Научно-практический сетевой журнал
Выходит 2 раза в год

Учредитель и издатель
Пензенский государственный
университет архитектуры
и строительства

Главная редакция:
Ю.П. Скачков (главный редактор)
А.М. Данилов (заместитель
главного редактора)
И.А. Гарькина (ответственный
секретарь)

Адрес редакции:
440028, г.Пенза, ул.Германа Титова, 28,
ПГУАС
Тел/факс 8412 420501
E-mail: regas@pguas.ru
fmatem@pguas.ru
www.vestnikpguas.ru

Редакторы: М.А. Сухова,
Н.Ю. Шалимова

Дизайн обложки Л.А. Васин

Компьютерная верстка
Н.А. Сазонова

Перевод О.В. Гринцова

Журнал зарегистрирован
в Федеральной службе по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)

Свидетельство о регистрации
Эл № ФС77-61513 от 24 апреля 2015 г.

Авторы опубликованных материалов
несут ответственность за достоверность
приведенных сведений, точность данных
по цитируемой литературе и за исполь-
зование в статьях данных, не подлежа-
щих открытой публикации.
Редакция может опубликовать статьи
в порядке обсуждения, не разделяя точку
зрения автора.

ВЕСТНИК ПГУАС: СТРОИТЕЛЬСТВО, НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ

1(2)/2016

Содержание

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА 4

Максимова И.Н., Ерофеев В.Т., Макридин Н.И., Тамбовцева Е.А.
УСАДОЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СИСТЕМ..... 4

Белякова Е.А., Калашников В.И., Москвин Р.Н., Белякова В.С.
ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛ-УНОСА ТЭЦ В БЕТОНАХ 11

Пышкина И.С.
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГИДРОСИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ИЗВЕСТКОВЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ... 16

Береговой А.М., Дерина М.А., Пильгин А.Д.
ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ..... 20

Береговой В.А., Снадин Е.В.
ПЛАСТИФИКАЦИЯ ШЛИКЕРОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ОПОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ..... 25

Кочеткова М.В., Чернышова Н.А.
ОСНОВА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ..... 32

Учаева Т.В., Лонщакова О.В.
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ 37

Рыжов А.Д.
ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ИЗВЕСТКОВЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ 42

Учаева Т.В., Щукарева А.В.
ПОВЫШЕНИЕ ФИНАНСОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ООО «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» КАК ОСНОВА РОСТА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ..... 46

Кочеткова М.В., Чернышова Н.А.
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОПОЛИМЕРЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА ДЛЯ ОТДЕЛКИ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ 54

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ.....58

Коровкин М.О., Ерошкина Н.А.
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВОДОРЕДУЦИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА С-3 58

Логанина В.И., Фролов М.В.
СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО ИЗВЕСТКОВОГО ВЯЖУЩЕГО С ПРИМЕНЕНИЕМ СИЛИКАТОСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ..... 64

Логанина В.И.
АНАЛИЗ ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗА ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ..... 68

Макарова Л.В., Тарасов Р.В., Паутова И.А.
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ 73

Макарова Л.В., Тарасов Р.В., Жидкова А.Е.
ОБЕСПЕЧЕНИЕ УРОВНЯ КАЧЕСТВА И СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ..... 78

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ.....84

Каргина Е.М.
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ..... 84

Горбунова В.С., Гринцова О.В., Кузяева Н.А.
СПОСОБЫ КОДИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИИ В ТЕКСТАХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ.....90

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ..... 96

Гарькина И.А.
МОДЕЛИ КИНЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОМПОЗИТАХ 96

Кузина В.В.
ПОДСИСТЕМА БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА И ГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА.....101

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ (ПО ОТРАСЛЯМ)..... 107

Гарькина И.А.
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИСТЕМ: ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ.....107

Данилов А.М.
УПРАВЛЕНИЕ В ПРОСТРАНСТВЕ: ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ.....112

Данилов А.М.
ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НА ПОДВИЖНОМ ОСНОВАНИИ.....119

Contents

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE 4

Maksimova I.N., Erofeev V.V., Makridin N.I., Tambovzeva E.A.
SHRINKAGE PHENOMENON AND DURABILITY OF CEMENT COMPOSITE SYSTEMS 5

Belyakova E.A., Kalashnikov V.I., Moskvin R.N., Belyakova V.S.
TECHNOSPHERE SAFETY OF DISPOSING FLY ASH CHP IN CONCRETE 11

Pyshkina I.S.
STRUCTURE AND PROPERTIES OF ADDITIVES BASED ON CALCIUM SILICATE LIME FOR FINISHING MIXES .. 16

Beregovoy A.M., Derina M.A., Pelgin A.D.
THE ISSUES OF ENERGY EFFICIENCY INCREASING OF LOW-RISE BUILDINGS. 20

Beregovoy V.A., Snadin E.V.
PLASTICIZATION OF SLURRIES ON THE BASIS OF SILICA CLAY FOR PRODUCTION OF POROUS CERAMICS 25

Kochetkova M.V., Chernyshova N.A.
BASIS OF HIGH PERFORMANCE OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS 32

Uchaeva T.V., Lonschakova O.V.
IMPROVING PERFORMANCE OF CONSTRUCTION MATERIALS INDUSTRY ENTERPRISES..... 37

Ryzhov A.D.
CRACK RESISTANCE OF LIME COATINGS WITH VARIOUS FILLERS 42

Uchaeva T.V., Shchukareva E.V.
IMPROVING FINANCIAL POTENTIAL OF LLC «BUILDING MATERIALS» AS THE BASIS OF RISING ITS ORGANIZA-TIONAL-ECONOMIC POTENTIAL 46

Kochetkova M.V., Chernyshova N.A.
ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLYING FOAMPOLYMERCEMENT MOTAR FOR FINISHING EXTERNAL WALLS OF BUILDINGS 54

STANDARDIZATION AND QUALITY MANAGEMENT 58

Korovkin M.O., Eroshkina N.A.
THE INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON WATER-REDUCING EFFECT OF SUPERPLASTICIZER C-3 58

Loganina V.I., Frolov M.V.
PROPERTIES OF LIME COMPOSITE BINDER WITH THE ADDITION OF SILICATE SUPPLEMENTS.....64

Loganina V.I.
ANALYSIS OF TYPES AND CONSEQUENCES OF FAILURE OF PROTECTIVE – DECORATIVE COATINGS OF BUILDING CONSTRUCTIONS.....68

Makarova L.V., Tarasov R.V., Pautova I. A.
JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF CONTROLLED QUALITY PARAMETERS IN THE MANUFACTURE OF CONSTRUCTION PRODUCTS 73

Makarova L.V., Tarasov R.V., Zhidkova A.E.
PROVIDING THE LEVEL OF QUALITY AND STABILITY OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF ASPHALT CONCRETE MIX 78

PEDAGOGICAL SCIENCES 84

Kargina E.M.
FUNCTIONAL PRINCIPLE IN THE TECHNIQUE OF FOREIGN LANGUAGES TRAINING.....84

Gorbunova V.S., Grintsova O.V., Kuzyaeva N.A.
WAYS OF INFORMATION ENCODING IN THE FIELD OF CONSTRUCTION INDUSTRY 90

MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS.....96

Garkina I.A.
MODELS OF KINETIC PROCESSES IN COMPOSITES 96

Kuzina V.V.
DATABASE SUBSYSTEM OF INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS AND GRAPHIC DESCRIPTION OF WATER RESOURCES OF THE REGION 101

SYSTEM ANALYSIS, MANAGEMENT AND INFORMATION PROCESSING (ON BRANCHES).....107

Garkina I.A.
QUALITY EVALUATION SYSTEM: PRACTICAL METHODS AND FORMALIZATION 107

Danilov A.M.
CONTROL IN SPACE: ESTIMATION OF PARAMETERS OF TRANSIENT PROCESSES112

Danilov A.M.
RESULTS OF DESIGN OF CONTROL SYSTEMS FOR THE OBJECTS ON THE MOBILE BASIS.....119

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

CONSTRUCTION AND ARCHITECTURE

УДК 666.041.9

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77
Максимова Ирина Николаевна,
кандидат технических наук, профессор кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: maksimovain@mail.ru
Макридин Николай Иванович,
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки»
Тамбовцева Елена Александровна,
аспирант
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева
Россия, 430005, г. Саранск,
ул. Большевистская, д. 68,
тел.: (8342) 48-25-64
Ерофеев Владимир Трофимович,
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Строительные материалы и технологии»

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77
Maksimova Irina Nikolaevna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Management of quality and technology of construction production»
E-mail: maksimovain@mail.ru
Makridin Nikolai Ivanovich,
Doctor of Sciences, Professor of the department «Technologies of building materials and wood processing»
Tambovzeva Elena Aleksandrovna,
Postgraduate
Mordovian State University named after N.P. Ogarev
Russia, 430005, Saransk, 68,
Bolshevistskaya St.,
tel.: (8342) 48-25-64
Yerofeev Vladimir Trofymovich,
Doctor of Sciences, Professor, Head of the department «Building materials and technologies»

УСАДОЧНЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ПРОЧНОСТЬ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТНЫХ СИСТЕМ

И.Н. Максимова, В.Т. Ерофеев, Н.И. Макридин, Е.А. Тамбовцева

Приведен анализ научных представлений о влиянии влажностной усадки на формирование физико-механических свойств цементных композитов разного состава и структуры. Показано, что предварительное обжатие пористого заполнителя в результате влажностной усадки повышает его предельные деформации на стадии разрушения бетона.

Ключевые слова: цементный камень, раствор, бетон, пористый заполнитель, металлический заполнитель, влажностные деформации, структорообразование, прочность

SHRINKAGE PHENOMENON AND DURABILITY OF CEMENT COMPOSITE SYSTEMS

I.N. Maksimova, V.V. Erofeev, N.I. Makridin, E.A. Tambovzeva

The analysis of scientific knowledge of the impact of moisture shrinkage on the formation of physico-mechanical properties of cement composites of different composition and structure is given. It is shown that preliminary compression of foam filler as a result of moisture shrinkage increases its limit deformation at the stage of concrete destruction.

Keywords: cement stone, mortar, concrete, aerated filler, filler metal, moisture deformation, structure formation, strength

Усадка свойственна большинству строительных материалов, изготовленных на основе портландцемента. Первые данные по усадке бетонов были опубликованы еще в 1899 г. Консидером. С тех пор влажностная усадка бетона изучалась многими исследователями как в нашей стране, так и за рубежом. Однако природа влажностной усадки бетона оказалась настолько сложной, что до настоящего времени еще нет общепризнанной интерпретации её физической сущности, поэтому она интенсивно изучается и в настоящее время. Как известно, усадка бетона связана с химическими и физическими процессами, происходящими при взаимодействии цемента с водой, и слагается из контракционной, влажностной и карбонизационной составляющих.

В нашу задачу входило проиллюстрировать мнение исследователей о влиянии усадки на формирование физико-механических свойств цементного композита и привести наши экспериментальные данные по изучению влияния объемного содержания кварцевого песка на эти свойства.

Исследованиями многих ученых было показано, что в процессе затворения цемента с водой, его схватывания и твердения цементное тесто уменьшается в объеме. Это беспрепятственное уменьшение объема продолжается до возникновения определенной структуры цементного камня, характеризуемой моментом начала схватывания цемента.

В дальнейшем свободному уменьшению объема будет препятствовать сформировавшаяся структура и непрогидратированные зерна цемента, в результате чего в цементном камне возникают внутренние напряжения, которые обычно называют структурными.

При высушивании цементного камня в нем возникает новая система напряжений, обусловленная неравномерным удалением влаги из образца и неоднородной усадкой.

