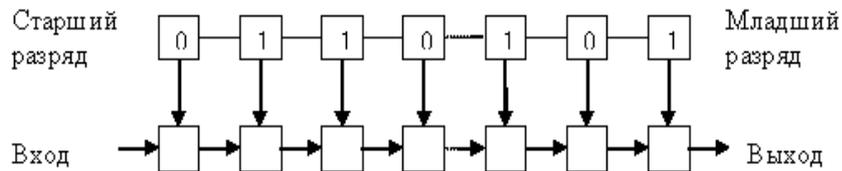


Рис. 1. Генератор фрактального сигнала

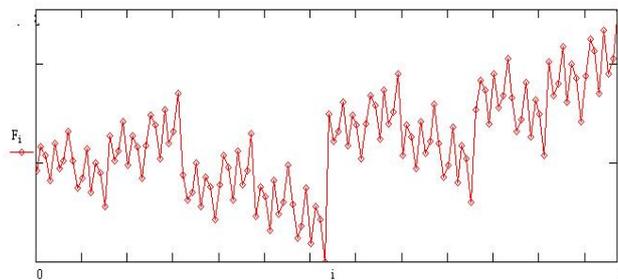


Рис. 2. Фрактальный сигнал

Это генератор фрактального сигнала с программируемыми свойствами, который содержит двоичный N – разрядный счетчик. В результате работы генератора формируется последовательность чисел с периодом повторения 2^N . Работает генератор следующим образом. Пусть каждый элемент такого счетчика связан с двухполюсником, который может находиться в двух состояниях. Если в соответствующем разряде счетчика находится «0», то на выходе двухполюсника сигнал равен $b(1 + x)$, где x – входной сигнал. Если в этом разряде находится «1», то на выходе двухполюсника сигнал равен $-a(1 + x)$. Здесь « a » и « b » некоторые регулируемые параметры. Все двухполюсники связаны в цепочку, как показано на рисунке. На вход этой цепочки подается сигнал – $x_{\text{вх}} = b/(1 - b)$. На выходе такой цепочки будет генерироваться сигнал, описываемый рекуррентным соотношением: $x_{2n} = b(1 + x_n)$, $x_{2n+1} = -a(1 + x_n)$. Здесь « n », – дискретное время, отсчитываемое счетчиком.

Описанный генератор выдает сигнал с известными характеристиками, в частности, величина размерности Хаусдорфа – D , генерируемой последовательности, вычисляется из простого соотношения: $a^D + b^D = 1$.

Такой сигнал может использоваться в проводных каналах связи.

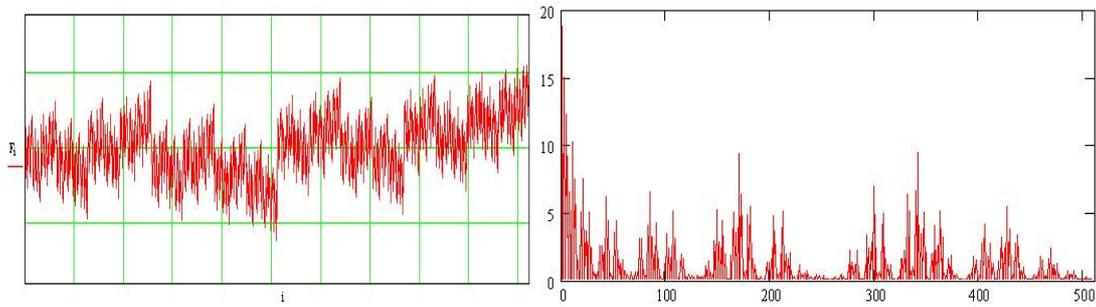


Рис. 3. Колебание на выходе фрактального генератора и его спектр

На рис. 3 показан фрагмент генерируемого сигнала и его спектр. Величины параметров: $a = 0,7$; $b = 0,8$. Значение $D = 2,436$. Видно, что спектр выходного колебания имеет фрактальную структуру.

Предлагается модифицировать данный генератор следующим образом. Значениями амплитуд выходного колебания осуществляется модуляция длительности прямоугольных импульсов. Дискретные сигналы в простом случае можно получить на основе множества Кантора. Минимальная длительность импульса определяется частотными свойствами цифровых элементов. Дискретный сигнал (фрагмент) и его спектр представлены на рис. 4. Спектры аналогового и дискретного сигналов на отдельных частотных интервалах имеют схожую фрактальную структуру.

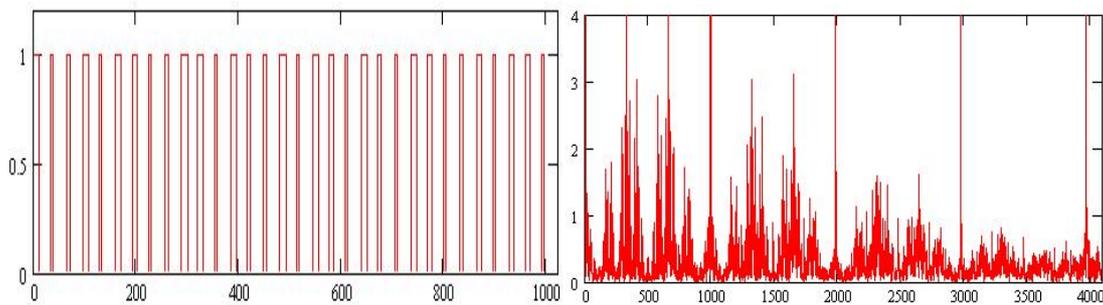


Рис. 4. Дискретный фрактальный сигнал и его спектр

Из спектра дискретного сигнала видно, что на отдельных интервалах частот образы огибающих схожи. С увеличением частоты спектр становится более равномерным. Это можно объяснить дискретностью длительностей импульсов. То есть наложением на спектр колебания шума квантования. Далее поступим следующим образом: выберем частоты на одном из интервалов, где спектр имеет фрактальную структуру и восстановим временную реализацию колебания. На рис 5 показан амплитудный спектр на выделенном частотном интервале.

Восстановленный сигнал имеет относительную полосу частот примерно 0,4 и может быть причислен к сверхширокополосным. Фрагменты временных реализаций сигналов на различных временных интервалах (в двух масштабах) показаны на рис. 6.

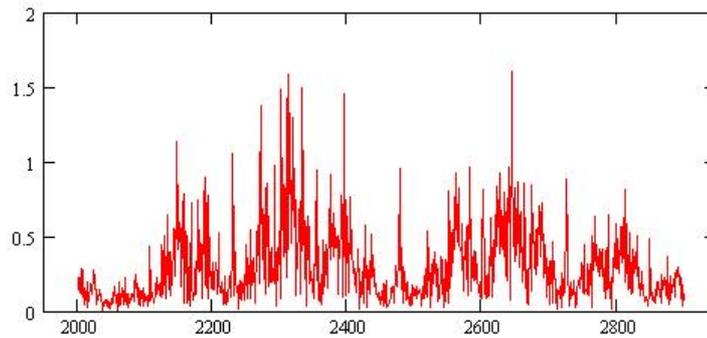


Рис. 5. Спектр фрактального сигнала в заданном диапазоне частот

Представляет интерес вычисление размерности Хаусдорфа – D , полученного сигнала.

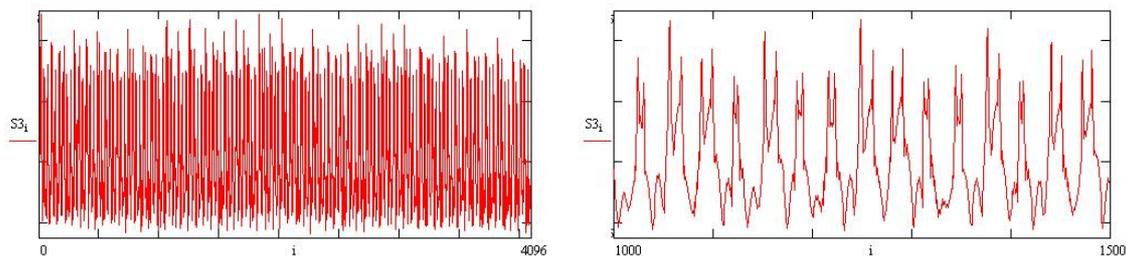


Рис. 6. Широкополосный сигнал с фрактальным спектром

Значение $D = 2,71$, что несколько выше размерности исходного сигнала. Это можно объяснить исключением энергоемких низкочастотных составляющих из спектра исходного колебания и наложением «шума» квантования дискретного сигнала.

Ввод информации производится в дискретный сигнал. Дальнейшие исследования производятся в направлении выбора способа кодирования и декодирования сообщения.

Таким образом, предложен метод получения широкополосных радиосигналов, на основе генератора фрактального сигнала, с заданными свойствами.

Библиографический список

1. Андреев, Ю.В. Сверхширокополосные сигналы для беспроводной связи / Ю.В. Андреев, А.С. Дмитриев и др. // Радиотехника. – 2008. – № 8. – С. 83–90.
2. Капранов, М.В. Сигналы с аддитивной фрактальной структурой для передачи информации / М.В. Капранов, А.В. Хандурин // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2011. – № 2. – Т. 16. – М.: Радиотехника. – С. 23–36.
3. Казимиров, А.Н. Генератор фрактальных сигналов для широкополосных радиотехнических систем передачи информации / А.Н. Казимиров, В.Ф. Тележкин // Докл. 14-й междунар. конф. «Цифровая обработка сигналов и ее применение» (DSPA-2012), Москва, 2012. – С. 253–254.
4. Кузнецов, А.П. Генератор фрактального сигнала / А.П. Кузнецов, С.П. Кузнецов // Письма в ЖТФ. – 1992. – Т. 18, вып. 24. – С. 19–21.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ШИРОКОПОЛОСНОГО ПЕЛЕНГАТОРА НА ФОНЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ШУМОВ И ПОМЕХ

А.В. Поваляев

В статье рассматривается возможность юстировки параметров широкополосного пеленгатора при воздействии на него внешних дестабилизирующих факторов. Предлагается алгоритм моделирования такого пеленгатора на ЭВМ. Предложенная модель позволяет решать задачи определения угловых координат РЭС в широком диапазоне частот при воздействии различных факторов.

Ключевые слова: идентификация, пеленгация, радиоэлектронные средства, шум, помехи.

Одной из основных задач воздушной радиотехнической разведки (РТР) является определение местоположения радиоэлектронных средств (РЭС) противника. В настоящее время в качестве носителя таких систем приобретают все большую популярность беспилотные летательные аппараты (БПЛА). Благодаря их малогабаритным характеристикам, они могут достаточно долгое время находиться на территории условного или потенциального противника [1].

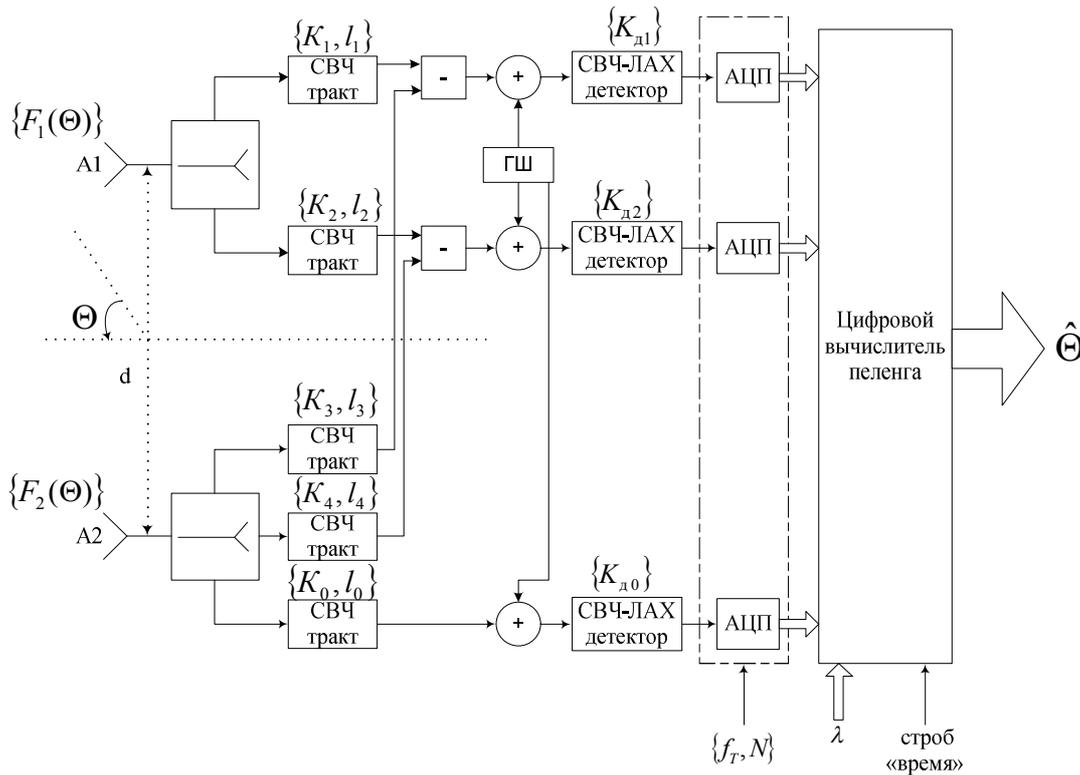
Для определения местоположения РЭС или источников радиоизлучения (ИРИ) БПЛА осуществляет несколько пролетов по исследуемой территории. В каждой точке пролета выполняется измерение угловых координат наземных РЭС. При известном положении БПЛА, на котором установлена аппаратура РТР, пеленгующая ИРИ, то решив задачу определения относительных координат, можно вычислить и географические координаты РЭС.