Переходя к рассмотрению механизма усадки бетона, следует отметить, что дополнительным очагом возникновения структурных напряжений в последнем являются частицы крупного заполнителя. Влияние реологических свойств заполнителя на эти напряжения велико, что показано в ряде исследований [1, 2].

Исходя из представлений об усадке, бетон обычно изучают как двухфазную систему, полагая, что заполнители в процессе формирования структуры бетона не меняют своих свойств и не подвержены усадке.

На основании опытов легкий бетон, в частности аглопоритобетон и керамзитобетон, с точки зрения усадки, по-видимому, можно рассматривать как биактивную систему, так как с физической точки зрения данные заполнители активно влияют на характер усадки бетона и формирование его структуры и прочности.

Такой подход к легкому бетону, в отличие от обычного на плотных заполнителях, обусловлен тем, что пористые заполнители не оказывают существенного торможения влажностной усадки цементного камня за счет эффекта обжатия. Известно, что на деформативную способность бетона при кратковременном и длительном нагружении существенное влияние оказывают заполнители.

Цискрели Г.Д. [3] полагает, что модуль упругости обычного бетона на плотных заполнителях есть функция прочности и объемного веса бетона.

При равной прочности бетоны на пористых заполнителях имеют вдвое меньший модуль упругости, вдвое большую предельную сжимаемость и растяжимость, а также

поперечную деформацию при сжатии по сравнению с тяжелыми бетонами, как это показано М.З. Симоновым [4].

Объяснение различной деформативной способности тяжелых и легких бетонов, исходя из различной природы структуры заполнителей, по-видимому, будет однозначным. Вероятно, для объяснения этого положения необходимо учитывать, при всех прочих равных условиях, структуру цементного камня, формирование которой, с точки зрения структурных напряжений, будет существенно отличаться в бетонах на плотных и пористых заполнителях.

Анализируя опытные данные о влиянии усадки цементного камня на формирование структуры бетона и его прочности, необходимо отметить некоторую противоречивость во взглядах ряда специалистов по этому вопросу.

Бесспорным признается всеми исследователями возникновение структурных напряжений в бетоне, обусловленных собственно усадкой и приводящих к разрыхлению структуры бетона и понижению его прочности.

Подтверждением этого положения служат опыты А.В. Саталкина [5], в которых он показал, что при раннем нагружении бетона наблюдается модифицирование структуры цементного камня, выражающееся в измельчении структурных элементов последнего, повышении его однородности и уменьшении внутреннего напряженного состояния, а также опыты [6] по повторному вибрированию бетонов, эффект которого заключается в снятии начальных напряжений в структуре цементного камня, возникающих в нем в процессе схватывания и твердения.

Как было указано выше, влажностная усадка способствует возникновению новой системы напряжений. Отсутствие гигрометрического равновесия с окружающей средой приводит к высыханию капиллярно-пористого бетона. Высыхание бетона по объему происходит неравномерно вследствие малости коэффициента диффузии влаги, в результате чего в нем возникают градиенты влажности и усадочные напряжения. Это приводит к возникновению на поверхности бетонного образца растягивающих напряжений, а внутри – сжимающих.

Отрицательное влияние влажностной усадки на структуру бетона проявляется в нем в виде появления усадочных трещин.

Однако необходимо отметить и противоположную точку зрения ряда исследователей. В одной из работ Я.В. Столяров [7] отмечал: “Огульное признание усадки бетона вредным явлением, весьма распространенное в технических кругах, следует считать неправильным. В зависимости от характера работы конструкции усадка может оказаться или выгодной, или невыгодной”.

Фрейсинэ Е. [8] пишет: “Можно считать установленным, что прочность цементов растет с возрастом бетона очень долго. Из сказанного выше следует, что значительная часть увеличения прочности, в настоящий момент неизвестная, является следствием увеличения со временем усадочного сжатия”.

Вальц К. [9] полагает, что градиентные напряжения, обусловленные неоднородной усадкой, оказывают большое влияние на работу материала: они увеличивают прочность на растяжение.

Анализируя литературные данные по явлению “усадка-обжатие” в бетоне, следует подчеркнуть, что факт существования обжатия заполнителя в бетоне окружающей его оболочкой цементного камня при усадке последней признается многими исследователями.

Так, Фрайфельд С.Е. [10] отмечает, что «прочность бетона на малопрочном заполнителе значительно увеличивается при увеличении прочности последнего, так как увеличивается не только непосредственная его прочность, но и обжатие усадкой”.

Корнилович Ю.Е. [11] считает, что зерно заполнителя, окруженное оболочкой вяжущего, в случае свободного расширения последнего при твердении приводит к ослаблению контакта между вяжущим и заполнителем и нарушению адгезии, а в случае усадки – наоборот, к усилению контакта и адгезии.

Столяров Я.В. [7] указывает, что из двух факторов, определяющих сцепление арматуры с бетоном, второй представляет “трение стержня в бетоне, возникающее при

малейших деформациях стержня под нагрузкой, это трение получается в результате давления, которое оказывает бетон на стержень вследствие происходящей в нем усадки”.

Лермит Р. [12] отмечает, что цементный камень, испытывая усадку, подвергается реактивному воздействию со стороны заполнителя.

Хенк В. [13] показал расчетным путем величину радиальных сжимающих и касательных растягивающих напряжений в оболочке цементного камня, окружающей заполнитель, когда она стремится сжаться.

Опыты по определению трещиностойкости бетонов на кольцевых образцах также базируются на эффекте обжатия стального сердечника окружающим цементным кольцом. На этом же принципе основан и метод, предложенный Р.Л. Маиляном. И, наконец, об этом говорит сама усадка бетонов на различных заполнителях. Многочисленными опытами показано, что при прочих равных условиях усадка бетона тем больше, чем меньше модуль упругости заполнителей.

Таким образом, на основании проведенного анализа обжатие заполнителей в бетоне можно считать реальным.

О том, что это обжатие приводит к возникновению системы внутренних напряжений в бетоне, которые складываются с напряжениями от внешних сил, у исследователей также нет противоречивых мнений.

По этому поводу А.Е. Десов [2] отмечает, что расхождение между теорией и опытом объясняется неучетом влияния внутренних напряжений на деформации и прочность бетона.

Влияние обжатия заполнителей в бетоне на его структурообразование и прочность велико, как это видно из сделанного выше обзора.

Однако влияние обжатия заполнителей в тяжелых и легких бетонах имеет качественное различие.

На рис. 1 представлены графические зависимости влажностной усадки цементно-песчаной матрицы от возраста цементного раствора и объёмного содержания кварцевого песка фракции 0,3÷0,6 мм при постоянном В/Ц отношении, равном 0,3, для шести серий образцов 1÷6. Цементно-песчаное отношение по объему в сериях составляло от 0 до 0,5, соответственно, для серий 1÷6. Анализируя графические зависимости (см. рис. 1), следует отметить, что величина влажностной усадки рассматриваемых серий опытных образцов в целом зависит от толщины прослойки матричной фазы между дисперсными зернами песка.

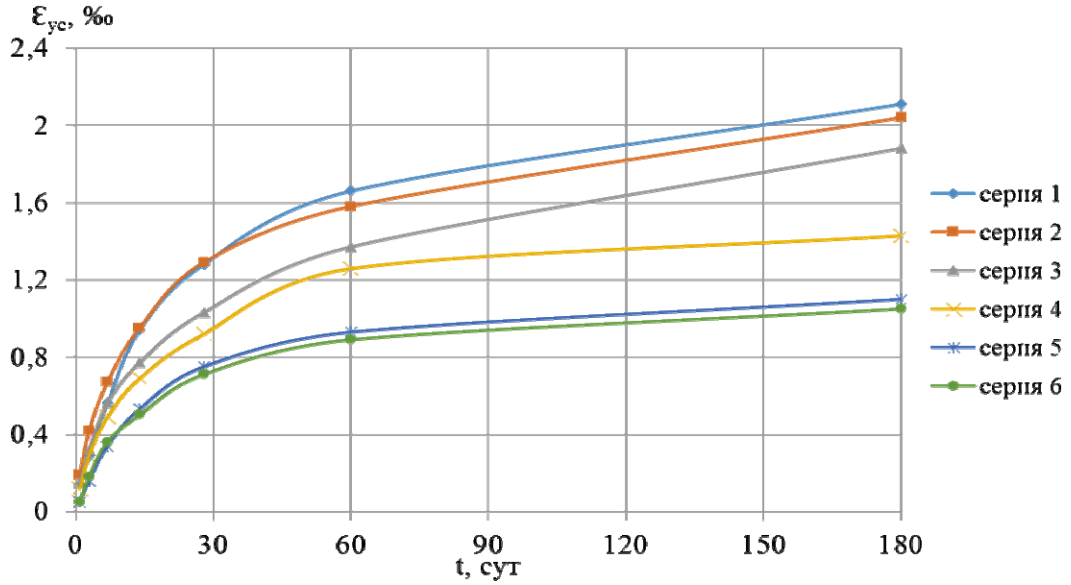


Рис. 1. Влажностная усадка цементно-песчаной матрицы в зависимости от объемного содержания кварцевого песка фракции 0,3÷0,6 мм

На рис. 2 представлены графические зависимости влажностных деформаций образцов бетона двух серий с максимальным содержанием крупного заполнителя.

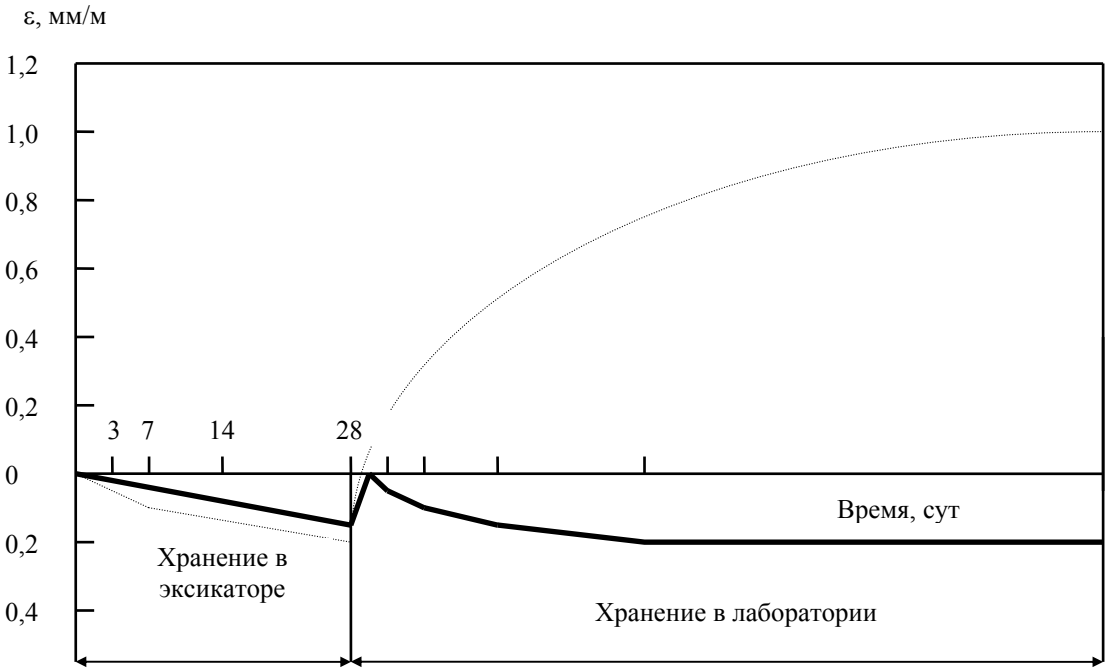


Рис. 2. Деформации обжатия пористого и металлического заполнителя в результате усадочных напряжений:
..... – на аглопоритовом заполнителе;
——— – на металлическом заполнителе

В качестве заполнителя применялся аглопорит окатанной формы диаметром 8...10 мм и металлические шарики такого же размера. Образцы-балочки размером 4×4×16 см бетонировались раздельным способом, т.е. вначале формы-тройчатки полностью заполняли аглопоритовым гравием, а затем цементным тестом при В/Ц=0,5 с вибрацией. Цементное тесто подавали через пригрузочную металлическую сетку. Чтобы не изменить В/Ц отношение, аглопорит предварительно в течение 5...6 мин увлажняли. Аналогично изготавливались балочки, в которых заполнителем служили металлические шарики. В качестве вяжущего в данном опыте был использован портландцемент марки 500 Жигулевского завода.