Процессу определения угловых координат РЭС мешают следующие факторы:

- случайные искажения радиосигнала при распространении через турбулентную среду;
- наличие шумов в измерительных трактах широкополосного пеленгатора;
- неизбежное наличие внутренних и внешних помех;
- техническое несовершенство радиоустройств.

Все эти факторы приводят к появлению флуктуационных помех и ошибок, значения которых не связаны с измеряемыми пеленгами.

На рисунке представлена структура модели широкополосного пеленгатора для проведения исследований влияния дестабилизирующих факторов на измерение угловых координат РЭС. В предложенной модели блоком «ГШ» обозначается генератор шумовых помех, воздействующих на параметры моделируемого широкополосного пеленгатора.



Структурная схема модели широкополосного пеленгатора

Влияние флуктуационных помех на входные параметры модели широкополосного пеленгатора описывается при помощи следующих выражений:

$$\begin{aligned}
 l_1 &= l_{01} + \varepsilon_{l_1} x_1(i); \\
 l_2 &= l_{02} + \varepsilon_{l_2} x_2(i); \\
 l_3 &= l_{03} + \varepsilon_{l_3} x_3(i); \\
 l_4 &= l_{04} + \varepsilon_{l_4} x_4(i),
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

где $\{l_{01}, l_{02}, l_{03}, l_{04}\}$ – массив технологических параметров пеленгатора без учета влияния шума, м;

$\{\varepsilon_{l_1}, \varepsilon_{l_2}, \varepsilon_{l_3}, \varepsilon_{l_4}\}$ – точность величин $\{l_{01}, l_{02}, l_{03}, l_{04}\}$;

$\{l_1, l_2, l_3, l_4\}$ – массив технологических параметров при воздействии шума, м.

$$\lambda = \lambda_0 + \varepsilon_{\lambda} x_5(i),
 \tag{3}$$

где λ_0 – величина длины волны источника радиоизлучения, м;

ε_{λ} – точность величины λ ;

λ – величина длины волны источника радиоизлучения при влиянии шума, м.

Влияние помех на внутренние параметры модели широкополосного пеленгатора описывается следующими выражениями:

– влияние помех на коэффициенты передачи СВЧ-трактов пеленгатора:

$$\begin{aligned} K_1(\lambda) &= K_{01}(\lambda) \cdot 10^{0,1\varepsilon_k \cdot x_6(i)}; \\ K_2(\lambda) &= K_{02}(\lambda) \cdot 10^{0,1\varepsilon_k \cdot x_7(i)}; \\ K_3(\lambda) &= K_{03}(\lambda) \cdot 10^{0,1\varepsilon_k \cdot x_8(i)}; \\ K_4(\lambda) &= K_{04}(\lambda) \cdot 10^{0,1\varepsilon_k \cdot x_9(i)}, \end{aligned} \quad (4)$$

где $K_{01}(\lambda) \dots K_{04}(\lambda)$ – коэффициенты передачи без учета влияния шума;

ε_k – точность коэффициентов передачи.

– влияние помех на коэффициенты передачи СВЧ-детекторов:

$$\begin{aligned} K_{d1}(\lambda) &= K_{d01}(\lambda) \cdot 10^{0,1\varepsilon_{kd} \cdot x_{10}(i)}; \\ K_{d2}(\lambda) &= K_{d02}(\lambda) \cdot 10^{0,1\varepsilon_{kd} \cdot x_{11}(i)}, \end{aligned} \quad (5)$$

где $K_{d01}(\lambda) \dots K_{d02}(\lambda)$ – коэффициенты передачи СВЧ-детекторов без учета влияния шума;

ε_{kd} – точность коэффициентов передачи СВЧ-детекторов.

Массивы $x_1(i), x_2(i), \dots, x_{11}(i)$ описывают гауссовскую случайную величину с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией.

Вектор входных данных включает в себя: сектор истинных значений пеленга на источник радиоизлучений $\Theta_0 \in \left(-\frac{\pi}{3}; \frac{\pi}{3}\right)$, рабочую длину волны источника радиоизлучений λ , разнос антенн пеленгатора (база пеленгации) d , вектор технологических параметров исследуемого пеленгатора $\vec{l} = \{l_1, l_2, l_3, l_4\}$, вектор, описывающий диаграмму направленности антенн пеленгатора $\vec{F} = \{F_1(\Theta), F_2(\Theta)\}$, вектор, описывающий коэффициенты передачи СВЧ-трактов пеленгатора $\vec{K} = \{K_{01}(\lambda), K_{02}(\lambda), K_{03}(\lambda), K_{04}(\lambda)\}$.

Если выбирается сценарий моделирования с учетом влияния флуктуационных помех на параметры имитационной модели пеленгатора, то необходимо задать вектор ошибок $\vec{E} = \{\varepsilon_d, \varepsilon_l, \varepsilon_K, \varepsilon_{Kd}\}$, $i = \{1, 2, 3, 4\}$.

Цифровой вычислитель пеленга на основе полученного дескриптора дискретных значений $U = \{u_1(kT), u_2(kT), u_0(kT)\}$, который после дискретизации по времени и квантования по уровню используется для вычисления оценки пеленга. Результатом работы этого блока являются массивы промежуточных значений $\left\{R_1(i), R_2(i), r_1(i), r_2(i), \hat{\Theta}(i)\right\}$, $i = \overline{1, N}$.

Процедура моделирования широкополосного пеленгатора завершается выводом графических зависимостей оценки пеленга от различных параметров:

– графическая зависимость вычисленной величины пеленга от истинного значения пеленга и разных значений длины волны источника радиоиз-

лучения $Y_1 = f(\Theta_0, \lambda_i), i = \overline{1, N}$;

– графическая зависимость ошибки оценки пеленга от вычисленной величины пеленга при различных значениях длины волны источника радио-

излучения $Y_2 = f(\Delta\Theta, \lambda_i), i = \overline{1, N}$;

– графическая зависимость вычисленной величины пеленга от вектора дестабилизирующих факторов $Y_3 = f(\Theta, \vec{\xi})$. Вектор $\vec{\xi}$ содержит информацию о таких факторах, как ошибки, обусловленные шумами квантования дескриптора U , ошибки выбора расстояния разноса антенн пеленгатора, ошибки, обусловленные несовершенством СВЧ-трактов пеленгатора и др.

Выводы

1. Полученную имитационную модель широкополосного пеленгатора удобно использовать при выборе параметров пеленгаторов путем оперативного моделирования их пеленгационных характеристик для исключения ложных пеленгов, формирования требований к параметрам устройств пеленгатора.

2. Использование имитационного моделирования позволяет уменьшить затраты на проведение НИОКР.

Библиографический список

1. Евграфов, В. Перспективы использования зарубежными вооруженными силами беспилотных летательных аппаратов для решения задач РЭБ / В. Евграфов // Зарубежное военное обозрение. – 2009. – № 10. – С. 53–58.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ РАССТОЯНИЙ РАДИОДАЛЬНОМЕРОМ С ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ЗОНДИРУЮЩЕГО СИГНАЛА

С.В. Поваляев

Рассмотрена классификация факторов, влияющих на точность частотного радиодальномера при измерении малых расстояний. Выделены и проанализированы факторы, оказывающие доминирующее влияние на получение высокой точности измерения малых расстояний.

Ключевые слова: малые расстояния, радиодальномер, частотная модуляция, методическая погрешность, мешающие отражатели, нелинейность модуляционной характеристики передатчика

В настоящее время в различных отраслях промышленности для контроля и управления технологическими процессами широко применяются измерители малых расстояний, построенные на базе радиодальномера с непрерывным излучением частотно-модулированных сигналов.

Простота и физическая прозрачность всех этапов обработки сигнала в частотном радиодальномере нередко исключают необходимость какого-либо дополнительного исследования [1]. Однако в этой простоте как раз и кроются причины, ограничивающие высокую точность измерения расстояния. Поэтому необходимо выделить и рассмотреть факторы, которые не важны при достаточно грубых измерениях, но приобретают существенное значение при измерении малых расстояний с высокой точностью.

На основе анализа литературных источников можно выделить три группы факторов:

- факторы, обусловленные эффектом «дискретности» измерения расстояния и наличием помех в принимаемом сигнале (методическая погрешность, отношение сигнал/шум);
- факторы, обусловленные «неидеальностью» формирователя зондирующего радиосигнала (расстройка несущей частоты, расстройка девиации частоты, нелинейность модуляционной характеристики передатчика, паразитная амплитудная модуляция);
- факторы, обусловленные переотражением зондирующего радиосигнала от объекта исследования и мешающих отражателей (наличие мешающих отражателей в рабочей зоне измерителя, многократные переотражения зондирующего радиосигнала от объекта исследования).

Рассмотрим влияние указанных факторов на погрешность измерения радиолокационного измерителя малых расстояний.

1. Факторы, обусловленные эффектом «дискретности» измерения расстояния и наличием помех в принимаемом сигнале.

Известно, что всем методам измерения разностной частоты присуща некоторая постоянная погрешность, называемая методической ошибкой дискретности (или просто методической погрешностью), которая обусловлена периодичностью закона модуляции частоты [1].

При счетном методе измерения разностной частоты результат расчета дальности монотонно ступенчато нарастает при увеличении расстояния на величину, кратную ошибке дискретности. Характерные значения методической погрешности для счетного метода составляют единицы сантиметров.

При спектральном методе измерения разностной частоты максимум основного лепестка спектра, соответствующий разностной частоте, в общем случае не совпадает ни с одной спектральной составляющей. Поэтому максимальной будет спектральная составляющая, которая ближе всего расположена к максимуму основного лепестка спектра. При плавном изменении расстояния положение максимальной спектральной составляющей будет изменяться дискретно, а соответствующее расстояние будет также изменяться дискретно. Методическая погрешность спектрального метода измерения разностной частоты достигает 5 мм и менее [1].

Другой причиной возникновения погрешности измерения расстояния является наличие помех в принимаемом сигнале, основными источниками которых являются шумы, возникающие в первых каскадах приемника. При проектировании прецизионных систем измерения малых расстояний стараются обеспечить достаточно большое отношение сигнал/шум. Исследования [2] показывают, что среднеквадратическая ошибка измерения дальности убывает с ростом отношения сигнал/шум. При отношениях сигнал/шум 65–70 дБ, которые характерны на практике, среднеквадратическая ошибка составляет доли миллиметра.

2. Факторы, обусловленные «неидеальностью» формирователя зондирующего радиосигнала.

Когда речь идет об измерении малых расстояний с высокой точностью необходимо учитывать нестабильность параметров формирователя зондирующего радиосигнала, таких как расстройка несущей частоты, расстройка девиации частоты, нелинейность модуляционной характеристики передатчика, паразитная амплитудная модуляция.

Расстройки несущей частоты и девиации частоты передатчика являются следствием несовершенства СВЧ генераторов. Влияние данных факторов на погрешность измерения малых расстояний исследовано в работе [3]. Проведенные исследования показывают, что погрешность измерения расстояния прямо пропорциональна отклонению несущей частоты. На практике стабильность несущей частоты составляет величину порядка единиц килогерц, при этом погрешность измерения расстояния составляет не-

сколько тысячных долей миллиметра. Зависимость погрешности измерения расстояния от величины расстройки девиации частоты носит ступенчатый характер.

Существенной причиной возникновения погрешности измерения расстояния является нелинейность модуляционной характеристики СВЧ генератора. Современным СВЧ генераторам основаны на принципе варакторной перестройки частоты. Таким генераторам принципиально присуща нелинейность модуляционной характеристики, поэтому точно установить нужное значение частоты достаточно сложно [2]. Кроме того, под действием внешних дестабилизирующих факторов (изменение температуры, давления) нелинейность модуляционной характеристики изменяется, что приводит к дополнительному изменению частоты СВЧ генератора. Такие изменения носят гистерезисный характер и индивидуальны для каждого радиолокационного измерителя, поэтому учесть их достаточно сложно. Отсюда следует, что отклонение закона изменения частоты от линейного приводит к существенному возрастанию погрешности измерения дальности.

Частотная модуляция СВЧ колебаний при работе частотного дальномера сопровождается паразитной амплитудной модуляцией [1, 3]. Наибольшее влияние оказывает амплитуда низших гармоник. Если эта амплитуда окажется существенно больше амплитуды разностной частоты, то радиодальномер будет фиксировать частоту этих гармоник вне зависимости от величины расстояния до отражающей поверхности. Поэтому паразитная амплитудная модуляция зондирующего сигнала может нарушить работу частотного дальномера, особенно при измерении предельных расстояний, когда амплитуда отраженного сигнала относительно невелика.

3. Факторы, обусловленные многократным переотражением зондирующего радиосигнала от объекта исследования и мешающих отражателей.

Во многих случаях измерение малых расстояний производится в сложной помеховой обстановке, при наличии различного рода мешающих отражателей. При этом наблюдается множество переотражений от этих элементов. Рассмотрим влияние мешающих отражений на точность измерения расстояния применительно к задаче измерения уровня заполнения технологических резервуаров жидкими веществами.