Через сутки балочки распалубливались и помещались в эксикатор для твердения в условиях 100 %-й влажности, а через 28 суток образцы помещали на хранение в обычных лабораторных условиях, в которых и наблюдали за ними еще в течение 100 суток.

Деформации усадки-обжатия замеряли в контрольные сроки на компараторе ИЗА-2. Контрольный размер образцов определяли в возрасте бетона одни сутки, т.е. после распалубки и помещения образцов в эксикатор.

Из рис. 2 следует, что первоначальное хранение в течение 28 суток в эксикаторе над водой приводило к увеличению размеров образцов как с аглопоритом – 0,25 мм/м, так и с металлическими шариками – 0,12 мм/м. После 28-суточного влажного хранения режим был изменен на воздушно-сухие условия с влажностью 55 %. Как видно из графиков рис. 2, уже за первые сутки балочки как на аглопоритовом, так и на металлическом заполнителе показали деформации усадки-обжатия. При этом балочки из металлобетона, достигнув начального контрольного размера, из-за высокого модуля упругости заполнителя не проявляли деформаций усадки, а аглопоритобетон показал деформации обжатия-усадки в среднем 0,15 мм/м.

Дальнейшее наблюдение за образцами в течение ста суток показало, что развитие усадочных напряжений в цементном камне приводило на образцах металлобетона к интенсивному развитию и раскрытию поверхностных усадочных трещин, что

сопровождалось увеличением линейных размеров образца относительно контрольных размеров, причем в возрасте 570 суток при хранении этого бетона в лабораторных условиях образцы самопроизвольно разрушились. На образцах же из аглопоритобетона развитие усадочных напряжений приводило к дальнейшему обжатию пористого заполнителя, достигая стабильной величины порядка 1,0 мм/м. При этом интенсивность развития и раскрытия поверхностных усадочных трещин на образцах аглопоритобетона была существенно меньше, чем на образцах из металлобетона.

Таким образом, проведенные опыты на образцах бетона с максимально возможным содержанием крупного заполнителя в его объеме показали наличие эффекта обжатия пористого заполнителя от воздействия усадочных напряжений цементной матрицы, что обусловливает, с одной стороны, известное положение о повышенной усадочной трещиностойкости легких бетонов на пористых заполнителях, а с другой – повышенную растяжимость пористых заполнителей в легких конструкционных бетонах. Эффект предварительного обжатия пористого заполнителя повышает его предельные деформации растяжения на стадии разрушения бетона, и в этом заключается теоретическое и практическое значение данного эффекта.

Подтверждением этого положения могут служить общепризнанные данные о повышенной сжимаемости и растяжимости легких бетонов, о превышении предельной деформации расширения опочного щебня, испытанного в бетоне, на одну треть по сравнению с отдельно испытанной опокой, а также данные В.И. Осидзе [14] о том, что растяжимость бетона на известняковом щебне на 70–90 % выше, чем на щебне из песчаника.

По-видимому, необходимо отметить и то обстоятельство, что в зависимости от оптимального соотношения деформаций обжатия заполнителя и возникающих при этом структурных напряжений в цементном камне это явление будет сказываться или положительно, или отрицательно на структурообразовании и прочности бетона.

Логично предположить, что повышение прочности легкого бетона путем дальнейшего повышения прочности пористого заполнителя будет ограничиваться интенсивным ростом структурных напряжений и сопутствующими явлениями, о которых было сказано выше. Такова суть и диалектическая противоречивость указанных явлений.

И в заключение укажем, что на эффект обжатия искусственных пористых заполнителей значительное влияние оказывают деформативные особенности последних при увлажнении и высушивании [15].

Список литературы

1. Ахвердов, И.Н. О научных проблемах в области легких бетонов / И.Н. Ахвердов // Аглопорит и аглопоритобетон. – Минск, 1964. – С. 12–20.

2. Десов, А.Е. Некоторые вопросы структуры, прочности и деформаций бетонов / А.Е. Десов // Структура, прочность и деформации бетонов. – М.: Стройиздат, 1966. – С. 4–58.

3. Цискрели, Г.Д. Сопротивление растяжению неармированных и армированных бетонов / Г.Д. Цискрели. – М.: Госстройиздат, 1954. – 174 с.

4. Симонов, М.З. Основы технологии легких бетонов / М.З. Симонов. – М.: Стройиздат, 1973. – 584 с.

5. Саталкин, А.В. Раннее нагружение бетона и железобетона в мостостроении / А.В. Саталкин, Б.А. Сенченко. – М.: Автотрансиздат, 1956. – 216 с.

6. Куннос, Г.Я. Вибрационная технология бетона / Г.Я. Куннос. – Л.: Стройиздат, 1967. – 136 с.

7. Столяров, Я.В. Введение в теорию железобетона / Я.В. Столяров. – М.: Госстройиздат, 1941. – 276 с.

8. Фрейсинэ, Е. Переворот в технике бетона / Е. Фрейсинэ. – М.: ОНТИ, 1938. – 141 с.

9. Вальц К. Усадочные деформации и напряжения бетона: пер. с нем. / К. Вальц // II Международный конгресс по бетону в Висбадене. – М.: Госстройиздат, 1960. – С. 55–60.

10. Фрайфельд, С.Е. Физико-механические свойства бетона и керамзитобетона на керамзитовом гравии / С.Е. Фрайфельд // ЦНИИСМ. Труды института. – Вып. IV. – М.: Государственное издательство строительной литературы, 1941. – С. 23–32.

11. Корнилович, Ю.Е. Связующие свойства цементов / Ю.Е. Корнилович. – Изд-во Академии наук УССР, 1952. – 150 с.

12. Лермит, Р. Проблемы технологии бетона / Р. Лермит. – М.: Госстройиздат, 1959. – 247 с.

13. Henk, B. Betrachtung uber Yefligespach – nunges im Beton / B. Henk // Zement-Kalk-Yips. Bd.9. №3. 1956.

14. Осидзе, В.И. Прочность и деформативность бетона на известковом заполнителе / В.И. Осидзе // Всесоюзное совещание по современным проблемам технологии бетона в промышленности сборного железобетона. – М.: Стройиздат, 1965. – С. 141–147.

15. Максимова, И.Н. Строительное материаловедение конструкционных легких бетонов: монография / Н.И. Максимова, Н.И. Макридин. – Пенза: ПГУАС. 2014. – 204 с.

References

1. Achverdov, I.N. On scientific problems of lightweight concrete / I.N. Achverdov // Agloporit and agloporitobeton. – Minsk, 1964. – P. 12–20.

2. Desov, A.E. Some questions of structure, strength and deformation of concrete / A.E. Desov // Structure, strength and deformation of concrete. – M.: Strojizdat, 1966. – P. 4–58.

3. Ziskreli, G.D. Tensile strength unreinforced and reinforced concrete / G.D. Ziskreli. – M.: Gosstrojizdat, 1954. – 174 p.

4. Simonov, M.Z. Lightweight concrete technology basics/ M.Z. Simonov. – M.: Strojizdat, 1973. – 584 p.

5. Satalkin, A.V. Early loading of concrete and reinforced concrete in bridge construction/ A.V. Satalkin, B.A. Senchenko. – M.: Avtotransizdat, 1956. – 216 p.

6. Kunnos, G.YA. Vibrating concrete technology / G.YA. Kunnos. – L.: Strojizdat, 1967. – 136 p.

7. Stolyarov, Ya.V. Introduction to the theory of reinforced concrete / Ya.V. Stolyarov. – M.: Gosstrojizdat, 1941. – 276 p.

8. Freysine, E. A revolution in the technology of concrete / E. Freysine. – M.: ONTI, 1938. – 141 p.

9. Val'z, K. Shrinkage deformation and strain of concrete: tr. from ger. / K. Val'z // II International Congress on concrete in Wiesbaden. – M.: Gosstrojizdat, 1960. – P. 55–60.

10. Frajfel'd, S.E. Physico-mechanical properties of concrete and concrete on gravel keramzitovom / S.E. Frajfel'd // ZNIISM. Trudj instituta. – Vyp. IV. – M.: State publishing house of building literature, 1941. – P. 23–32.

11. Kornilovich, YU.E. Binding properties of cements/ YU.E. Kornilovich. – Publishing house of Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1952. – 150 p.

12. Lermit, R. Problems of concrete technology / R. Lermit. – M.: Gosstrojizdat, 1959. – 247 p.

13. Henk, B. Betrachtung uber Yefligespach – nunges im Beton / B. Henk // Zement-Kalk-Yips. Bd.9. №3. 1956.

14. Osidze, V.I. Festigkeit und Verformbarkeit von Beton mit Kalkstein-Füller / V.I. Osidze // All-Union conference on contemporary problems of concrete technology in the precast industry. – M.: Strojizdat, 1965. – P. 141–147.

15. Maksimova, I.N. Baustoffe von strukturellen Leichtbeton: monographie / I.N. Maksimova, N.I. Makridin. – Penza: PGUAS, 2014. – 204 p.

УДК 502.22:628.4.038

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Белякова Елена Александровна,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Кадастр недвижимости и право»
E-mail: var_lena@mail.ru

Калашников Владимир Иванович,
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Технологии строительных материалов и деревообработки»
E-mail: kalashnikov_vi@mail.ru

Москвин Роман Николаевич,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта»
E-mail: moskva_in@mail.ru

Белякова Варвара Сергеевна,
магистр
E-mail: varya_bel@mail.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Belyakova Elena Aleksandrovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of department «Real estate cadastre and right»
E-mail: var_lena@mail.ru

Kalashnikov Vladimir Ivanovic,
Doctor of Sciences, Professor, Head of the department «Technology of building materials and wood processing»
E-mail: kalashnikov_vi@mail.ru

Moskvin Roman Nikolaevich,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Operation of Road Transport»
E-mail: moskva_in@mail.ru

Belyakova Varvara Sergeevna,
Undergraduate
E-mail: varya_bel@mail.ru

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛ-УНОСА ТЭЦ В БЕТОНАХ

Е.А. Белякова, В.И. Калашников, Р.Н. Москвин, В.С. Белякова

Показана необходимость использования отходов предприятий теплоэнергетики – зол-уноса ТЭЦ – для обеспечения техносферной безопасности в сфере обращения с отходами. Определены критерии пригодности золы-уноса при использовании ее в бетонных смесях и бетонах нового поколения. Приведено обоснование экономической и экологической эффективности утилизации зол-уноса ТЭЦ в производстве щебеночного бетона при замене золой 80 % цемента.