Для мешающих отражений, возникающих от элементов конструкции резервуара (лестниц, балок жесткости резервуара, троссов) характерным является то, что они обычно имеют меньшую интенсивность, чем полезный сигнал [3]. Отражения, возникающие от дна резервуара приводят к тому, что их интенсивность при приближении уровня вещества ко дну резервуара, может превышать интенсивность полезного сигнала. Мешающие отражения, возникающие вследствие многократных переотражений зондирующего радиосигнала от поверхности материала имеют относительно малую интенсивность излучения.

Результаты исследования влияния мешающих отражателей на погрешность измерения расстояния до поверхности жидкости в резервуаре, приведенные в работе [3], позволяют заключить, что наличие мешающего отражателя приводит к существенному увеличению погрешности измерения расстояния. Максимальная погрешность составляет десятки сантиметров, причем ее величина значительна на достаточно продолжительном участке при удалении уровня жидкости от дна.

Таким образом, на получение высокой точности измерения малых расстояний частотным радиодальномером существенное влияние оказывают четыре фактора: методическая погрешность алгоритма измерения разностной частоты, величина расстройки девиации частоты, нелинейность модуляционной характеристики СВЧ-генератора и наличие мешающих отражателей в рабочей зоне радиолокационного дальномера. Данные факторы играют решающую роль на пути достижения высокой точности измерения малых расстояний радиолокационными методами и должны соответствующим образом учитываться при разработке прецизионных измерительных систем.

Библиографический список

1. Прецизионные промышленные системы ЧМ-радиолокации ближнего действия. Методическая погрешность измерения и ее минимизация / Б.А. Атаянц, В.В. Езерский, С.М. Смольский, Б.И. Шахтарин // Успехи современной радиоэлектроники. – 2008. – № 2. – С. 3–23.

2. Проблема шумов и нелинейности модуляционной характеристики передатчика в прецизионных промышленных системах ближней частотной радиолокации / Б.А. Атаянц, В.В. Езерский, С.М. Смольский, Б.И. Шахтарин // Успехи современной радиоэлектроники. – 2008. – № 3. – С. 3–29.

3. Багдадюлян, А.А. Алгоритмы оценки частоты сигнала биений на основе методов параметрического спектрального анализа для дальномеров с частотной модуляцией зондирующего сигнала: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.А. Багдадюлян. – Рязань, 2007. – 20 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ХЕШ-ФУНКЦИИ В МОБИЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

И.И. Прокопов

Рассмотрены способы получения телеметрических данных с беспилотных мобильных систем, а также передача им команд управления по защищённому каналу связи. При этом решаются задачи разработки и проверки устойчивости к взлому алгоритмов шифрования передаваемых сообщений с использованием криптографических хеш-функций.

Ключевые слова: беспилотные аппараты, шифрование данных, хеш-функция, информация, связь, криптография.

Введение

Распространение беспилотных аппаратов в мире в последние десятилетия идёт очень высокими темпами [1]. При этом необходимо обеспечить высокий уровень защищённости линий связи с беспилотниками, а также высокую степень криптографической стойкости самой информации, получаемый аппаратом и отправляемой с него потребителям, во избежание перехвата тактической информации противником, или перехвата управления самого БПЛА.

Хеш-функции и шифрование данных

Одним из способов реализации защищённости передаваемых сообщений является шифрование хеш-функциями. Криптографические хеш-функции [2, 3] отличаются от стандартных наличием дополнительных требований к ним. Во-первых, это необратимость или стойкость к восстановлению прообраза, т. е. для заданного значения хеш-функции m должно быть вычислительно невозможно найти блок данных x , для которого $h(x) = m$. Во-вторых, это стойкость коллизиям первого рода, т. е. для заданного сообщения x должно быть вычислительно невозможно подобрать другое сообщение $x', x \neq x'$, для которого $h(x) = h(x')$. И, в-третьих, это стойкость к коллизиям второго рода, т. е. должно быть вычислительно невозможно подобрать пару сообщений (x, x') , имеющих одинаковый хеш.

Следует отметить, что не доказано существование необратимых хеш-функций, для которых вычисление какого-либо прообраза заданного значения хеш-функции теоретически невозможно. Обычно нахождение обратного значения является лишь вычислительно сложной задачей. Однако, в дальнейшем мы будем считать, что наименее затратным способом взлома хеша, т. е. получения по известному хешу соответствующего исходного сообщения, является полный перебор области определения хеш-функции.

Модель системы передачи зашифрованных данных

Рассмотрим систему связи, состоящую из приемника и передатчика, в которой передатчик осуществляет хеширование данных, предназначенных для передачи, и передачу в канал связи только хешей исходных данных (рис. 1).

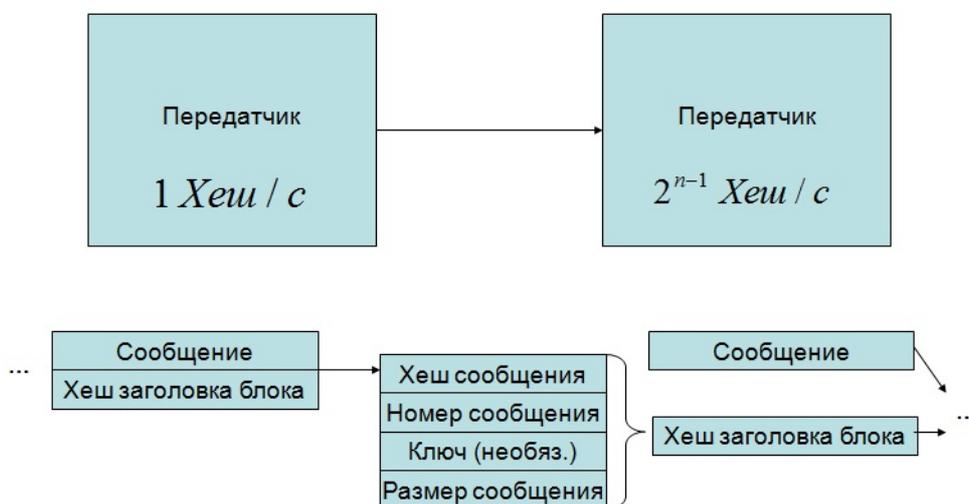


Рис. 1. Модель системы передачи данных и формирования сообщения

Таким образом, приемник обязан взломать полученные хеши наименее затратным методом (для простоты рассматривается метод полного перебора). Вполне очевидно, что для передачи данных в реальном времени приемник должен многократно превосходить передатчик по вычислительной мощности, т. е. рассматриваемая система является очень несимметричной с точки зрения быстродействия и энергопотребления приемника и передатчика и при ограничении на габариты или энергопотребление передатчика, по сути, является односторонней.

Проверка скорости хеширования

Для проверки была написана программа, заменяющая случайные данные их хешами, а потом взламывающая их [4]. После этого выполняется сравнение данных, полученных в результате вскрытия хеша и исходных данных. В данный момент в качестве хеш-функций используются алгоритмы CRC и MD5. Группа алгоритмов CRC не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к криптографическим хеш-функциям, и была использована ввиду простоты их реализации и высокому быстродействию. В программе используются блоки данных размером 4 байта, таким образом, в худшем случае для взлома одного блока потребуется 2^{32} операций хеширования. При условии, что передаваемые данные являются случайными с равномерным распределением, в среднем для взлома блока такого размера потребуется 2^{31} операций хеширования. Учитывая, что передатчику для шифрования сообщения достаточно выполнить ровно одну операцию хе-

ширования, для работы в режиме реального времени приемник обязан быть минимум в 2^{31} раз более быстродействующим. В настоящее время программа выполняется на центральном процессоре, однако, в будущем планируется использовать технологии GPGPU [5], одной из которых является OpenCL [6], которая позволяет использовать для расчетов видеоплаты персональных компьютеров (рис. 2).

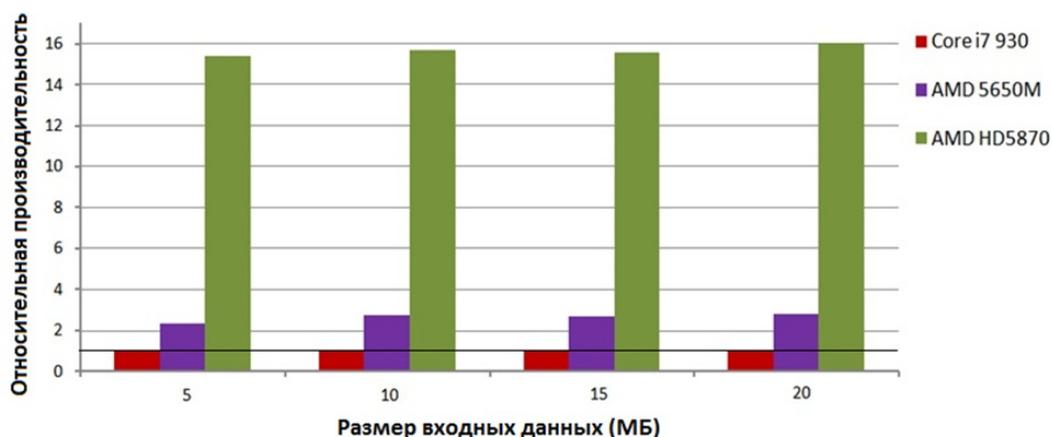


Рис. 2. Относительная производительность ЦП и видеокарт

Для современных видеокарт скорость вычисления хеш-функций на них в десятки и сотни раз выше, чем на центральном процессоре. Например, скорость вычисления хеша SHA-256 на современных видеокартах среднего ценового диапазона достигает 300-700 МХеш/с, в то время как на центральном процессоре не более 5-6 МХеш/с (рис. 3).

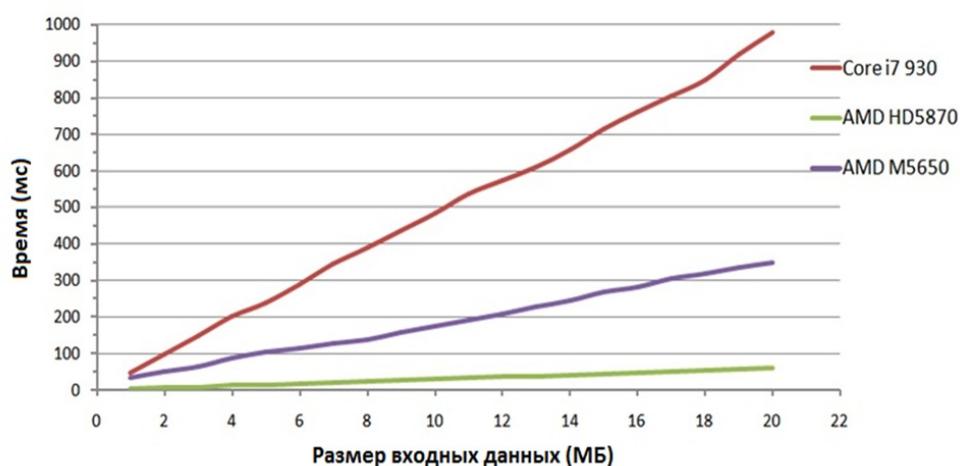


Рис. 3. Время вычисления хеша с помощью ЦП и видеокарт

Время расчета хешей на процессоре Intel Core i7 930, являющимся весьма быстрым бытовым процессором на сегодняшний день, тем не менее больше, чем даже на не самой быстрой видеокарте AMD M5650, предназначенной для использования в ноутбуках.

Как видно из рисунков, при одном и том же объёме данных время на вычисление хеша центральным процессором будет значительно превышать скорость счёта с помощью видеокарты. С ростом объёма данных разница в скорости вычисления будет значительно увеличиваться.

Помимо обычных видеокарт, используемых для ускорения обработки графической информации, выпускаются специализированные видеокарты, заточенные под выполнение математических расчетов, например видеоплаты Tesla, производимые фирмой Nvidia [6].

Выводы

Рассмотренная модель канала связи показывает, что обеспечение защищенности получаемых с БПЛА данных зависит главным образом от вычислительной мощности приемного устройства. Рассмотрена возможность использования для вычисления хешей современных видеокарт: как обычных бытовых, так и специализированных. Целесообразным представляется использование предлагаемого метода для передачи данных телеметрии летательных аппаратов, данных с искусственных спутников Земли и других объектов. Для построения законченной модели системы следует провести анализ влияния помех различного вида, возникающих в реальных условиях на качество передачи данных, кодированных различными алгоритмами и передаваемых с использованием различных видов модуляции сигналов.

Библиографический список

1. Павлушенко, М. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития / М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко. – М.: Права человека, 2005.
2. Ростовцев, А.Г. Теоретическая криптография / А.Г. Ростовцев, Е.Б. Маховенко. – СПб.: НПО «Профессионал», 2004.
3. Рябко, Б.Я. Основы современной криптографии для специалистов в информационных технологиях / Б.Я. Рябко, А.Н. Фионов. – М.: Научный мир, 2004.
4. Панасенко, С.П. Алгоритмы шифрования. Специальный справочник / С.П. Панасенко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 576 с.
5. *Advanced Micro Devices, Inc.* Bulk Encryption on GPUs. – <http://developer.amd.com/documentation/articles/pages/BulkEncryptiononGPUs.aspx>
6. NVIDIA Corporation. Высокпроизводительные вычисления. – <http://www.nvidia.ru/object/tesla-high-performance-computing-ru.html>

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДОБЫЧЕЙ НЕФТИ УСТАНОВКАМИ С ГЛУБИННЫМИ ШТАНГОВЫМИ НАСОСАМИ

В.Б. Садов

В статье описан подход к автоматическому управлению добычей нефти из скважин с глубинными штанговыми насосами. Приведены данные по моделированию процесса управления.

Ключевые слова: добыча нефти, штанговые глубинные насосы, автоматическое управление.

Основной целью разработки системы управления процессом добычи нефти заключаются в снижении себестоимости единицы продукции. В современных условиях, когда растет стоимость энергоресурсов и рабочей силы, важным является разработка способов автоматического управления процессом нефтедобычи.

С точки зрения управления приводом штангового глубинного насоса (ШГН) есть следующие величины, характеризующие результаты нефтедобычи и ее процесс:

1. Дебит скважины q .
2. Давления в устьевой и затрубной полостях P_y, P_3 .
3. Количество двойных ходов механизма в минуту n .
4. Закон движения полированного штока $U(t)$.
5. Усилия на полированном штоке мгновенные P , максимальные и минимальные, средние по фазам движения.
6. Уровень жидкости в скважине H_1 .

Также мы можем анализировать данные по усилиям на полированном штоке на периоде движения полированного штока (динамограмму).

В качестве управляющих воздействий можно использовать 2, 3, 4. Основная величина, характеризующая результат нефтедобычи – дебит – есть величина либо расчетная (например, полученная с использованием данных динамограммы [1]), либо получаемая на основе информации с датчиков, находящихся вне контура управления приводом глубинного штангового насоса (например, расходомеров в отводных магистралях).

Обычно для автоматического управления установкой ШГН используются данные по текущему дебиту и данные динамограмм, также косвенно оценивающие текущий дебит скважины. Управление обычно осуществляется только путем изменения количества двойных ходов. В процессе нефтедобычи при обычных условиях работы насоса и насосной установки вид динамограммы является нормальным (без дефектов). В случае, когда коли-

чество двойных ходов становится большим, то на динамограмме появляются признаки недостаточности притока жидкости в скважину [2].

Предлагается для управления использовать критерий, включающий составляющие дебита, расходов на электроэнергию и расходов на обслуживание глубинного оборудования и привода штангового насоса:

$$G = q - k_1(n + \alpha n^2) - k_2n,$$

где q – оценка величины текущего дебита в единицу времени,

$$M = k_1(n + \alpha n^2) - \text{расходы на электроэнергию в единицу времени,}$$

$D = k_2n$ – расходы на обслуживание глубинного оборудования и привода штангового насоса в пересчете на единицу времени.

Постоянные величины k_1, k_2, α можно получить на основе экспертных оценок. Они могут меняться в зависимости от цены на нефть (цены добычи нефти), цены на электроэнергию, цены и стоимости обслуживания глубинного оборудования и насосной установки.

Оптимальный режим управления достигается при максимуме этого критерия. При определении оптимального количества двойных ходов n необходимо учитывать ограничения типа $n_{\min} < n < n_{\max}$, так как определенное значение может выходить за технологические рамки конкретной скважины.

В ходе управления необходимо также анализировать состояние скважинного оборудования, например, в контроллере системы управления. Появление, например, четких признаков недостатка притока жидкости в скважину будет говорить о необходимости уменьшить количество двойных ходов, так как такое его значение может быть нерационально.

Задача, таким образом, свелась к синтезу методов поиска максимума критерия G . Для этой цели можно использовать классические методы поиска экстремума функции [3].

На рис. 1 и 2 приведены результаты поиска экстремума целевой функции для скважины, полученные в результате просчета модели с ограничением притока жидкости в скважину [4]. При этом использовался метод деления интервала неопределенности пополам (в нашем случае менялся шаг изменения количества двойных ходов). На рисунках сверху идет график значений критерия G , а снизу – график поведения количества двойных ходов. Количество шагов алгоритма при достижении заданной точности (менее 0,1 двойного хода в минуту) составляло до 15, что по времени реальной настройки с учетом законченности переходных процессов составляет до 30 минут, и является вполне приемлемым. Данный алгоритм должен повторяться с некоторым шагом по времени (несколько часов или даже суток), так как сами переходные процессы в скважинах заканчиваются часто через несколько часов [1].

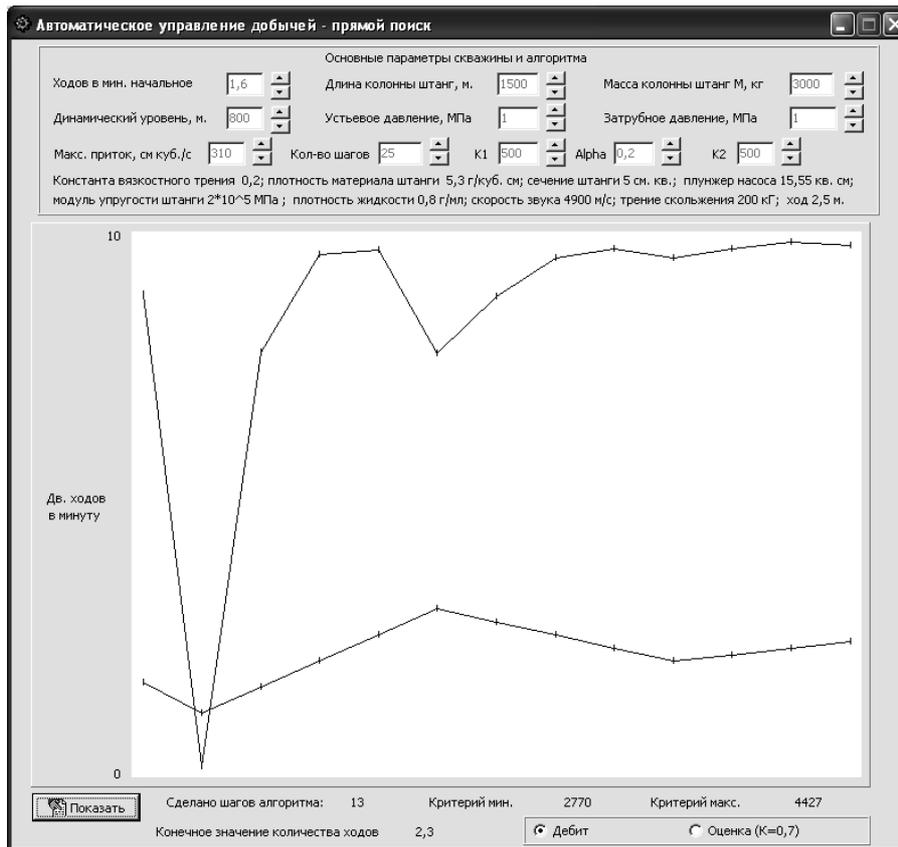


Рис. 1. Процесс изменения количества двойных ходов при оптимизации

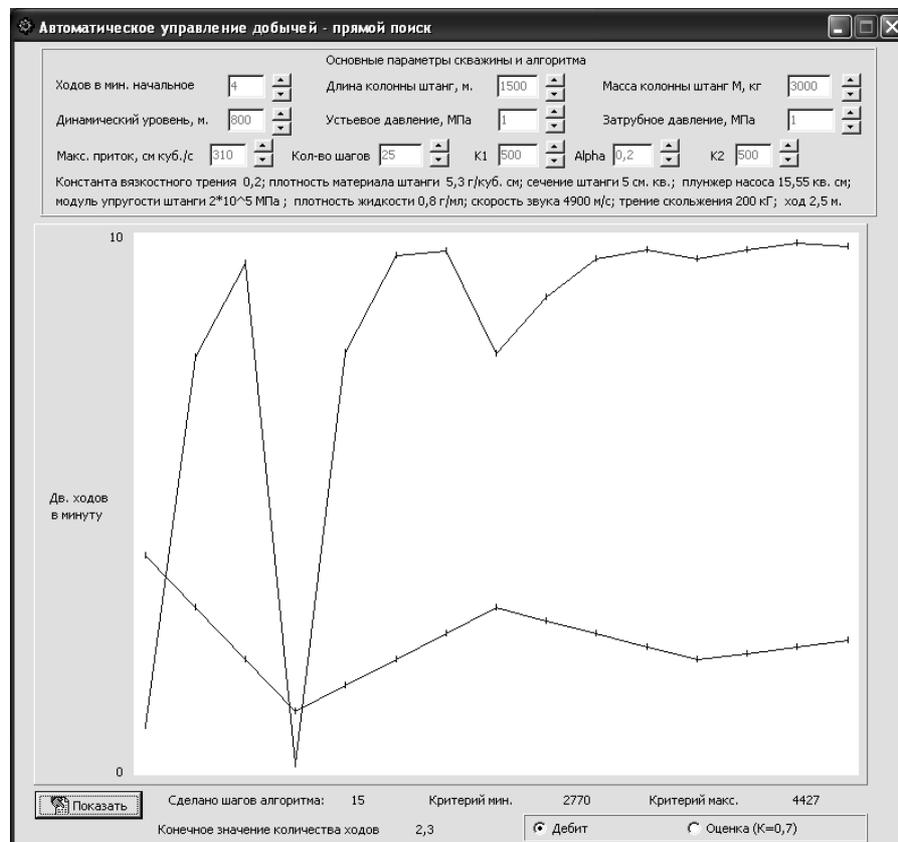


Рис. 2. Процесс изменения количества двойных ходов при оптимизации

Вообще, при синтезе алгоритма поиска экстремума функции подобного типа можно использовать различные методы, которые могут давать и лучшие результаты, чем приведенные на рис. 1 и 2. Есть смысл при управлении использовать методы, которые используют (в отличие от методов простого поиска экстремума функции) модель системы скважина – насосная установка. Автор использовал для оптимизации работы скважины управление с прогнозированием [5, 6], где в процессе настройки определялись параметры линейной модели. Такой подход при моделировании иногда давал сокращение количества шагов алгоритма при той же точности по сравнению с приведенными на рис. 1 и 2 результатами. Это позволяло несколько сократить время получения оптимального количества двойных ходов.

Библиографический список

1. Садов, В.Б. Оценка параметров нефтедобычи и управление насосной установкой с использованием динамограмм / В.Б. Садов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2013. – Т. 13, № 2. – С. 33–41.
2. Зубаиров, И.Ф. Интеллектуальная скважина – повышение эффективности механизированной добычи / И.Ф. Зубаиров // Инженерная практика. – 2011. – № 5. – С. 84–89.
3. Самарский, А.А. Введение в численные методы / А.А. Самарский. – М.: Наука, 1982. – 269 с.
4. Садов, В.Б. Моделирование динамограмм с различными дефектами оборудования нефтяной скважины / В.Б. Садов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2013. – Т. 13, № 1. – С.16–25.
5. Домбровский, В.В. Управление с прогнозированием системами с марковскими скачками и мультипликативными шумами при ограничениях. // В.В. Домбровский, Т.Ю. Обьедко / Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2010. – № 3 (12). – С. 5–11.
6. Шестаков, А.Л. Распределенные интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими процессами: учеб. пособие / А.Л. Шестаков, М.Н. Бизяев, И.В. Саинский. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 495 с.

РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

А.А. Басалаев

В статье рассматривается подход к построению распределенной имитационной модели централизованной системы теплоснабжения зданий с использованием ЭВМ в среде имитационного моделирования *VisSim*. Представленный подход основан на разделении модели на взаимосвязанные подсистемы, моделирование которых может производиться на узлах вычислительной сети одновременно. Представленные результаты моделирования подтверждают увеличение скорости расчёта модели при разделении её на подсистемы с использованием рассматриваемого подхода.

Введение

Сегодня для управления большими сложными системами все чаще используются имитационные модели. Такие модели зачастую представляют собой сложные системы нелинейных уравнений с большим количеством неизвестных. Поскольку вычислительных мощностей процессоров отдельных ЭВМ уже недостаточно для обеспечения процесса расчета таких систем, разработка методов распределенных и параллельных вычислений становится все более актуальной. При этом развиваются преимущественно два направления распределенного имитационного моделирования:

1. Разработка решателей систем нелинейных уравнений, позволяющих распределить сам процесс решения единой сложной системы уравнений между ЭВМ.

2. Разработка методов модификации моделей, направленная на изменение структуры и параметров модели таким образом, чтобы ее было возможно рассчитывать параллельно на нескольких ЭВМ.

В рамках первого направления актуальными и перспективными задачами являются разработка методов распараллеливания неявных решателей, используемых для решения систем нелинейных и дифференциальных уравнений [1, 2]. Однако, в наиболее распространенных средах (*VisSim*, *Matlab Simulink*) все еще отсутствуют инструменты, позволяющие распараллелить процесс решения системы уравнений модели, составленной в виде пользовательской блок-схемы. Ввиду этого, достаточное внимание уделяется и второму направлению.

При модификации моделей одним из наиболее распространенных методов распределения вычислений является разделение на подсистемы [3]. Этот метод не зависит от решателя, используемого той или иной средой моделирования. А моделирование подсистем в отдельных процессах рас-

ширяет область применения программных пакетов, для которых не разработаны параллельные решатели.

Сегодня все более актуальным становится макро моделирование сложных систем энергоснабжения, и теплоснабжения в частности. Рассмотрим возможность применения метода разделения на подсистемы на примере имитационной модели системы теплоснабжения зданий.

Принцип построения распределенной имитационной модели

Модель теплоснабжения зданий может быть достаточно большой или отдельные ее блоки могут быть достаточно сложными, но в общем случае в системе есть источники, соединительные элементы (трубопроводы, трубопроводные тройники и т. д.) и потребители. Рассмотрим принцип разбиения модели, построенной, например, согласно методике, описанной в [4, 5] (рис. 1).