Ключевые слова: строительные материалы, утилизация отходов, зола-унос ТЭЦ, оценка золы-уноса, экономическая эффективность, экологическая эффективность

TECHNOSPHERE SAFETY OF DISPOSING FLY ASH CHP IN CONCRETE

E.A. Belyakova, V.I. Kalashnikov, R.N. Moskvin, V.S. Belyakova

The authors have shown the necessity of using of combined heat and power's (CHP) wastes – fly ash – to ensure technospheric safety in waste management. There have been identified the criteria of suitability of fly ash when it is used in concrete mix and concrete of new generation. Substantiation of the economic and environmental benefits of CHP fly ash in the production of crushed stone concrete by replacing 80 % of cement by ash is shown.

Keywords: building materials, waste recovery, fly ash of CHP, evaluation of fly ash, economic efficiency, environmental efficiency

Обеспечение техносферной безопасности людей, живущих на Земле, – остро стоящая задача. Анализ совокупности негативных факторов, действующих в настоящее время в техносфере, показывает, что приоритетное значение имеют антропогенные негативные воздействия, среди которых преобладают техногенные. Уровни и масштабы воздействия негативных факторов постоянно нарастают и в ряде сфер производства достигли таких значений, когда человеку и природной среде угрожает опасность необратимых изменений.

Одной из крупных отраслей промышленности в России, да и во всем мире, производящей огромное количество отходов, является теплоэнергетика [1]. В связи с этим разработка мероприятий, позволяющих снизить негативное воздействие предприятий теплоэнергетики на окружающую среду на примере утилизации золы-уноса от сжигания бурого угля Канско-Ачинского угольного бассейна, является актуальной задачей.

Зола-унос представляет собой тонкодисперсный порошок, который образуется в результате сжигания твердого топлива – угля. Это очень легкий материал, в связи с этим он разносится ветром на большие расстояния – до 50 км от мест хранилища, загрязняя все на своем пути, оседая толстым слоем на плодородных землях и попадая через дыхательные пути в организм человека. В химическом составе золы-уноса большое количество оксида кальция CaO (30-35 %), при попадании которого на слизистые оболочки и взаимодействии с водой происходит мощная химическая реакция с образованием гидроксида кальция, обладающего сильным раздражающим действием (образуются язвы и некрозы). В связи с этим для снижения негативного воздействия золы-уноса на человека и окружающую среду необходимо совершенствовать существующие мероприятия по массовому использованию золошлаковых отходов при производстве строительных материалов [2].

Для решения этой задачи потребовалось изучить свойства золы-уноса Красноярской ТЭЦ.

Возможность использования данной золы-уноса в строительных материалах, в том числе в современных высокопрочных бетонах нового поколения проверялась по нескольким критериям.

Первый критерий – это химический и минеральный составы. Проведенный анализ показал, что они сопоставимы с составом цемента (табл. 1), т.е. в золе имеется значительное количество оксидов кальция, алюминия, железа и кремния, которые являются основой клинкерных минералов цемента.

Таблица 1

Химический состав зол от сжигания Канско-Ачинских углей

№ золы	Массовая доля основных компонентов, %									п.п.п.
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	
№1	53,6	7,0	6,3	0,4	22,5	4,9	0,8	0,3	0,3	1,73
№2	52,9	5,4	1,2	1,5	32,7	4,8	0,7	0,03	0,05	1,07

Второй критерий – это равномерность изменения объема. Как видно, лепешки из исходной немолотой золы не выдержали испытаний и разрушились при кипячении (рис. 1,а). Тогда как образцы-лепешки, изготовленные из измельченной золы-уноса до удельной поверхности 350-450 $м^2$/кг (удельной поверхности цемента), сохранили свою форму и объем (рис. 1,б).

а б

Рис. 1. Фотографии зольных образцов-лепешек:
а – образцы из немолотой золы, не выдержавшие испытания на равномерность изменения объема; б – образцы из молотой золы, сохранившие исходную форму

Третий критерий – это возможность регулирования раннего схватывания золы. Было определено, что по аналогии с замедлением схватывания цемента гипсовый камень замедляет процесс раннего схватывания и золы-уноса ТЭЦ [3]. Причем наблюдается прямая зависимость сроков схватывания от дозировки гипсового камня в вяжущем, что отражено на графике (рис. 2).

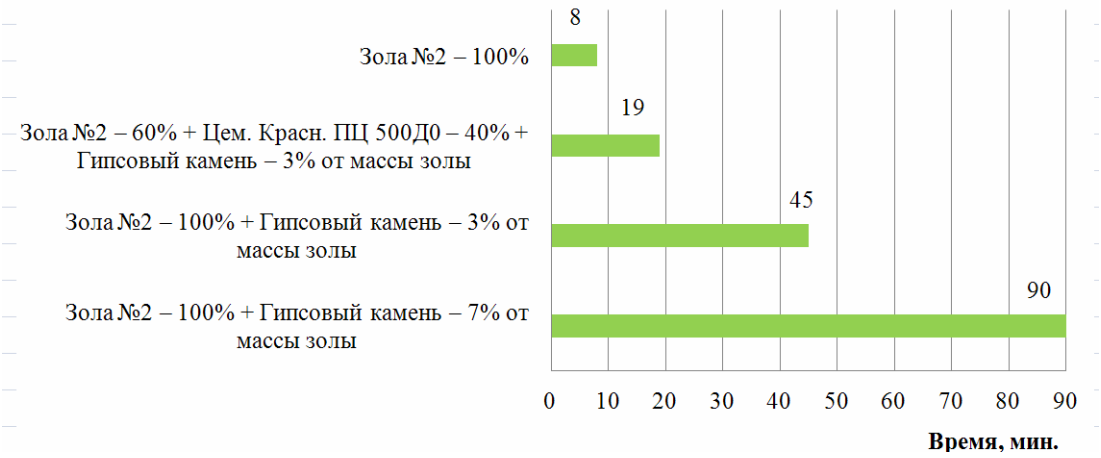


Рис. 2. Начало схватывания зольного и цементно-зольного теста на основе золы-уноса №2

Четвертый критерий – это тепловыделение при взаимодействии золы-уноса ТЭЦ с водой, что является одним из признаков процесса гидратации компонентов золы (рис. 3). Исследования показали, что максимальное и быстрое тепловыделение наблюдается при гидратации тонкомолотой золы (43° через 10 мин), в то время как гидратация немолотой золы сопровождается менее высоким и более длительным тепловыделением (40° через 90 мин). Это говорит о высокой активности золы-уноса, которая особенно активно проявляется при измельчении сфер золы [4].

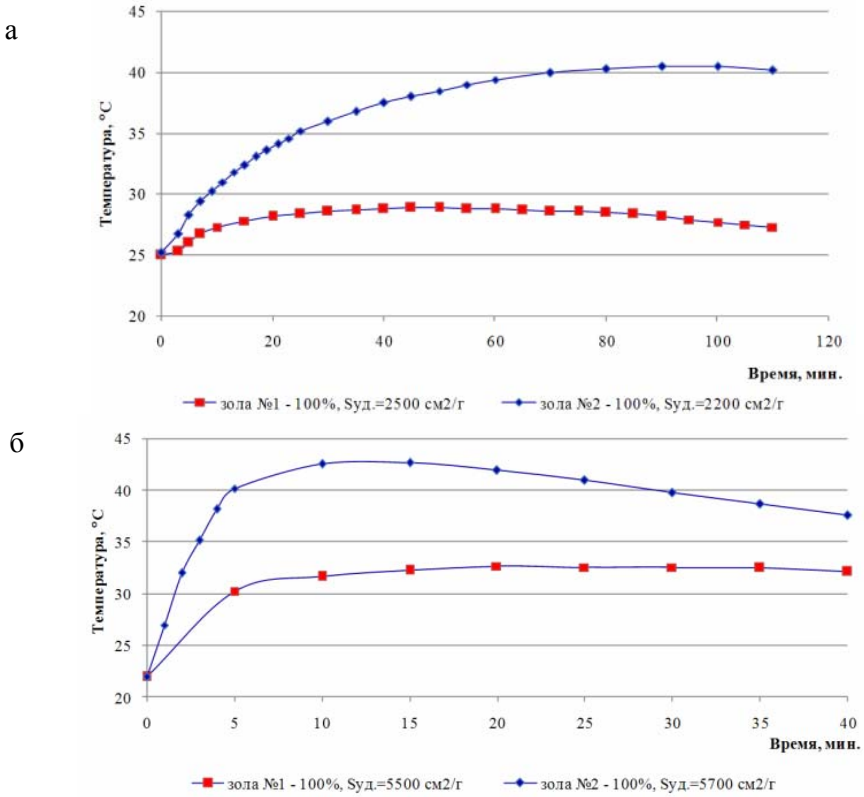


Рис. 3. Тепловыделение зольного теста на основе исходных немолотых (а) и тонкомолотых (б) зол-уноса

Эти критерии пригодности золы для использования в бетоне позволили разработать состав цементно-зольного вяжущего. Были исследованы различные соотношения золы-уноса и цемента. Для этого были изготовлены образцы из цементно-зольного вяжущего на основе Красноярского портландцемента ПЦ500 Д0 и зол-уноса (табл. 2). Количество золы в ЦЗВ варьировалось от 20 до 70 % от массы вяжущего. Испытания образцов, изготовленных из литых, самоуплотняющихся суспензий, проводились в возрасте 2, 7, 28 суток нормального твердения.

Таблица 2

Реотехнологические свойства цементно-зольных суспензий и физико-механические свойства затвердевшего цементно-зольного вяжущего

Отношение цемент : зола, %	В/В	ρ, кг/м^3	P_x, см	Прочность при сжатии, МПа, через, сут			Показатели	
				2	7	28	$ЦЗВ^{уд}_{R_c}$, кг/МПа	$Ц^{уд}_{R_c}$, кг/МПа
20 : 80	0,209	2150	35	26	60,5	84	25,00	5,00
30 : 70	0,211	2205	37	48	75,6	114	18,42	5,53
40 : 60	0,215	2215	41	62,4	95,2	128	16,41	6,56
50 : 50	0,209	2240	35	80,8	100	140	15,00	7,50
60 : 40	0,214	2245	38	86,8	110	144	14,58	8,75
70 : 30	0,200	2241	36	102	112	143	14,67	10,28

Удельный расход цемента в цементно-зольном вяжущем на единицу прочности при сжатии в зависимости от процентного содержания цемента варьируется от 5,00 до 10,28 кг/МПа. В связи с тем что прочностные показатели затвердевших вяжущих с 50, 60 и 70 % цемента практически одинаковы, то не имеет смысла увеличивать содержание цемента выше 50 %. Однако окончательное максимальное количество цемента может быть установлено при испытании бетона.

В табл. 3 приводится состав щебеночного бетона на цементно-зольном вяжущем с использованием золы-уноса в количестве 80 % от массы цемента. Исследования образцов из этого бетона показали, что прочность при сжатии составляет 53 МПа, что соответствует классу бетона В40.