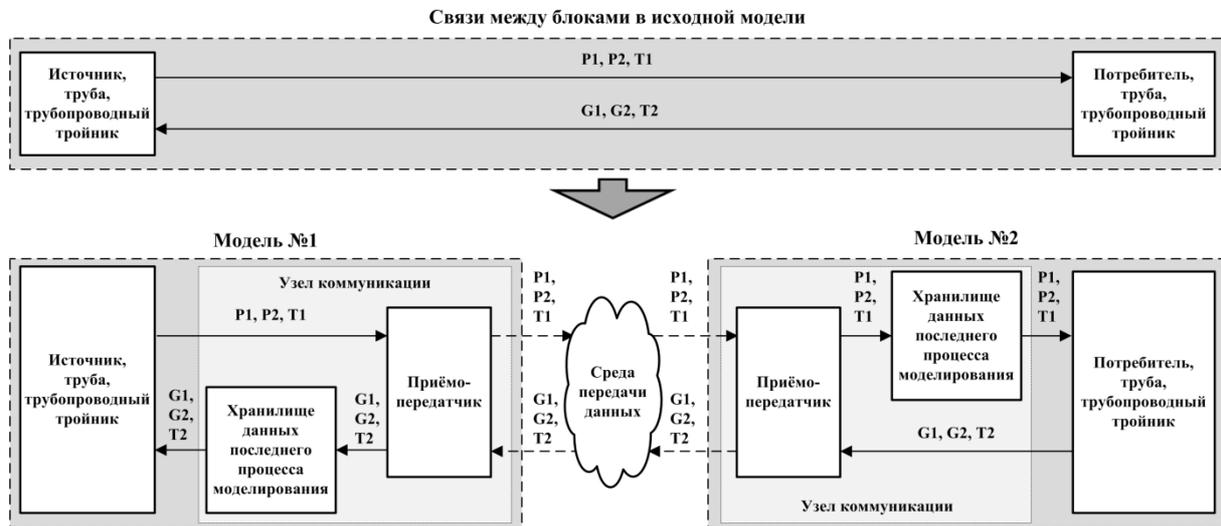


Рис. 1. Функциональное разделение исходной модели на подсистемы

Разделим исходную модель на 2 части так, чтобы точка разбиения располагалась в месте соединения объектов системы (например, трубопровода и источника, трубопровода и трубопроводного тройника и т. д.). При этом каждая часть станет отдельной моделью и будет выполняться в отдельном процессе. В каждой новой модели соответствующая недостающая часть заменяется узлом коммуникации. В первой модели узел коммуникации выполняет функцию потребителя, во второй модели – функцию источника. Блок хранилища данных применяется для хранения данных, полученных в результате предыдущего процесса моделирования. Поскольку части модели запускаются асинхронно, эти блоки позволяют для первого шага моделирования получать последнее состояние соответствующих подсистем.

Таким способом можно разделить модель на несколько частей. При этом необходимо синхронизировать вычисление неизвестных параметров частей модели, выполняемое в разных процессах.

Результаты моделирования

Описанный подход был исследован на базе модели системы тепло-снабжения ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский Государственный Университет» (НИУ) [5]. В ходе экспериментального моделирования на ЭВМ с использованием 2 ядер с частотой 2,3 ГГц процессора AMD A10-4600M при разбиении статической модели, построенной в среде *VisSim*, на 2 подсистемы с применением подсистемы синхронизации были получены результаты, представленные в таблице и на графике (рис. 2). Модуль синхронизации в модели подсистемы № 1 состоит из 300 элементарных вычислительных блоков. Модуль синхронизации в модели подсистемы № 2 – из 120 блоков. В таблице число блоков в подсистемах указано без учета блоков модулей синхронизации. В ходе каждого эксперимента было произведено 10 000 шагов моделирования. Для увеличения количества блоков в экспериментах система дополнялась однотипными группами объектов, состоящих из потребителей, трубопроводов и трубопроводных тройников.

Результаты моделирования

Число функциональных блоков в исходной системе	Время выполнения исходной системы, с	Число блоков в подсистеме № 1	Число блоков в подсистеме № 2	Время выполнения при разделении, с
2500	14,7	1300	1200	83,4
5000	58,7	2600	2400	98,5
7500	207,2	3800	3700	133,4
10 000	583,0	5000	5000	143,7
12 500	1229,8	6200	6300	314,4

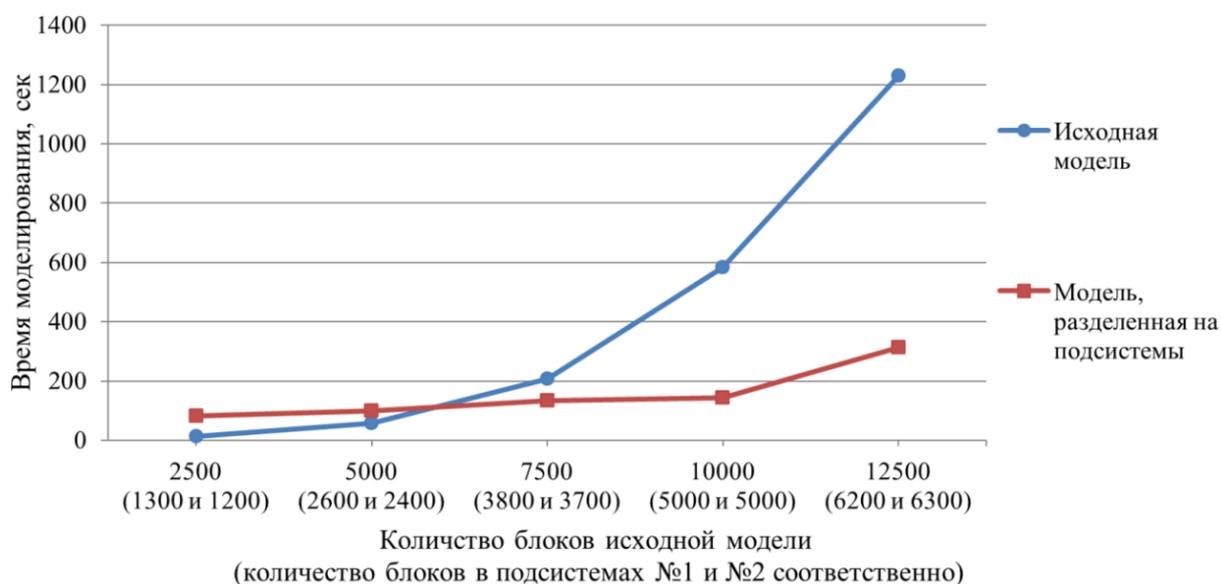


Рис. 2. Результаты моделирования

Согласно графику (рис. 2) время расчета исходной модели с увеличением количества блоков возрастает быстрее, чем время расчета модели, разделенной на подсистемы. Это связано не только с тем, что каждая подсистема рассчитывается в отдельном процессе, но и с тем, что в каждой подсистеме меньше и элементарных вычислительных блоков, и решаемых на каждом шаге моделирования уравнений.

Заметим, что для исходных систем с количеством блоков 2500 и 5000 разбиение на подсистемы нецелесообразно, поскольку в этих случаях на каждом шаге моделирования время обмена данными между подсистемами больше времени расчета каждой подсистемы.

Заключение

Представленный подход к распределению вычислений позволяет повышать скорость моделирования больших систем за счет построения взаимосвязанных систем нелинейных уравнений, результаты синхронизированного решения которых эквивалентны решению системы уравнений в исходной модели. Применение описанного подхода позволит строить и модифицировать модели так, чтобы их было возможно интегрировать в системы управления, требующие высокую скорость вычислений.

Библиографический список

1. Mukai, H. Parallel algorithms for solving systems of nonlinear equations / H. Mukai // *Computers & Mathematics with Applications*. – 1981. – Vol. 7, no. 3. – P. 235–250.
2. Фельдман, Л.П. Эффективные методы распараллеливания численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений / Л.П. Фельдман, О.А. Дмитриева // *Математическое моделирование*. – 2001. – Т. 13, № 7. – С. 66–72.
3. Веников, В.А. Кибернетические модели электрических систем: учеб. пособие для вузов. / В.А. Веников, О.А. Суханов. – М.: Энергоиздат, 1982. – 328 с.
4. Шишкин, М.В. Моделирование теплогидравлических систем в среде Vissim / М.В. Шишкин, Д.А. Шнайдер // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника»*. – 2004. – Вып. 3, № 9 (38). – С. 120–123.
5. Басалаев, А.А. Модель системы энергоэффективного теплоснабжения зданий / А.А. Басалаев // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника»*. – 2012. – Вып. 16, № 23 (282). – С. 216–218.

АЛГОРИТМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ СЛЕДЯЩИМИ ПО СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

А.В. Тетюев, А.В. Ямщиков

В статье приведены результаты разработки энергосберегающих алгоритмов управления в замкнутой форме следящими по скорости электроприводами постоянного тока. По результатам компьютерного моделирования показано, что при отработке ступенчатого задания по скорости предложенные алгоритмы по сравнению с алгоритмами подчиненного управления обеспечивают в электроприводах постоянного тока мощностью от одного до двухсот киловатт снижение потерь электрической мощности на 5–15 % без снижения погрешности отработки задания.

Ключевые слова: следящий электропривод, энергосберегающее управление, наблюдатель.

Известно [1], что 60 % производимой электроэнергии потребляется электроприводами различных типов. Это обстоятельство обуславливает необходимость использования энергосберегающих технологий при разработке и эксплуатации электрических приводов, в том числе следящих по скорости электроприводов постоянного тока (ЭПТ). В настоящее время, несмотря на широкое распространение в семействе регулируемых электроприводов асинхронных частотно-регулируемых электроприводов и снижение доли регулируемых ЭПТ до 15 %, последние оказываются незаменимыми в ряде технологических процессов, например, в системах транспортировки (перемотки или намотки) нитей, лент, полос с заданной или произвольно изменяющейся скоростью [1]. Это объясняется их отличными регулировочными характеристиками и динамическими свойствами [1].

Особенность энергосберегающих алгоритмов управления следящими по скорости ЭПТ заключается в необходимости минимизации потерь электрической мощности в двигателе постоянного тока (ДПТ) при обеспечении высокой точности воспроизведения задающего сигнала по скорости в высоко динамичных режимах работы. В этой связи при синтезе алгоритмов управления такими ЭПТ представляется целесообразным использовать интегральный критерий оптимальности, состоящий из двух слагаемых, одно из которых учитывает отклонение скорости от заданного закона, а второе – потери электрической мощности в ДПТ.

Работа следящих ЭПТ в высоко динамичных режимах обуславливает применение в них якорного управления. Поэтому далее рассматривается энергосберегающее управление только по якорной цепи в предположении,

что управление по цепи возбуждения сводится к стабилизации тока возбуждения на максимально допустимом уровне.

В якорной цепи потери вызываются протеканием якорного тока через якорное сопротивление [1]. Таким образом, с точки зрения непосредственного управления потерями представляется целесообразным в качестве управления выбрать ток якорной цепи. Выбор такой управляющей переменной благоприятен также с точки зрения аналитики, так как позволяет использовать простую зависимость потерь от управления. Кроме того, в силу прямо пропорциональной связи якорного тока (управления) и электромагнитного момента ДПТ приобретает хорошие свойства управления его движением, что позволяет с малой ошибкой отрабатывать задание по скорости. Учитывая изложенное, а также, что при описании ДПТ следует использовать его уравнение движения при условии ограничения якорного тока, предлагается искать оптимальный закон изменения последнего путем решения следующей задачи:

$$\Phi_0 = \int_0^T [k_\omega (\omega_3 - \omega)^2 + i_a^2 R_a] dt \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = k_i (i_a - i_c(\omega, t)), \quad (2)$$

$$|i_a| \leq i_m. \quad (3)$$

где Φ_0 – критерий оптимальности; k_ω – весовой коэффициент; ω_3 – задающее воздействие; ω – угловая скорость двигателя; i_a – якорный ток; R_a – активное сопротивление якорной цепи; t – текущее время; $k_i = k_{эм} / J$ – коэффициент; $k_{эм}$ – электромагнитный коэффициент; J – момент инерции; $i_c(\omega, t) = M_c(\omega, t) / k_{эм}$ – нагрузочный ток; $M_c(\omega, t)$ – момент сопротивления.

Решение задачи оптимального управления в постановках, близких к виду (1)–(3), известны [1–4]. Однако в них не учитываются следующие обстоятельства. В [1], например, задача решена для статического режима работы без учета ошибки регулирования угловой скорости. Здесь же приводятся оптимальные законы изменения якорного тока, которые не учитывают точность обработки задания по скорости и имеют вид программного управления. В [2] приводится оптимальное управление в виде программного управления. Здесь же приводятся законы управления в замкнутой форме, но без учета ограничений на управляющие факторы. В [3] представлено решение в замкнутой форме, но без учета статического момента сопротивления на валу ДПТ. Последнее обстоятельство не позволяет использовать алгоритм на практике, так как в реальных системах ДПТ работают только при определенных моментах сопротивления на валу. Аналогичные ограничения имеют результаты работы [4].

В связи с изложенным требуется специальное исследование задачи в постановке (1)–(3). Наличие ограничения (3) на управление обуславливает выбор принципа максимума в качестве метода решения задачи (1)–(3).

Оптимальный закон управления i_{opt} якорным током i_a с использованием принципа максимума может быть найден из соотношений [3]:

$$H \rightarrow \max_{i_a}$$

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \omega}, \quad (4)$$

$$\frac{d\omega}{dt} = k_i(i_a - i_c(\omega, t)),$$

где $H = -[k_\omega(\omega_3 - \omega)^2 + i_a^2 R_a + \psi k_i(i_a - i_c(\omega, t))]$ – гамильтониан.

Решив (4), получим закон оптимального управления током якоря в замкнутой форме

$$i_{opt} = \begin{cases} i_a, & |i_a| \leq i_m; \\ i_m, & i_a > i_m; \\ -i_m, & i_a < -i_m, \end{cases} \quad (5)$$

где $i_a = i_c + (\omega_3 - \omega)\sqrt{k_\omega / R_a}$.

Соотношениям (5) соответствует структурная схема (рис. 1) следящего ЭПТ, реализующего оптимальное энергосберегающее управление угловой скоростью по минимуму критерия (1).

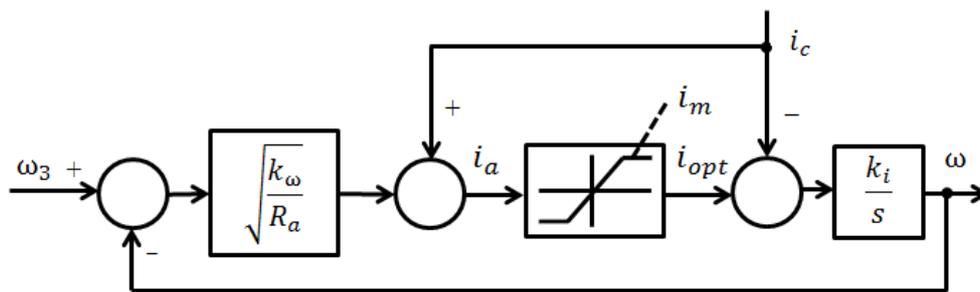


Рис. 1. Структурная схема следящего по скорости ЭПТ, реализующего энергосберегающий алгоритм управления по минимуму критерия (1)

Для практической реализации следящего ЭПТ, построенного по схеме, приведенной на рис. 1, необходимо измерение нагрузочного тока i_c . Наиболее практичным представляется его косвенное измерение с использованием наблюдателя [5]. Опираясь на методику, приведенную в [5], нетрудно показать, что структурная схема энергосберегающего следящего по скорости ЭПТ с наблюдателем нагрузочного тока i_c примет вид, представленный на рис. 2. Здесь: \hat{i}_c – оценка нагрузочного тока.

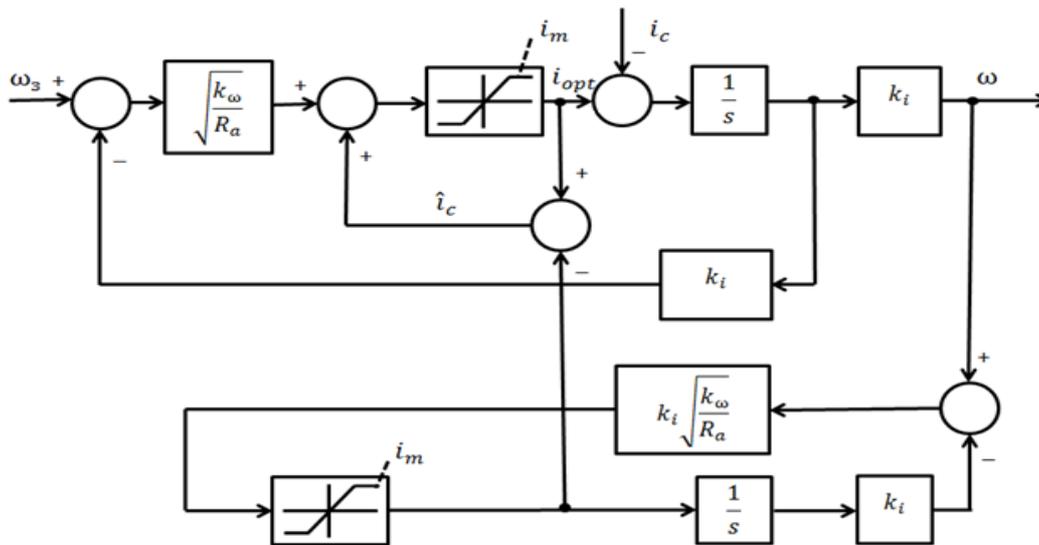


Рис. 2. Структурная схема энергосберегающего следящего по скорости ЭПТ с наблюдателем нагрузочного тока i_c

Сравнительный анализ, выполненный на основе компьютерного моделирования, предложенного энергосберегающего алгоритма управления (5) скоростью следящего ЭПТ и известного широко распространенного в промышленности алгоритма подчиненного управления с настройкой на технический оптимум показывает следующие результаты. При отработке одиночных ступенчатых задающих воздействий по скорости двигателями мощностью 1 кВт (2ПН90МУХЛ4), 22 кВт (2ПН90МУХЛ4) и 200 кВт (2ПН315ЛУХЛ4) предложенный алгоритм обеспечивает снижение энергетических потерь в якорной цепи (с учетом потерь в выходных цепях преобразователей) соответственно на 7, 15 и 13 % при точности отработки задающего воздействия не хуже, чем при подчиненном управлении.

Библиографический список

1. Ильинский, Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение / Н.Ф. Ильинский. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.
2. Свириденко, П.А. Основы автоматизированного электропривода / П.А. Свириденко, А.К. Шмелёв. – М.: Высшая школа, 1970. – 392 с.
3. Олейников, В.В. Основы оптимального и экстремального управления / В.А. Олейников, Н.С. Зотов, А.М. Пришвин. – М.: Высшая школа, 1969. – 296 с.
4. Петров, Ю.П. Оптимальное управление приводом с учётом ограничений по нагреву / Ю.П. Петров. – Л.: Энергия, 1971. – 136 с.
5. Филлипс, Ч. Системы управления с обратной связью / Ч. Филлипс, Р. Харбор. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2001. – 616 с.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНОЙ СФЕРЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.Е. Трофименко

В статье раскрывается актуальность информационно-аналитической подготовки будущих специалистов правоохранительной сферы в Российской Федерации, а также описываются особенности содержания данного процесса.

Ключевые слова: информационно-аналитическая деятельность, специфика деятельности правоохранительных органов.

Деятельность государства и его органов охватывает различные сферы жизнедеятельности общества. Функцию по обеспечению законности, правопорядка, защиты законных прав и свобод человека и гражданина, охрана прав и законных интересов государственных и негосударственных организаций, трудовых коллективов и общественных объединений, а также по осуществлению борьбы с преступлениями и иными правонарушениями в Российской Федерации осуществляют правоохранительные органы, уполномоченные государством. К их числу относят судебные органы, прокуратуру, органы внутренних дел, органы предварительного расследования, органы обеспечения безопасности, органы юстиции [2].

Актуальность информационно-аналитической составляющей в профессиональной подготовке будущих специалистов не нуждается в развернутом обосновании, так как процесс принятия решения, будучи системообразующим элементом в деятельности специалистов правоохранительной сферы, невозможен без своевременного поступления (поиска и сбора), предварительной оценки, анализа, накопления и передачи информации о предмете и объекте правоохранительной деятельности. Также безукоризненного владения технологиями информационно-аналитической деятельности (ИАД) требуют сегодня от любого управленца общецивилизационные процессы перехода к информационному обществу.

Ответом на указанные тенденции развития современного общества стало введение Приказом Министерства образования и науки 1 февраля 2011 года в систему российского образования в соответствующую номенклатуру введена специальность «Безопасность информационных технологий в правоохранительной сфере» с одной из заявленных специализаций «Информационно-аналитическое обеспечение правоохранительной деятельности». Отмечая продвижение вперед в организации информационно-аналитической подготовки будущих специалистов правоохранительной сферы,

мы также отмечаем универсальный характер этой подготовки. Это в свою очередь дает основания полагать, что необходимые информационно-аналитические компетенции будущему специалисту конкретного направления правоохранительной деятельности предстоит осваивать непосредственно в процессе своей профессиональной деятельности, например, в таможенном деле или оперативно-розыскной работе.

Информационно-аналитическая подготовка будущих специалистов правоохранительной сферы в РФ предполагает освоение студентами технологии ИАД, под которой мы подразумеваем деятельность по аналитико-синтетической обработке и переработке информации различных видов и форм с целью получения качественно нового знания для оперативного обеспечения процесса принятия управленческих решений в различных сферах деятельности. [1] Двухуровневая структура ИАД, выявленная Л.В. Астаховой, предопределяет два самостоятельных и взаимосвязанных аспекта информационно-аналитической подготовки будущих специалистов правоохранительной сферы в РФ. Первый – инструментальный – уровень предполагает элементарные технологии работы с информацией: поиск, сбор, хранение, обработка, предоставление, распространение информации и основы обеспечения информационной безопасности. Второй – содержательный – уровень предполагает технологии ИАД на уровне конкретной отрасли.

Специфику содержания информационно-аналитической подготовки будущих специалистов правоохранительной сферы определяет совокупность характерных черт правоохранительной деятельности и ее конкретных направлений. Рассмотрим их.

Все правоохранительные органы РФ, кроме судебных, отнесены законодательством к исполнительной ветви власти. Они не вправе критиковать законы, давать им политическую оценку. Однако по мере выполнения своей деятельности правоохранительные органы, так или иначе, законодательство совершенствуют с целью повышения его эффективности в области охраны и защиты права. Совершенствование осуществляется в результате периодического обобщения опыта своей деятельности, обмена опытом и его заимствования, в том числе международного. А что касается судебных органов РФ, то в соответствии с законодательством они наделены правом законодательной инициативы (Конституционный Суд РФ, Верховный Суд РФ и Высший Арбитражный Суд РФ).

Все правоохранительные органы РФ имеют дело с таким феноменом, как преступность. Ввиду своего трансграничного характера, преступность зачастую расширяет область информационного взаимодействия до регионального и международного уровней и нередко требует объединения усилий всего мирового сообщества по борьбе с преступными явлениями, например, экстремизмом и его крайней формой терроризмом. Так, возрастает роль интеграции национальной системы в международное информацион-

ное пространство и адаптации с существующей системе технологий работы с информацией, обеспечивающих эффективность системы правоохранительных органов. Не будем забывать, что речь идет о таких важнейших сферах жизнедеятельности, как внутренняя и внешняя безопасность государства (например, органы внешней разведки РФ), правопорядок в обществе (например, органы внутренних дел РФ) и защита прав и свобод личности и гражданина как высших демократических ценностей, заявленных в основополагающих законодательных актах (например, институт судебных приставов в РФ).

Правоохранительные органы РФ целенаправленно ведут оперативно-розыскную деятельность (например, органы внутренних дел, органы предварительного расследования, прокуратура) или активно пользуются ее инструментарием (например, институт судебных приставов, таможенные органы, Федеральная служба государственной охраны). В основе оперативно-розыскной деятельности, согласно ФЗ РФ «Об оперативно-розыскной деятельности» (1995) лежит технологический цикл ИАД (постановка задачи – сбор информации – анализ информации – подготовка результатов аналитической работы). Особенным является то, что источниковая база в информационно-поисковой работе правоохранительных органов ввиду их статуса отличается особой широтой и при этом зачастую собственные базы данных разных правоохранительных органов служат источником информации друг для друга. Немаловажным является и то, что в обороте правоохранительных органов, осуществляющих ИАД, нередко находится защищаемая информация (государственная тайна, коммерческая тайна, персональные данные и др.), а также информация ограниченного доступа.

Технология ИАД идентична для всех правоохранительных органов РФ, за исключением этапа анализа добытой информации, на котором наряду с универсальными методами анализа информации, в сфере деятельности конкретного правоохранительного органа выделяются специфичные. Например, таможенный контроль в деятельности таможенных органов РФ, судебная медицинская экспертиза в системе правосудия, анализ личности в оперативно-розыскной деятельности соответствующих правоохранительных органов и др. Так, идентичен этап постановки задачи, так как этот процесс обусловлен иерархичностью структуры правоохранительных органов РФ. Методы сбора информации (этап сбора информации) также выглядят идентичными, представляя собой широчайший арсенал инструментов по добыванию необходимой информации, зачастую мигрируя из одного направления правоохранительной деятельности в другое. И, наконец, этап подготовки аналитических материалов также не имеет уникальных особенностей, так как назначение у аналитических материалов, в котором в данном случае не так важна форма предоставления, сколько то, что они служат основой для принятия решения уполномоченным лицом.

Характер цели деятельности правоохранительных органов РФ также вносит специфику в подготовку соответствующих специалистов. Одни нацелены преимущественно на борьбу с преступлениями и правонарушениями (судебные органы, прокуратура, органы предварительного расследования), а другие помимо этой цели преследуют также их предупреждение и профилактику (органы юстиции, органы внутренних дел, органы, обеспечивающие общую и экономическую безопасность Российской Федерации (ФСБ РФ, органы внешней разведки, таможенные органы, служба государственной охраны, Федеральная служба РФ по контролю за оборотом наркотиков)). Подобное условное деление правоохранительных органов указывает на бóльший объем должностных обязанностей информационно-аналитического свойства у правоохранительных органов второй группы и их качественно иную самостоятельную деятельность по выработке эффективных мер профилактики и предупреждения нарушений в сфере охраны права.

Таким образом, информационно-аналитическая подготовка будущих специалистов правоохранительной сферы в РФ осуществляется в два этапа, соответствующим уровням ИАД инструментальному, на котором студентами осваиваются элементарные технологии работы с информацией, и содержательному, отражающему специфику правоохранительной сферы.