Таблица 3

Порошково-активированный щебеночный бетон на цементно-зольном вяжущем с соотношением «цемент : зола» = 20:80

Наименование компонентов	На 1 м^3, кг	Объем на 1 м^3, л	В/В, В/Ц, В/Т	ρ, кг/м^3	$\frac{П_т}{ЦЗВ}$	$\frac{П_з}{ЦЗВ}$	Прочность МПа, через, сут		
							1	7	28
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Цемент Красноярский ЦЕМ I 42,5Н + зола №1 (20 %:80 %) + ГК 6 % от золы (ЦЗВ)	473	158	0,317	2411	0,87	1,06	$R_{сж}$=19 $R_{из}$=3,4	$R_{сж}$=30 $R_{из}$=4,6	$R_{сж}$=53 $R_{из}$=7,7
					$\frac{\sum П}{ЦЗВ}$ = 1,93				
СП Хидетал 9γ 1,2 % от ЦЗВ	5,7	4,4	1,586		$\frac{Щ}{ЦЗВ}$ = 1,86				
Отсев рядового песка БКУ (г. Красноярск) фр. 0-0,63 мм (Пт)	411	163	0,066		$И^{П_т}_{ВД}$ = 1,52 $И^{П_з}_{ВДТ}$ = 2,06 $И^{щ}_{ВДП}$ = 1,75		$Ц^{уд}_{R_c}$ = 1,78 кг/МПа; $ЦЗВ^{уд}_{R_c}$ = 8,9 кг/МПа; $R^{уд}_{ЦЗВ}$ = 0,112 МПа/кг		
Песок БКУ (г. Красноярск) фр. 0,63-5,0 мм (Пз)	502	186							
Щебень гранитный мытый фр. 5-10 мм (Щ)	880	326	Осадка стандартного конуса 16 см		$\Sigma М_Д$=473 $\Sigma М_{ДТ}$=884 $\Sigma М_{ДТП}$=1386 $С^М_Д$=20,9 % $С^М_{ДТ}$=39,0 % $С^М_{ДПТ}$=61,2 %		$\Sigma V_{ВД}$=308 $\Sigma V_{ВДТ}$=471 $\Sigma V_{РАСТ}$=657 $С^V_{ВД}$=31,3 % $С^V_{ВДТ}$=47,9 % $С^V_{РАСТ}$=66,8 %		
$\Sigma М_{сух.}$ $\Sigma V_{сух.}$ Вода	2266 — 150	— 833 150							
$М_{б.с.}$	2416	—							
$V_{б.с}$	—	983							

Нами были рассчитаны экологическая и экономическая эффективность проектных предложений.

Экономическая эффективность от использования золы-уноса выражается в снижении себестоимости щебеночного бетона при замене золой 80 % цемента. Себестоимость бетона по традиционной технологии составляет около 4500 рублей за 1 м^3. Тогда как введение тонкозернистого песка и замена цемента золой позволяют снизить себестоимость 1 кубического метра бетона нового поколения более чем на 1000 рублей.

Экологическую эффективность предлагаем оценивать размерами земельного участка, загрязнение которого предотвращено в результате использования зол-уноса в производстве бетона. В котлоагрегатах Красноярской ТЭЦ в год образуется около 130 тыс. т золы-уноса. Если предположить, что она складируется в виде терриконов высотой 10 м, площадь земельного участка, который возможно будет загрязнен в течение 1 года, составит более 1 га.

Не менее важным экологическим эффектом от использования золы-уноса в бетонах является уменьшение эмиссии углекислого газа в атмосферу при производстве цемента.

Таким образом, будут реализованы задачи техносферной безопасности, такие, как минимизация техногенного воздействия на природную среду, сохранение жизни и здоровья человека за счет использования современных технических разработок в области производства строительных материалов.

Список литературы

1. Белякова, В.С. Практическое применение зол ТЭЦ в промышленности строительных материалов / В.С. Белякова, В.С. Демьянова // Вестник магистратуры. – 2014. – №9(36). – С. 12–14.

2. Новые направления использования зол ТЭЦ в порошково-активированных бетонах нового поколения / В.И. Калашников, О.В. Тараканов, Е.А. Белякова, М.Н. Мороз // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – №3(17). – С. 22–27.

3. Белякова, Е.А. Порошковые и порошково-активированные бетоны с использованием горных пород и зол ТЭЦ: дис. … канд. техн. наук / Е.А. Белякова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 190 с.

4. Тепловыделение и реакционная активность зол-уноса в цементно-зольных вяжущих / В.И. Калашников, Р.Н. Москвин, Е.А. Белякова, В.С. Белякова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2014. – №2 (10). – С. 163–170.

References

1. Belyakova, V.S. Practical application angry CHP in the industry of building materials / V.S. Belyakova, V.S. Demyanova // Bulletin of the Judiciary. – 2014. – №9 (36). – P. 12–14.

2. New ways of using CHP ashes in powder-activated concretes new generation / V.I. Kalashnikov, O.V. Tarakanov, E.A. Belyakova, M.N. Moroz // Regional architecture and engineering. – 2013. – №3 (17). – P. 22–27.

3. Belyakova, E.A. Powder and powder-activated concrete with use of rocks and ashes CHP: dis. ... Cand. tehn. Sciences / E.A. Belyakova. – Penza: PGUAS, 2013. – 190 p.

4. Heat generation and reactivity of fly-ash in cement-ash binders / V.I. Kalashnikov, R.N. Moskvin, E.A. Belyakova, V.S. Belyakova // Models, systems, networks in economics, engineering, nature and society. – 2014. – №2 (10). – P. 163–170.

УДК 691.534.2

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77
Пышкина Ирина Сергеевна,
аспирант кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: glazycheese@gmail.com

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77
Pyshkina Irina Sergeevna,
Postgraduate of the department «Quality management and construction technologies»
E-mail: glazycheese@gmail.com

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ГИДРОСИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ ДЛЯ ИЗВЕСТКОВЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ СМЕСЕЙ

И.С. Пышкина

Приведены сведения о закономерностях структурообразования известковых образцов с добавлением синтезированных гидросиликатов кальция. Представлены рентгенофазовый и дифференциально-термический анализы известковых образцов на основе синтезированных наполнителей.

Ключевые слова: гидросиликаты кальция, наполнитель, диатомит, сухие строительные смеси

STRUCTURE AND PROPERTIES OF ADDITIVES BASED ON CALCIUM SILICATE LIME FOR FINISHING MIXES

I.S. Pyshkina

Information about the patterns of structure formation of lime samples with addition synthesized hydrosilicates calcium is given. X-ray diffraction and differential thermal analysis of samples of lime -based synthetic fillers are presents.

Keywords: hydrous calcium, fillers, diatomaceous earth, dry mix

Традиционными материалами, на протяжении многих лет применявшимися для реставрации фасадов зданий исторической застройки, были известковые составы [1]. Однако низкая эксплуатационная стойкость известковых покрытий приводит к увеличению межремонтных затрат. Повышение эксплуатационных свойств известковых покрытий может быть обеспечено путем введения в их рецептуру наполнителя на основе синтезированных гидросиликатов кальция (ГСК) [2, 3].

Синтезированный наполнитель представляет собой смесь высоко- и низкоосновных гидросиликатов кальция. Учитывая, что низкоосновные гидросиликаты кальция обладают более высокой прочностью, в продолжение дальнейших исследований в целях получения низкоосновных гидросиликатов кальция и повышения эффективности синтезируемого наполнителя при синтезе вводился диатомит Инзенского месторождения.

В работе использовались два режима синтеза: 1-й режим – осаждение в присутствии 15 %-го раствора $CaCl_2$ в количестве 50 % от массы жидкого стекла; 2-й режим – осаждение в присутствии 10 %-го раствора $CaCl_2$ в количестве 50 % от массы жидкого стекла с добавлением диатомита, при этом соотношение твердая:жидкая фаза (Т:Ж) составляло (Т:Ж) = 1:2. Полученный осадок отфильтровывался и высушивался при температуре 100 ^{o}C [4].

Для оценки фазового состава наполнителя был выполнен рентгенофазовый анализ РФА. Для съемки рентгенограмм образцов использовалась рентгеновская рабочая

станция ARL 9900 WorkStation. Установлено, что на рентгенограммах образцов наполнителя, синтезированного по 1-му режиму, присутствуют дифракционные линии (Å) следующих минералов: гидросиликатов кальция тоберморитовой группы (*d* = 10,13059; *d* = 3,58269; *d* = 3.25556; *d* = 3.2579; *d* = 2,82163;*d* = 2,4662; *d* = 2,28271; *d* = 2,20517; *d* = 1.2618); твердого раствора CSH(B) в виде слабозакристаллизованного геля (*d* = 4,76541; *d* = 3,03952; *d* = 2,82163); твердого раствора C–S–H (II): (*d* = 2,22058; *d* = 2,06213; *d* =1,87721; *d* =1,41032; *d* = 2,82214; *d* = 1,6293; *d* = 1,41012); гидрогалитов (*d* = 3,85831; *d* = 1.99449; *d* = 1.62748); кальцитов (*d* = 3,85831; *d* = 3,03952; *d* = 1,41032), арагонитов (*d* = 1,87721; *d* = 1,29764); ватеритов (*d* = 1,26099) (рис. 1).

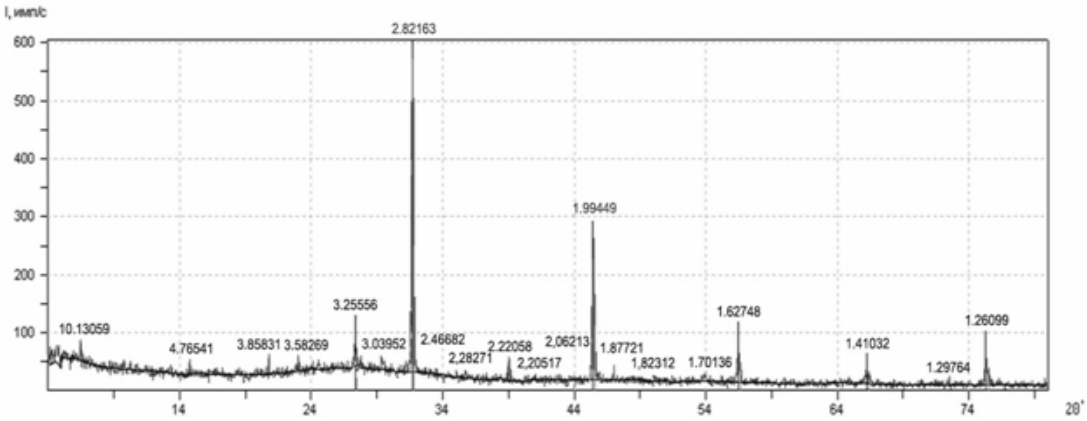


Рис. 1. Рентгенограмма наполнителя, синтезированного по 1-му режиму

У наполнителя, синтезированного по 2-му режиму, идентифицируются следующие соединения: гидросиликаты кальция тоберморитовой группы (*d* = 3,23649; 3,20907; *d* = 2,83127; *d* =1,49679); твердый раствор CSH(B) в виде слабозакристаллизованного геля (*d* = 2,18295; *d* = 1,87623; *d* =1,50692;*d* =1,75605); раствор C–S–H (II) (*d* = 2,26363; *d* = 2,42699; *d* =1,85754; *d* =1,444188); кварц (*d* =3,14261; *d* = 1,28214; *d* =1,18895); каолинит (*d* = 4,17526; 3,391105); гидрогалиты (*d* =3,25968; *d* = 2,955451; *d* =2,89931; *d* =257507); кальцит (*d* =2,55971; *d* = 1,06929; *d* =1;45393); арагонит (*d* = 4,33089; *d* =1,18507) (рис.2).

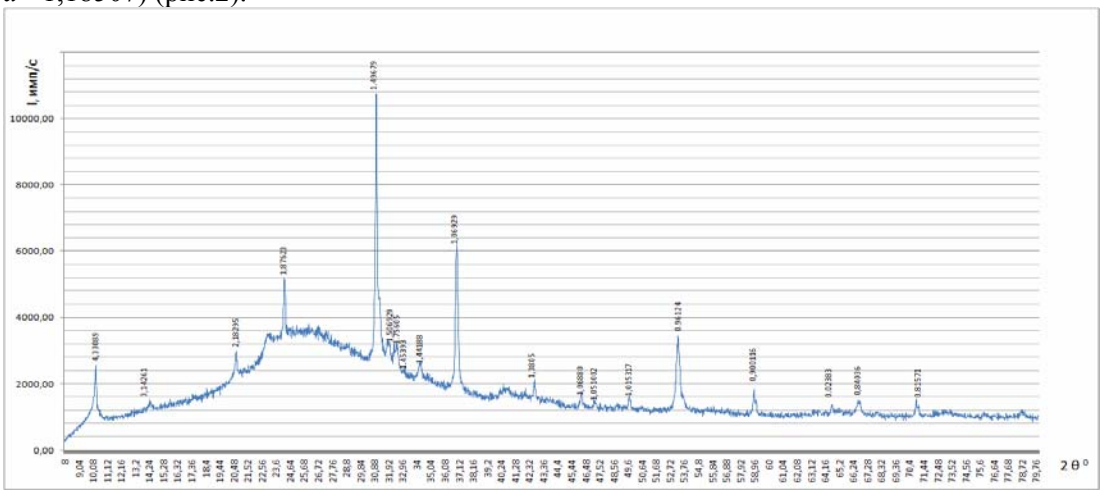


Рис. 2. Рентгенограмма наполнителя, синтезированного по 2-му режиму

Анализ ренгенограмм наполнителей свидетельствует о том, что минералогический состав ГСК, синтезированных по 2-му режиму, характеризуется большим количеством более интенсивных пиков, относящихся к низкоосновным гидросиликатам кальция.

Полученные данные нашли дополнительное подтверждение при проведении дифференциально-термического анализа с помощью установки «Термоскан-2». Термический анализ (ТА) наполнителей проводился в интервале температур 20-1000°С в

атмосфере воздуха при скорости нагрева 5°С/мин. На рис. 3 приведены термограммы синтезированных наполнителей.

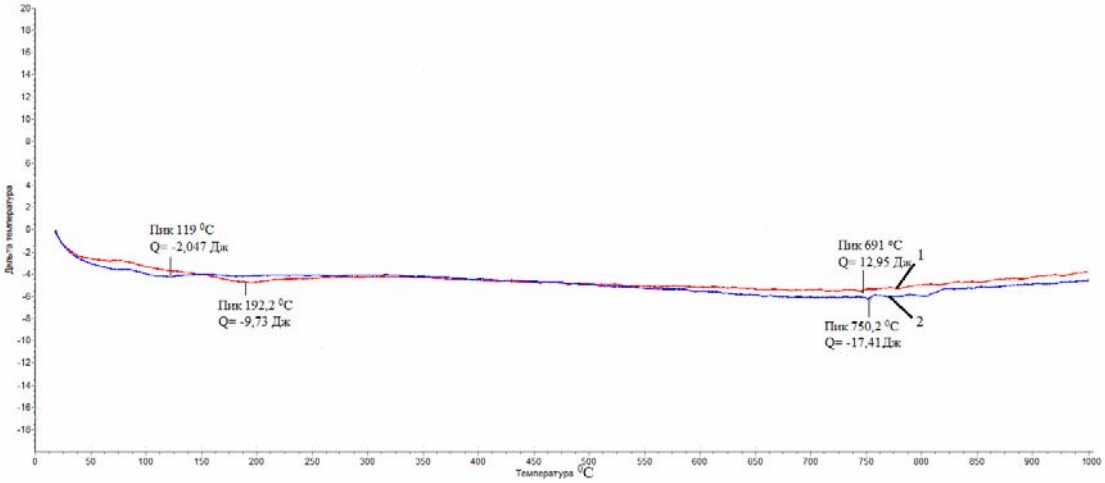


Рис. 3. Кривые дифференциально-термического анализа ГСК:
1 – синтезированных по 1-му режиму; 2 – синтезированных по 2-му режиму

Эндотермический эффект при нагреве до 250°С обусловлен удалением свободной воды из ГСК. Из рис. 3 видно, что эндотермический эффект при нагревании наполнителя, синтезированного по 2-му режиму, меньше и составляет Q= -2,047 Дж (см. рис. 3, кривая 2), в то время как у наполнителя, синтезированного по 1-му режиму, – -9,73 Дж (см. рис. 3, кривая 1).

Свыше 300°С происходит удаление химической связной воды из гидросиликатов кальция. Эндотермический эффект при нагревании наполнителя, синтезированного по 1-му режиму, меньше и составляет Q= -12,95 Дж (см. рис. 3, кривая 1), в то время как у наполнителя, синтезированного по 2-му режиму, – -17,41 Дж (см. рис.3, кривая 2), что, видимо, обусловлено большим содержанием гидросиликатов кальция в наполнителе, синтезированном по 2-му режиму.

Оценивался предел прочности при сжатии известковых образцов с применением наполнителей на основе ГСК. В ходе исследования применялась известь-пушонка, приготовленная на извести второго сорта с активностью 86 %. Содержание наполнителей ГСК составляло 30 % от массы извести.

В возрасте 28 суток воздушно-сухого твердения предел прочности при сжатии $R_{сж}$ известковых образцов с ГСК, синтезированными по 2-му режиму, выше и составляет $R_{сж}$ = 7,59 МПа, в то время как у образцов с ГСК, синтезированными по 1-му режиму, $R_{сж}$= 4,7 МПа. Предел прочности при сжатии контрольного состава составлял: $R_{сж}$= 2,12 МПа.

Таким образом, приведенные выше данные свидетельствуют об эффективности применения синтезируемых в присутствии диатомита гидросиликатов кальция в известковых составах как наполнителя, регулирующего структурообразование, что позволит улучшить свойства известковых отделочных покрытий.

Список литературы

1. Шангина, Н.Н. Особенности производства и применения сухих строительных смесей для реставрации памятников архитектуры / Н.Н. Шангина, А.М. Харитонов //Сухие строительные смеси. – 2012. – №3. – С.35–38.

2. Повышение водостойкости покрытий на основе известковых отделочных составов / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, С.Н. Кислицына, К.А. Сергеева // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 1. – С. 41–46.

3. Оптимизация состава композитов общестроительного назначения, модифицированных наноразмерными добавками / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, О.А. Давыдова // Региональная архитектура и строительство. – 2010. – № 2. – С. 53–57.

4. Логанина, В.И. Влияние режима синтеза наполнителя на структуру и свойства известковых сухих строительных смесей / В.И. Логанина, И.С. Пышкина // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – №36 (55). – С. 64–67.

References

1. Shangina, N.N. Production features and use of dry mixes for restoration of monuments /N.N. Shangina, A.M. Harinonov // Construction Chemicals. – 2012. – №3. – P.35–38.

2. Improving water resistance of coatings based on lime finishing compositions / V.I. Loganina, L.V. Makarova, S.N. Kislitsyna, K.A. Sergeeva // Proceedings of the higher educational institutions. Building. – 2012. – № 1. – P. 41–46.

3. Optimization of composites for general purpose , modified nanoscale additives / V.I. Loganina, L.V. Makarova, R.V. Tarasov, O.A. Davydova // Regional architecture and engineering . – 2010. – № 2. – P. 53–57.

4. Loganina V.I. Influence of synthesis conditions of the filler on the properties of lime dry mixes / V.I. Loganina, I.S. Pyshkina // Herald of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. – 2014. – №36 (55). – P. 64–67.

УДК 697.137.2

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Береговой Александр Маркович,
доктор технических наук, профессор
E-mail: ambereg@rambler.ru

Дерина Мария Александровна,
соискатель кафедры «Городское строительство и архитектура»
E-mail: gsia@pguas.ru

Пильгин Александр Дмитриевич,
студент
E-mail: gsia@pguas.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Beregovoy Alexandr Marcovich,
Doctor of Sciences, Professor
E-mail: ambereg@rambler.ru

Derina Marya Alecsandrovna,
Competitor of the department «Urban construction and Architecture»
E-mail: gsia@pguas.ru

Pelgin Alexander Dmitrievich,
Student
E-mail: gsia@pguas.ru

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

А.М. Береговой, М.А. Дерина, А.Д.Пильгин

Дается анализ зависимости функции энергосбережения от размеров теплоотдающих поверхностей надземной части и тепловоспринимающих поверхностей подземных помещений малоэтажных зданий. Расчетным путем показано, что устройство в перекрытии холодного чердака конструктивного слоя с большим сопротивлением воздухопроницанию позволяет значительно уменьшить тепловые потери при эксфильтрации теплого воздуха через засыпной утеплитель.

Ключевые слова: энергоэффективность, малоэтажные здания, компактность формы здания, функция энергосбережения, подземное пространство, теплопотери при эксфильтрации, засыпной утеплитель чердака

THE ISSUES OF ENERGY EFFICIENCY INCREASING OF LOW-RISE BUILDINGS

A.M. Beregovoy, M.A. Derina, A.D.Pelgin

There was given an analysis of the dependence of energy saving function from dimensions of heat-transfer surfaces of the aboveground part and heat absorption surfaces of the underground rooms of low-rise buildings. By calculating it is shown that the placement a structural layer in the ceiling of cold attic with great resistance to air permeability can significantly reduce heat loss by exfiltration of warm air through loose-fill insulation.

Keywords: energy efficiency, low-rise buildings, compact building shape, energy saving function, underground space, heat loss by exfiltration, loose-fill insulation attic

Малоэтажные здания в последние годы получают все большее распространение ввиду их экологической привлекательности и удобства проживания. Так, в г. Пензе в 2014 г. из всего объема построенного жилья 38 % составляют индивидуальные жилые дома [1]. Вместе с тем по тепловой эффективности малоэтажные здания значительно уступают многоэтажным.

Для предварительной оценки тепловых потерь целесообразно использовать отношение площади наружных ограждающих конструкций $A_н^{сум}$ к отапливаемому объему здания $V_{от}$.

$$К_{комп} = A_н^{сум} / V_{от}.$$

Коэффициент компактности формы здания $К_{комп}$ наряду с общим коэффициентом теплопередачи $К_{общ}$ непосредственно определяет удельную теплозащитную характеристику здания [2].

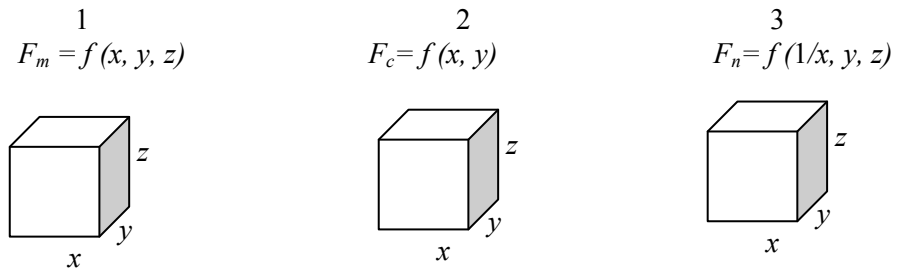
Имея более развитую площадь $A_н^{сум}$ теплоотдающих ограждений по отношению к объему, малоэтажные здания испытывают более чем двукратный рост тепловых потерь по сравнению с многоэтажными домами, значительно уступая последним по энергоэффективности. Поэтому в стадии проектирования или реконструкции малоэтажного здания возникает необходимость в тщательном анализе и технико-экономическом обосновании используемых архитектурно-строительных принципов энергосбережения.