Выявленные особенности информационно-аналитической подготовки будущих специалистов правоохранительных органов РФ происходят из специфики их деятельности, которая выражается в следующем. Во-первых, она направлена на повышение уровня охраны и защиты права в РФ; во-вторых, связана с феноменом преступности, который предопределяет объем и качество содержания ИАД в правоохранительной сфере; в-третьих, технологически осуществляется посредством механизма оперативно-розыскной деятельности, в основе которой лежит ИАД; и, в-четвертых, деятельность правоохранительных органов РФ имеет двойственный характер – ярко выраженный защитный и профилактический.

Библиографический список

1. Астахова, Л.В. Системный подход к информационно-аналитической подготовке документоведов / Л.В. Астахова // Делопроизводство. – 2007. – № 2. – С. 75–78.

2. Поляков, М.П. Правоохранительные органы / М.П. Поляков, А.В. Федулов. – М.: Юрайт, 2010. – 176 с.

ПРИМЕНЕНИЕ РЯДА ФУРЬЕ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ НЕЛИНЕЙНОСТИ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АЦП

Г.И. Волович, В.П. Щербаков

В статье рассматривается метод, позволяющий описать нелинейную характеристику преобразования АЦП последовательного приближения тригонометрическим полиномом.

Ключевые слова: технический объект, АЦП, нелинейная характеристика АЦП, повышение точности.

Введение. При проведении исследований реальных технических объектов и систем, оперирующих с аналоговыми сигналами, широко применяют методы цифровой обработки сигналов, обеспечивающие более высокую точность и гибкость преобразований. Одним из основных элементов аппаратуры обработки выступает аналого-цифровой преобразователь (АЦП), выполняющий дискретизацию и квантование сигнала, преобразуя аналоговый сигнал в последовательность цифровых кодов.

Точность соответствия полученных кодов исходным сигналам зависит от характеристики преобразования (ХП) АЦП. В случае неискаженной (идеальной) ХП получаемые значения цифровых кодов с учётом разрядности АЦП соответствуют значениям входного аналогового сигнала. Это позволяет применить дополнительные алгоритмы, направленные на увеличение динамического диапазона измерения частотных характеристик.

Однако, в связи с несовершенством технологии производства АЦП, реальная ХП может заметно отличаться от идеальной ХП. В этом случае возможно возникновение пропуска выходных кодов АЦП, погрешности полной шкалы, смещения нуля, а также нелинейности ХП.

В большинстве случаев производители выпускают АЦП с монотонной ХП и без пропуска кодов. Погрешность полной шкалы описывает относительную разность между реальным и идеальным значениями предела шкалы преобразования при отсутствии смещения нуля. Под смещением нуля понимается такое значение входного сигнала АЦП, при котором выходной код АЦП равен нулю. Погрешности полной шкалы и смещения нуля АЦП можно уменьшить путем коррекции выходного кода АЦП при помощи вычислительных средств, либо путём подстройки аналоговой части схемы.

В статье излагается методика, позволяющая анализировать и в дальнейшем корректировать выходной код АЦП последовательного приближения, приблизив реальную ХП АЦП к идеальной.

АЦП последовательного приближения (ПП). Принцип работы N -разрядного АЦП состоит в последовательном сравнении компаратором вы-

бранного значения входного сигнала $U_{ВХ}$ со значением $U_{ЦАП}$, генерируемым с использованием опорного напряжения $U_{ОП}$ встроенным цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП), на вход которого поступает цифровой код D , формируемый регистром последовательного приближения (РПП). Перед выполнением преобразований входного сигнала РПП обнуляется, и для получения выходного N разрядного кода D производится N последовательных операций формирования битов d_i кода D , начиная со старшего бита d_N и заканчивая младшим битом d_1 . На i -й операции в РПП d_i устанавливается в единицу, и значение кода D попадает на ЦАП. Компаратор сравнивает сигналы, и если $U_{ВХ}$ не превышает $U_{ЦАП}$, то с компаратора на РПП поступит ноль, и d_i необходимо установить нулевым. После выполнения всех N операций на выход АЦП из РПП поступит цифровой код D , являющийся цифровым эквивалентом значения сигнала $U_{ВХ}$.

ХП АЦП ПП зависит от качества производства и выбора внутренних элементов. В зависимости от технологии изготовления ЦАП такими элементами являются обычно конденсаторы в количестве N штук, причём ёмкость первого элемента соответствует младшему значащему разряду (МЗР), а ёмкость каждого последующего элемента должна быть больше ёмкости предыдущего в два раза. Значение кванта h , соответствующее МЗР, рассчитывается с учётом максимального U_{MAX} и минимального U_{MIN} значений входного сигнала, распознаваемого АЦП, по формуле (1):

$$h = (U_{MAX} - U_{MIN}) / (2^N - 1). \quad (1)$$

Для получения ХП АЦП необходимо подключить к входу изучаемого АЦП генератор сигнала, причём выходной сигнал генератора $U_{ВХ}$ принимает множество значений из интервала $U_{MIN} < U_{ВХ} < U_{MAX}$. Выходные сигналы идеального АЦП U_I и реального АЦП U_R определяются соответственно по значениям цифровых кодов D и R , причём биты кода R равны r_i и получены с учётом отклонений N внутренних элементов ЦАП ΔC_i :

$$U_I = h(d_1 + 2d_2 + \dots + 2^{N-1}d_N), \quad (2)$$

$$U_R = h\left[r_1(1 + \Delta C_1) + \dots + r_N(2^{N-1} + \Delta C_N)\right].$$

Рассмотрим 4-разрядный АЦП ПП, выполняющий аналого-цифровое преобразование в диапазоне ± 3 В. Тогда значение кванта h по формуле (1) равно 0,4 В. Примем, что отклонения параметров элементов ΔC_i подчинены равномерному распределению в диапазоне $-0,5$ до $0,5$. Построим по уравнениям (2) идеальную и реальную ХП АЦП (рис. 1, а), исключив ошибки смещения нуля и усиления из рассмотрения.

Из рисунка следует, что входные уровни реальной ХП АЦП могут значительно отличаться от входных уровней идеальной ХП, что приводит к получению неверных цифровых кодов. Пусть генератор формирует гармонический сигнал с амплитудой 2,95 В и частотой 1 Гц, причём значения выходного сигнала генератора расположены как можно ближе к центру соответствующих кодов идеального АЦП (рис. 1, б).

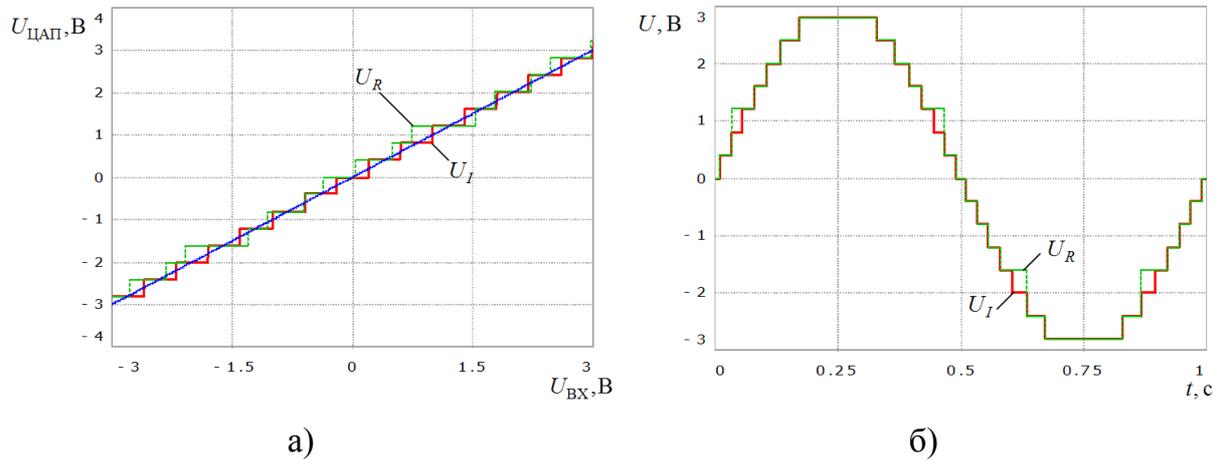


Рис. 1. Исследуемый АЦП: а – ХП АЦП; б – квантованный входной сигнал АЦП

Рассчитав синфазные и квадратурные составляющие сигнала [1], полученные после преобразования идеальным и реальным АЦП, следует, что значение амплитуды сигнала для идеального АЦП равно 2,918 В, а для реального АЦП оно равно 2,896 В. Таким образом, нелинейность ХП АЦП вносит дополнительные ошибки преобразования. В работе [2] аналого-цифровое преобразование сигнала реальным АЦП рассматривается как преобразование сигнала идеальным АЦП с последующим нелинейным преобразованием, представленного в виде степенного ряда. Тогда нелинейное преобразование устанавливает взаимосвязь между идеальной U_I и реальной U_R ХП АЦП (рис. 2). В отличие от методики, приведённой в [2], опишем зависимости a и b ХП при помощи тригонометрического полинома порядка n , рассмотрев диапазон l ХП от $-2,8$ до $+3,2$ В с шагом h [3],

$$F(x) = R_0 + \sum_{k=1}^n R_k \sin\left(\frac{k\pi x}{l} + \varphi_k\right). \quad (3)$$

Для зависимости $f(x)$ определяются параметры a_k и b_k :

$$a_k = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) \cos\left(\frac{k\pi x}{l}\right) dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(x_i) \cos\left(\frac{k\pi x_i}{l}\right), \quad (4)$$

$$b_k = \frac{1}{l} \int_0^l f(x) \sin\left(\frac{k\pi x}{l}\right) dx = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f(x_i) \sin\left(\frac{k\pi x_i}{l}\right). \quad (5)$$

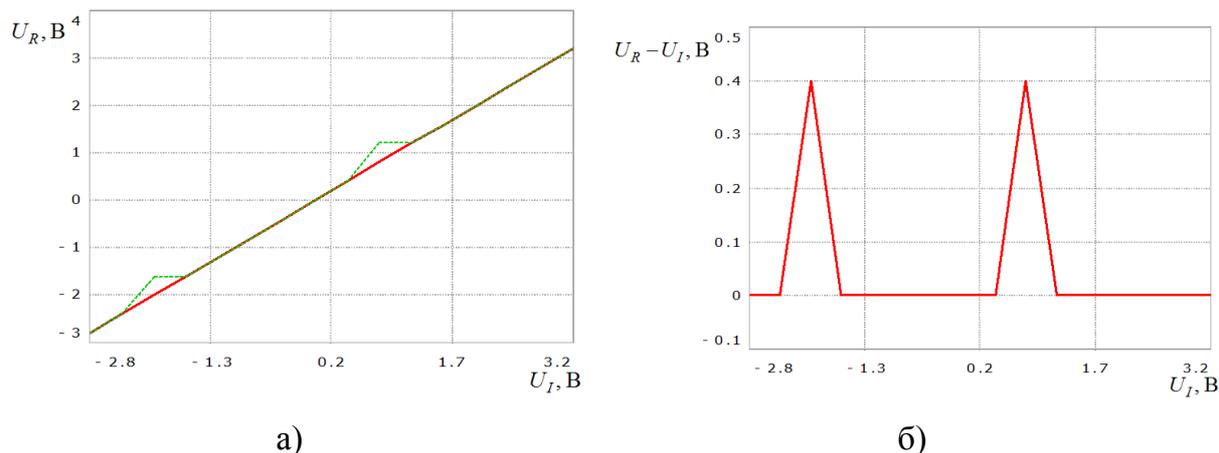


Рис. 2. Зависимости ХП АЦП: а – U_R от U_I ; б – $U_R - U_I$ от U_I

Тогда по рассчитанным параметрам a_k и b_k искомые коэффициенты R_k и φ_k определяются по уравнениям (6):

$$R_0 = \frac{1}{2l} \int_0^l f(x) dx = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n f(x_i), \quad R_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}, \quad \varphi_k = \arctan(a_k/b_k). \quad (6)$$

Применим тригонометрический полином (3) к зависимостям для случаев а и б (рис. 2). Примем, что порядок n равен $2^N - 1$. Тогда зависимость U_R от U_I в виде полинома 15-го порядка (рис. 3, а) будет иметь заметное отличие от исходной. В то же время, зависимость $U_R - U_I$ от U_I для случая б хорошо описывается полиномом такого порядка (рис. 3, б).