Такой эффективный принцип проектирования, обусловливающий снижение коэффициента $К_{комп}$, как увеличение размеров здания, целесообразно использовать в проекте многоэтажного здания, поскольку его длина, число секций и количество этажей являются варьируемыми параметрами. Для многих малоэтажных зданий (коттеджи, двухсемейные дома), ограниченных по высоте, увеличение геометрических параметров дома часто теряет смысл из-за экономических соображений.

Особенность формообразования зданий небольшой высоты обеспечивает возможность более активного поступления энергии природной среды в их помещения. Именно по этой причине для малоэтажных зданий весьма выгодно использование возобновляемых источников энергии, к которым относится тепло верхних слоев земли.

Если наибольшее поступление солнечного тепла к наружной поверхности ограждения в определенный момент времени происходит только с одной стороны горизонта, то в подземные помещения тепловые потоки проникают через ограждения сразу с нескольких сторон грунтового массива. К тому же в этих помещениях нет таких больших теплопотерь как в надземных из-за отсутствия инфильтрации холодного воздуха и благодаря большой теплоаккумулирующей способности окружающего грунтового массива, обеспечивающего относительное постоянство температур в подземном пространстве здания.

Результаты проведенного анализа зависимости функции энергосбережения F от размеров x, y, z тепловоспринимающих поверхностей показаны на рисунке, а в табл.1 приведена зависимость коэффициента $К_{комп}$ подземного пространства от его геометрических параметров [3].

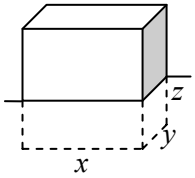
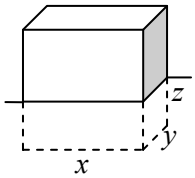
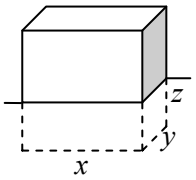


Факторы, влияющие на функцию F
(x, y, z – геометрические параметры здания: ширина, длина и высота)^
1 – здания с традиционной системой отопления; 2 – здания с использованием тепла солнечной радиации; 3 – подземное помещение с использованием тепла верхних слоев земли

Эффективность функции F возрастает с увеличением размеров x, y, z здания первого типа и уменьшается с увеличением размеров подземного помещения (см. рисунок, третий тип пространства). В здании второго типа эта функция зависит от площади инсолируемой поверхности.

Таблица 1

Зависимость показателя компактности подземного пространства $К_{комп} = A_н^{сум} / V_{от}$ от его геометрических параметров

Схемы подземного пространства	x	y	z	$K_{комп} = A_н^{сум} / V_{от}$	$A_н^{сум} / A_п$
 $y = 50$ $z = 2,5$	10 14 22			0,64 0,58 0,53	1,60 1,46 1,33
 $x = 10$ $z = 2,5$		30 50 90		0,67 0,64 0,62	1,67 1,60 1,56
 $x = 10$ $y = 50$			2 3 3,5	0,74 0,57 0,53	1,48 1,72 1,84

Примечание. Зависимости определены при условии равенства между собой термических сопротивлений всех наружных ограждений подземного пространства, теплопоступлений со стороны грунта и отсутствия теплопоступлений через цокольное перекрытие.

Результаты расчетов, приведенные в табл.2, подтверждают ранее сделанный вывод, что эффективность использования тепла верхних слоев земли, выражаемая отношением $К_{комп} = A_н^{сум} / V_{от}$, уменьшается с увеличением размеров подземного пространства здания. Например, при увеличении высоты пространства с 2 до 3 м эффективность использования тепла может понизиться на 14 %.

К эффективным архитектурно-строительным принципам проектирования, обеспечивающим снижение тепловых потерь в зданиях, относится повышение приведенного сопротивления теплопередачи наружных ограждающих конструкций. Малоэтажные здания имеют относительно большую удельную площадь чердачного перекрытия, теплозащитные свойства которого существенно влияют на теплопотребление здания. Как показали проведенные нами в 2012–2014 гг. натурные обследования, в 2–3-этажных домах старой застройки г. Пензы функция тепловой защиты этого перекрытия за многолетний срок эксплуатации практически полностью исчерпалась: утеплитель из шлака превратился в пылевидное состояние, воздухонепроницаемый защитный слой отсутствовал.

На основании расчетной модели были определены потери тепла q_u (табл.2, схема 1) через конструкцию такого перекрытия в процессе эксфильтрации воздуха в пространство холодного чердака [4, 5]:

$$q_u = \frac{c_в \cdot w \cdot e^{c_в \cdot w \cdot R}}{e^{c_в \cdot w \cdot R_0} - 1} \cdot \left(t_в - t_н\right),$$

где ω – количество эксфильтрующегося воздуха, кг/(м^2·ч),

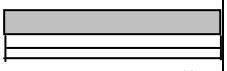
$$\omega = \Delta p / R_u,$$

а R_u – сопротивление воздухопроницанию многослойной конструкции чердачного перекрытия, м^2·ч·Па/кг,

$$R_u = R_{u1} + R_{u2} + \ldots + R_{un}.$$

Таблица 2

Теплофизические показатели конструкций чердачного перекрытия

№ п/п	Конструктивная схема	ω, кг/(м^2·ч)	R_u, м^2·ч·Па/кг	R_0, м^2·°С/Вт	R, м^2·°С/Вт	q_u, Вт/м^2	$q_{норм}$, Вт/м^2
1	– шлак котельный – доски по балкам	6,16	0,25	2,4	2,29	68,23	19,6
2	 –шлак котельный –доски по балкам –пленка натяжного потолка	нет	-	2,05	2,39	нет	19,6

Данные табл.2 показывают, что тепловые потери через обследованную конструкцию чердачного перекрытия (см. табл.2, схема 1) в несколько раз превышают нормативную величину ($q_u > q_{норм}$ в 3,5 раза).

Таким образом, устройство пленки натяжного потолка (схема 2), так же, как и нанесение цементно-песчаной стяжки по засыпному утеплителю, дает возможность значительно уменьшить тепловые потери через конструкцию чердачного перекрытия зданий старой застройки с холодным чердаком. Полное восстановление теплозащитных свойств такой конструкции может быть обеспечено путем повышения ее сопротивления теплопередаче до нормативной величины за счет замены деструктированных материалов засыпки и пароизоляции на новые конструктивные слои.

Список литературы

1. Официальный сайт администрации города Пензы. 22.01.15. – URL: http://www.penza–gorod.ru/news–1–8912.html (дата обращения 25.01.15).
2. СП 50.13330.2012. Свод правил. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23–02–2003.– М.: НИИСФ РААСН, 2012. – 95 с.
3. Эффективность использования тепла земли подземным пространством здания / А.М. Береговой, В.А. Береговой, А.В. Гречишкин, О.Л. Викторова // Жилищное строительство. – 2011. – №1. – С. 30–31.
4. Оценка тепловых потерь при эксфильтрации воздуха через пористую структуру материала ограждения / А.М. Береговой, М.А. Дерина, В.А. Береговой, А.В. Мальцев //Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №2. – С. 79–83.
5. Дерина, М.А. Влияние теплозащитных свойств крыш на обледенение кровель / М.А. Дерина, А.М. Береговой //Вестник магистратуры. – 2015. – № 2–1 (41). – С.35–37.

References

1. The official website of the city administration of Penza. 22.01.15. – URL: http://www.penza-gorod.ru/news-1-8912.html (accessed 25.01.15).
2. SP. Thermal protection of buildings. Actualized edition of SNiP 23-02-2003. – M.: NIISF RAASN, 2012. – 95 p.

3. The effectiveness of using the earth heat by the underground space of the building /A.M. Beregovoy, V.A. Beregovoy, A.V. Grechishkin, O. L. Viktorova// House building. – 2011. – №1. – P. 30–31.

4. Evaluation of heat losses during exfiltration of air through the porous structure of the material of the enclosure structure /A.M. Beregovoy, M.A. Derina, B.A. Beregovoy, A.V. Maltsev // Regional architecture and engineering. – 2014. – №2. – P. 79–83.

5. Derina, M.A. Influence of thermal properties of roofs on their icing / M.A. Derina, A.M. Beregovoy //Vestnik of the magistracy. – 2015. – № 2-1 (41). – P. 35–37.

УДК 666.3.016

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Береговой Виталий Александрович,
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки»
E-mail: techbeton@pguas.ru

Снадин Евгений Валерьевич,
аспирант кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки»
E-mail: techbeton@pguas.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Beregovoy Vitaliy Aleksandrovich,
Doctor of Sciences, Professor of the department «Technology of building materials and wood processing»
E-mail: techbeton@pguas.ru

Snadin Evgeny Valerevich,
Postgraduate of the department «Technology of building materials and wood processing»
E-mail: techbeton@pguas.ru

ПЛАСТИФИКАЦИЯ ШЛИКЕРОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНЫХ ОПОК ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ

В.А. Береговой, Е.В. Снадин

Приведены результаты исследования процессов пластификации сырьевых смесей для производства пористой керамики. Установлены закономерности изменения подвижности шликера в зависимости от вида и количества вводимой добавки. Определен перечень веществ, эффективно разжижающих кремнеземсодержащие сырьевые массы.

Ключевые слова: пористая керамика, природные опоки, пластификаторы, реологические свойства

PLASTICIZATION OF SLURRIES ON THE BASIS OF SILICA CLAY FOR PRODUCTION OF POROUS CERAMICS

V.A. Beregovoy, E.V. Snadin

The results of study the process of plasticizing raw mixtures for the production of porous ceramics are presented. Regularities of slurries mobility changes depending on the kind and the quantity of the additive are established. The list of substances effectively diluting the silica-containing raw mass is determined.

Keywords: porous ceramics, natural silica clay, plasticizers, rheological properties

В производстве пористой строительной керамики обычно используют сырьевые массы на основе пластичных глин, характеризующихся высокой усадкой. При сушке и обжиге ячеистого сырца в нем возникают значительные внутренние напряжения, деформирующие структуру и снижающие качество материала. В этой связи разработка составов малоусадочных керамических шликеров является актуальной задачей, решение которой может быть реализовано применением природной опоки в качестве материала-основы. Особенности химического состава и микроструктуры этой кремнеземистой горной породы обусловливают возможность создания сырьевых смесей с минимальной водопотребностью, что обеспечивает повышение плотности и прочности материала межпоровых перегородок, ускоряет термообработку и снижает общую усадку пористой керамики.

Улучшение реологических характеристик опочных масс достигалось путем введения добавок разжижающего и пластифицирующего действия. В качестве основного минерального компонента использовали кремнистую опоку Сурского месторождения, измельченную до удельной поверхности 6000 см^2/г, следующего состава (% по массе): SiO_2 – 86,9; Al_2O_3 – 2,0; Fe_2O_3 – 1,9; CaO – 1,39; MgO – 0,63. По данным

рентгенофазового анализа, состав опок включает кварц, тридимит и кристобалит, а также глинистые минералы (5 …10 %).

Пластифицирующий эффект от введения добавок определяли с использованием видоизмененного вискозиметра Суттарда, представляющего собой стальной цилиндр с внутренним диаметром 25 мм и высотой 50 мм. Шликер для испытаний изготавливали путем добавления порошка опоки в водный раствор, содержащий испытываемую добавку, и последующего перемешивания смеси в течение 5…7 минут до однородного состояния.

В качестве разжижающих веществ были выбраны соли натрия, калия и лития, применение которых активирует механизм понижения вязкости, основанный на процессах ионного обмена, а также на изменении электрокинетического потенциала частиц твердой фазы.

На рис. 1 и 2 приведены экспериментальные зависимости подвижности опочного шликера от вида и количества вводимой Na-содержащей добавки (В/Т=const).