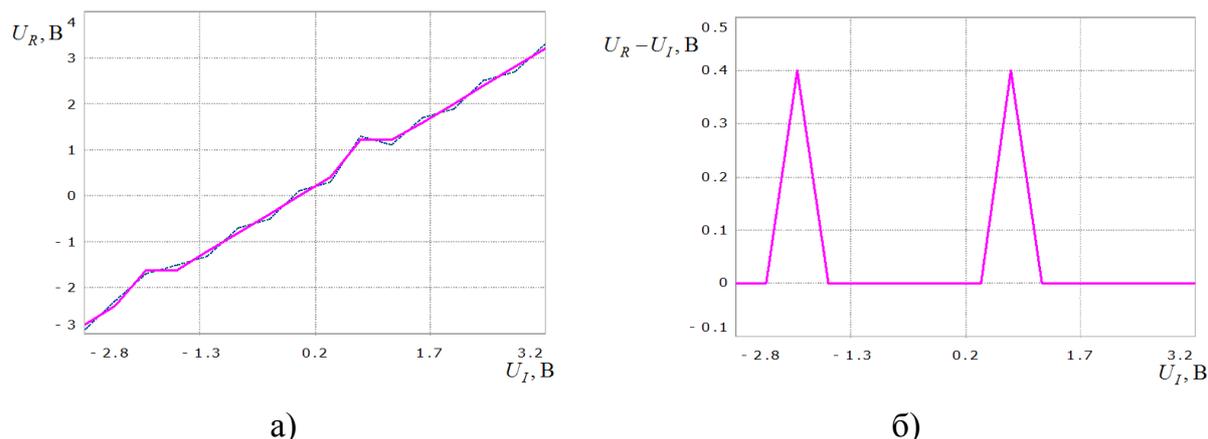


Рис. 3. Описанные зависимости ХП АЦП: а – U_R от U_I ; б – $U_R - U_I$ от U_I

Кроме того, количество необходимых коэффициентов для случая б при применении округления $F(x)$ до числа, кратного h , равно четырём, что позволяет не только использовать меньший объём памяти для хране-

ния полученных коэффициентов полинома, но и ускорить процесс вычислений.

Вывод. Предложена методика, рассматривающая ХП АЦП как преобразование сигнала АЦП с идеальной ХП с последующим нелинейным преобразованием, представляемым в виде тригонометрического полинома, причём им целесообразно описывать зависимость $U_R - U_I$ от U_I .

Библиографический список

1. Щербаков, В.П. Метод повышения точности определения частотных характеристик технических объектов / В.П. Щербаков, Г.И. Волович // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2012. – № 35 (294). – С. 139–141.

2. Панюков, А.Г. Моделирование метода линеаризации передаточной характеристики аналого-цифрового преобразователя при воздействии белого шума / А.Г. Панюков // Труды XII международной заочной научно-практической конференции «Технические науки – от теории к практике». – 2012. – С. 81–86.

3. Толстов, Г.П. Ряды Фурье / Г.П. Толстов.– М.: Физматгиз, 1960.– С. 51–52.

СОДЕРЖАНИЕ

ФАКУЛЬТЕТ АВТОТРАКТОРНЫЙ

<i>Шишков В.В.</i> Повышение эффективности пуска дизеля сжатым воздухом ...	3
<i>Илимбетов Р.Ю., Астапенко А.М., Баканов А.В.</i> История развития гибридных грузовых автомобилей	7
<i>Илимбетов Р.Ю., Астапенко А.М., Дернов В.В.</i> Морфологический анализ электромеханических трансмиссий грузовых автомобилей	11
<i>Илимбетов Р.Ю., Астапенко А.М., Попов В.В.</i> Применение гибридных установок в грузовых автомобилях. Опыт зарубежных стран	15
<i>Илимбетов Р.Ю., Ишмурзин Д.Б.</i> Анализ систем автоматического управления накачкой шин для грузовых автомобилей	19

ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ

<i>Баубурин А.Х., Сулейманов Р.М., Балакина П.Н.</i> О повреждениях зданий, вызванных взрывом космического тела	23
<i>Коваленко З.К.</i> Новое в жилищном законодательстве	27
<i>Аверьянова Е.В., Гурьева В.А.</i> Композиционные материалы на основе техногенного сырья	31
<i>Асянова В.С., Бабков В.В.</i> Гипсовое вяжущее повышенной водостойкости с использованием отходов керамзитового производства и стеновые изделия на его основе	35
<i>Афанасьева М.В., Горшкова П.Л., Карякин А.А.</i> Исследование влияния модуля сцепления на напряженно-деформированное состояние в бетоне и арматуре в изгибаемых железобетонных элементах	39
<i>Белов С.А.</i> Учет территориальной структуры экологического каркаса при планировке и застройке г. Челябинска	43
<i>Васильева В.Н., Буторина И.В.</i> Создание сборочных чертежей в AutoCAD 2013	47
<i>Ворошилов А.П., Щукин И.Ю.</i> Передача осей на монтажные горизонты по координатам точек	51
<i>Бабков В.В., Гафурова Э.А.</i> Особенности процессов высолообразования на поверхностях наружных стен зданий на основе вибропрессованных бетонных блоков и способы защиты стен от высолов	55
<i>Гурьева В.А., Дубинецкий В.В.</i> Применение буровых шламов для производства строительных материалов	59
<i>Гурьева В.А., Белова Т.К.</i> Анализ производства и применения неметаллической арматуры	63
<i>Дубовикова Е.П., Попцова Т.Ю.</i> Контрольные мероприятия по начертательной геометрии для бакалавров	67
<i>Кирсанова А.А., Крамар Л.Я.</i> К вопросу о применении добавки метакаолина в бетоне	70
<i>Колобаева Т.В.</i> Мечети Оренбургской губернии XVIII – начала XIX века	74
<i>Короткий В.А.</i> Геометрическое моделирование особого случая пересечения фокальных квадрик	78

<i>Костин А.М., Костина Л.К.</i> Оценка инвестиционной привлекательности городских территорий	82
<i>Костин А.М.</i> Комплексная социально-экономическая оценка городской территории	86
<i>Кувшинов Н.С.</i> Анализ новых ГОС в преподавании инженерной графики на Э и ПС факультетах	90
<i>Кучин В.Н.</i> Особенности термообработки монолитных конструкций	94
<i>Латынова Л.И.</i> Экзотермические процессы в технологии фосфатных клеев на основе высокоглиноземистых промышленных отходов	98
<i>Лунёва О.А., Гурьева В.А.</i> Вторичное использование бетонов в качестве щебня	102
<i>Малев И.В., Шилоносова Н.В.</i> Прогнозирование цен первичного жилья г. Челябинска методом экспоненциального сглаживания	106
<i>Носов А.В., Черных Т.Н., Крамар Л.Я., Гамалий Е.А.</i> Перспективы получения доломитового вяжущего	110
<i>Орлов А.А., Аникина А.В., Дорохова Е.А.</i> Комплексная добавка для магнезиального вяжущего	114
<i>Потапов А.Н.</i> Математическая модель учета потерь энергии при колебаниях строительных конструкций	118
<i>Семяняк Г.С., Погорелов С.Н., Горбунов С.П.</i> Бетонные промышленные полы и возможные причины ухудшения их качества	122
<i>Трофимов Б.Я.</i> Особенности бетона как твердого тела	126
<i>Черных Т.Н., Носов А.В., Фатеева К.Р.</i> Особенности твердения доломитового вяжущего	130
<i>Шилоносова Н.В., Малев И.В.</i> Анализ факторов аренды жилья иногородними студентами	134
<i>Шулдяков К.В., Крамар Л.Я.</i> Исследование влияния тепло-влажностной обработки на свойства высокопрочного дорожного бетона с добавкой поликарбонатного пластификатора	138

ФАКУЛЬТЕТ АРХИТЕКТУРНЫЙ

<i>Зимич В.В.</i> Эффективные магнезиальные материалы для малоэтажного строительства и отделки с низкой себестоимостью	142
<i>Колесова А.А., Терёшина О.Б.</i> Основные тенденции развития дизайна высокоскоростного пассажирского поезда	146
<i>Либерман Л.М., Краинская А.А.</i> Проблемы формообразования современной кириллицы в сравнении с латиницей	150
<i>Либерман Л.М.</i> Выразительные графические средства в современной актуальной иллюстрации	154
<i>Неклюдов М.И.</i> Теория восприятия цвета	158
<i>Птицына Л.М.</i> Среда общественных зданий в современном видении проблем	162
<i>Федорова М.Ю.</i> Композиционное моделирование как средство выявления проектно-художественного замысла	166
<i>Нестеров Д.И.</i> Эволюция цветовых конструкций. Ренессанс	170
<i>Шабалина Н.М.</i> Промышленный дизайн: интеграция науки, техники и искусства	174

<i>Сидоренко М.Ю.</i> Архитектурная бионика как стиль архитектуры	178
<i>Смирнова Ю.А.</i> Формирование архитектурной среды предприятий фаст-фуда	182
<i>Терёшина О.Б.</i> Архитектура учебных зданий Челябинска на начальном этапе школьного строительства	186
<i>Финаева О.В.</i> Скульптура как средство формирования городской среды	190
<i>Шабиев С.Г.</i> Научные основы архитектурной реконструкции лабораторного комплекса аэрокосмического и автотракторного факультетов Южно-Уральского государственного университета	194
<i>Швайгер А.М.</i> Html-верстка выпадающих меню	198

ФАКУЛЬТЕТ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ

<i>Ерпалов А.В., Махнович С.В., Усков П.Н.</i> Выбор рациональных параметров образцов для усталостных испытаний при консольном изгибе	202
<i>Исмагилов Д.Р., Сидельников Р.В.</i> Численное моделирование нестационарного теплообмена между газом и обтекаемым телом	206
<i>Пешков Р.А., Сидельников Р.В.</i> Решение задачи раскрытия пускового контейнера с помощью численного моделирования процессов	210
<i>Салич В.Л.</i> Проектирования камер РДМТ на кислородно-водородном топливе с использованием численного моделирования	214
<i>Семкин Е.В.</i> Применение численного метода расчета для определения параметров центробежных форсунок	217

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ

<i>Киселева Л.М., Тимирбеков Ж.К.</i> Обеспечение безопасности при транспортировании отходов	221
<i>Киселева Л.М., Чиковский Д.В.</i> Обеспечение безопасности при обращении с биологическими отходами	225
<i>Киселева Л.М., Чиковская П.А.</i> Характеристика состава твердых и газообразных вторичных отходов, образованных при сжигании биологических отходов	229
<i>Палатинская И.П.</i> О профессиональных рисках для работников автотранспорта	233
<i>Киселева Л.М., Палатинская И.П.</i> Анализ экономического механизма в обязательном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний	237
<i>Сидоров А.И., Тряпицын А.Б.</i> О проблеме непрерывного контроля состояния заземляющего устройства	241
<i>Плешивец Д.Е., Солдатов А.И.</i> Адсорбционная очистка сточных вод.....	245
<i>Аскаргов Р.Т., Солдатов А.И.</i> Углеродные сорбенты для удаления сульфидных загрязнений	249
<i>Солдатов А.И.</i> Изменение показателя «восстанавливающая способность» как способ регулирования селективности адсорбционных свойств углеродного материала	253
<i>Сидоров А.И., Таваров С.Ш.</i> Методики исследования распределения электрического поля вдоль линии электропередачи 500 кВ	257

<i>Кудряшов А.В.</i> Оценка эффективности и безопасности для здоровья человека энергосберегающих источников света	261
<i>Дьяконов А.А.</i> Повышение эффективности процессов абразивной обработки на основе дифференцированного учета обрабатываемости материалов ...	265
<i>Шмидт И.В.</i> Теплофизика шлифования слоистой полимерно-композитной системы	269
<i>Ардашев Д.В.</i> Современная методологическая основа проектирования групповой технологии абразивной обработки	273
<i>Шипулин Л.В.</i> Разработка комплексной имитационной модели плоского шлифования периферией круга	277
<i>Исаков Д.В.</i> Методология оптимизации инструментально-режимного оснащения операций шлифования для серийного многономенклатурного производства	281
<i>Пименов Д.Ю.</i> К вопросу проектирования операций торцового фрезерования с учетом износа инструмента	285

ФАКУЛЬТЕТ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ

<i>Алёшин Е.А.</i> Построение математической модели газопроницаемости шихты по результатам эксперимента	289
<i>Астахова Л.В.</i> Научность как сущностное свойство информационной деятельности студента вуза в условиях виртуализации образовательной среды ...	293
<i>Глухов В.Н.</i> Синтез структуры системы автоматизированного управления термообработкой композиционных изделий в условиях неопределенности	297
<i>Заяцкая И.И.</i> Оптимизация алгоритма вычисления пеленга	301
<i>Зырянов Г.В.</i> О применении частотных критериев устойчивости к линейным САУ с многосвязной структурой	305
<i>Казимиров А.Н., Тележкин В.Ф.</i> Генератор сверхширокополосного фрактального сигнала для радиотехнических систем связи	309
<i>Поваляев А.В.</i> Идентификация параметров широкополосного пеленгатора на фоне действующих шумов и помех	313
<i>Поваляев С.В.</i> Анализ факторов, влияющих на точность измерения малых расстояний радиодальномером с частотной модуляцией зондирующего сигнала	317
<i>Прокопов И.И.</i> Использование хеш-функции в мобильной системе передачи данных	321
<i>Садов В.Б.</i> Автоматическое управление добычей нефти установками с глубинными штанговыми насосами	325
<i>Басалаев А.А.</i> Распределенное имитационное моделирование систем теплоснабжения	329
<i>Тетюев А.В., Ямщиков А.В.</i> Алгоритмы энергосберегающего управления следящими по скорости электроприводами постоянного тока	333
<i>Трофименко А.Е.</i> Информационно-аналитическая подготовка будущих специалистов правоохранительной сферы в Российской Федерации	337
<i>Волович Г.И., Щербаков В.П.</i> Применение ряда Фурье для коррекции нелинейности характеристики преобразования АЦП	341

НАУКА ЮУрГУ
Материалы 65-й научной конференции
СЕКЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК
Том 1

Техн. редактор А.В. Миних

Издательский центр Южно-Уральского государственного университета

Подписано в печать 18.06.2013. Формат 60×84 1/16. Печать трафаретная.
Усл. печ. л. 20,46. Тираж 150 экз. Заказ 285/510.

Отпечатано в типографии Издательского центра ЮУрГУ.
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.