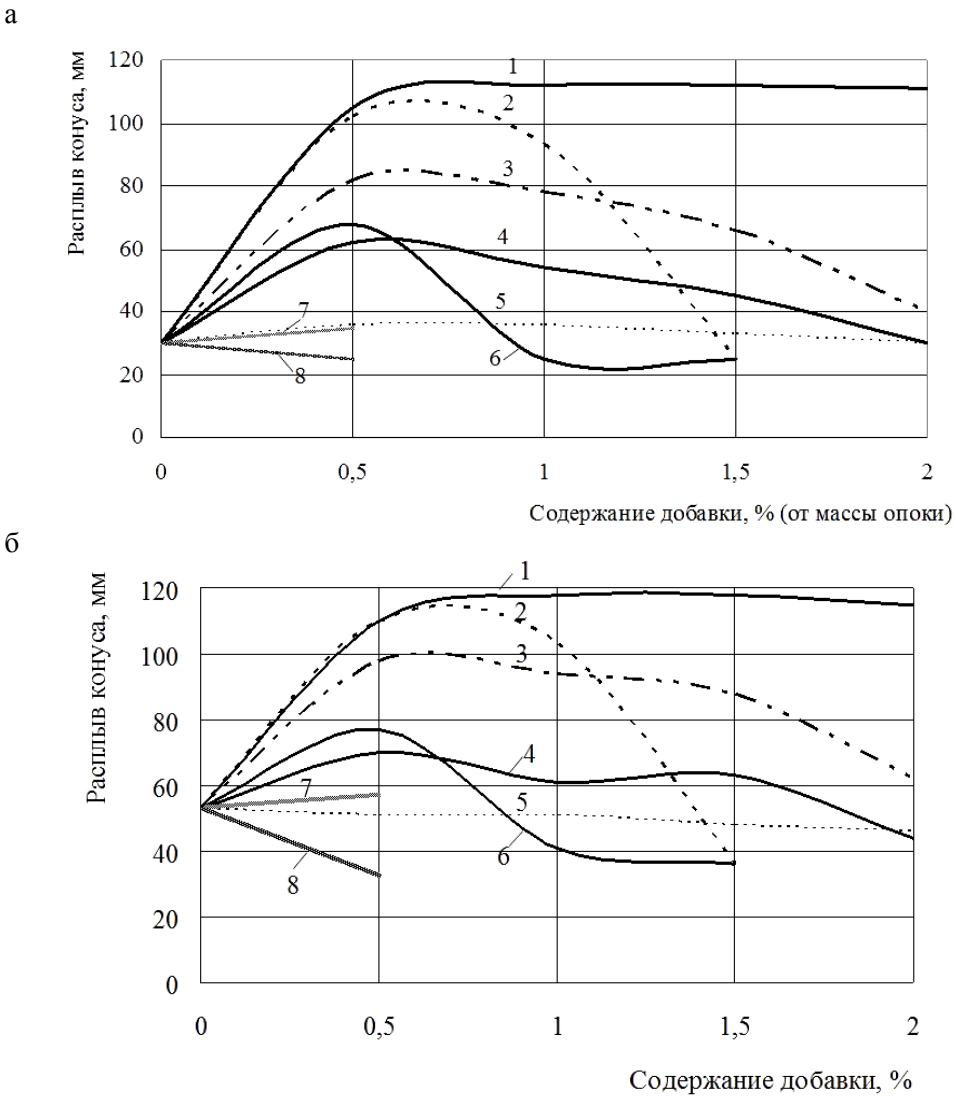
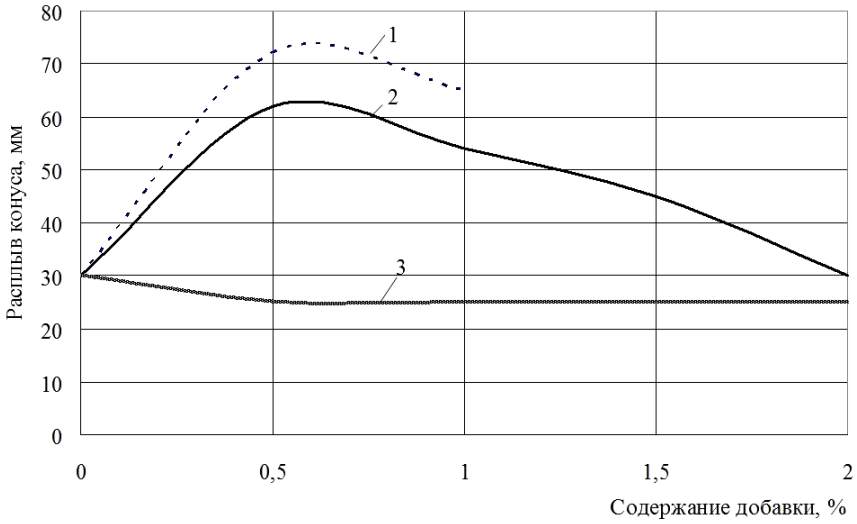


Рис. 1. Влияние Na-содержащей добавки на подвижность шликера:
а – первоначальный расплыв;
б – после механического воздействия (5 ударов встряхивающего столика);
1– $Na_4P_2O_7$; 2 – NaOH; 3 – Na_2SiO_3; 4 – Na_2CO_3; 5 – NaF; 6 – $Na_2B_4O_7$; 7– $Na_2C_4H_4O_6$; 8 – NaCl

а



б

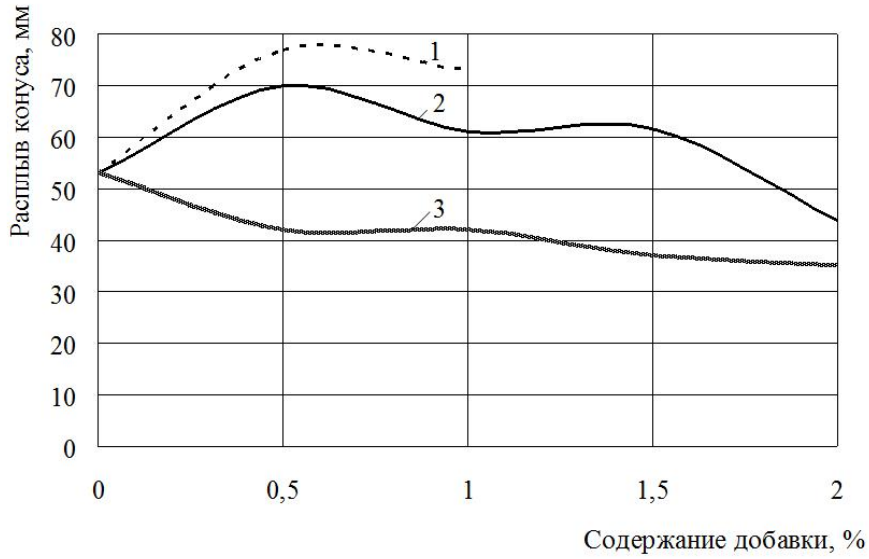


Рис. 2. Влияние вида катиона добавки на подвижность шликера:
а – первоначальный расплыв; б – после механического воздействия
(5 ударов встряхивающего столика);
1 – Li_2CO_3; 2 – Na_2CO_3; 3 – K_2CO_3

Из рис.1 следует, что увеличение содержания добавок $Na_4P_2O_7$, NaOH, Na_2SiO_3, Na_2CO_3 и $Na_2B_4O_7$ до 1 % значительно повышает подвижность водной суспензии опоки. Механизм процесса разжижения реализуется за счет дефлокуляции опочных мицелл путем обмена двухвалентных катионов их сольватного слоя (Ca^{2+}, Mg^{2+}) на одновалентные (Na^+). Данный процесс сопровождается увеличением электрокинетического потенциала и высвобождением связанной воды.

Определяющим образом на достигаемый эффект влияет анионная часть электролита, которая, связывая двухвалентные катионы в малорастворимые соли, формирует основную движущую силу процесса [1]. На этот фактор указывает отсутствие разжижающего эффекта при добавлении хлорида натрия.

Введение добавок в количестве, превышающем их оптимальное содержание (0,5…1,5 %), приводит к обратному эффекту – вязкость суспензии возрастает. Таким образом, действие механизма разжижения ограничено содержанием в опоке примесей, способных гидратироваться с образованием специфических многозарядных катионов. После выведения большинства способных к обмену двухвалентных катионов дальней-

шее увеличение концентрации ионов Na^+ приводит к возрастанию вязкости шликера за счет понижения ξ-потенциала и сближения частиц (нисходящая ветвь графиков на рис. 1). Зависимость толщины диффузного слоя от концентрации электролита в растворе можно выразить уравнением Дебая – Хюккеля, полученным в теории сильных электролитов:

$$\lambda = \sqrt{\frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot R \cdot T}{2 \cdot F^2 \cdot I}}, \quad (1)$$

где F – число Фарадея (F = 96485 Кл/моль); ε − диэлектрическая проницаемость жидкой фазы; ε_0 – универсальная электрическая постоянная, равная $8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м; I – ионная сила раствора, определяемая по формуле Льюиса,

$$I = \frac{1}{2} \cdot \sum_{i=1}^{n} C_i \cdot z_i^2, \quad (2)$$

где C_i – молярные концентрации ионов (моль/л); z_i – заряды ионов.

Из уравнения (1) следует, что толщина диффузного слоя на частицах опоки обратно пропорциональна квадратному корню из концентрации добавки разжижителя. Эта зависимость справедлива для случая неспецифической адсорбции введенных в систему ионов, что предполагает преобладание электростатических взаимодействий.

В большинстве технологических процессов зависимость ξ-потенциала от концентрации электролитов определяется более сложным процессом, связанным со специфической адсорбцией ионов. На это указывают данные, полученные нами в ходе исследования влияния вида катиона разжижителя на пластификацию опочной суспензии (см. рис. 2).

Из рис. 2 следует, что применительно к опочным суспензиям усиление разжижающего эффекта при использовании добавок с одновалентными ионами согласуется с рядом катионов, учитывающим размеры их гидратной оболочки: Li_2^+ (0,340 нм); Na^+ (0,240 нм); K^+ (0,170 нм). Катионы, имеющие минимальный размер в гидратированном состоянии (K^+), способны к повышенной концентрации в слое Штерна. В свою очередь, более полное экранирование потенциалопределяющих ионов на поверхности опоки снижает величину электрокинетического потенциала твердых частиц, ширину диффузионной части и подвижность системы.

Эффективность использования добавок оценивалась по изменению водотвердого отношения непластифицированных $\left(\frac{B}{T}\right)_б$ и пластифицированных $\left(\frac{B}{T}\right)_{пл}$ шликеров, имеющих одинаковую подвижность. Количественное сравнение проводили по величинам:

– водоредуцирующего эффекта

$$B_{эф} = \frac{\left(\frac{B}{T}\right)_б}{\left(\frac{B}{T}\right)_{пл}}; \quad (3)$$

– уменьшения водопотребности

$$\Delta B_{эф} = \frac{\left(\frac{B}{T}\right)_б - \left(\frac{B}{T}\right)_{пл}}{\left(\frac{B}{T}\right)_б} \cdot 100. \quad (4)$$

Результаты расчетов показателей реологической эффективности Na-содержащих добавок в суспензиях опоки представлены в таблице.

Показатели эффективности добавок в суспензиях опоки

Наименование разжижителя	$\left(\frac{B}{T}\right)_б / \left(\frac{B}{T}\right)_{пл}$	$\Delta B_{эф}$, %
$Na_4P_2O_7$	1,29	22,6
NaOH	1,25	20
Na_2SiO_3	1,1	13
$Na_2B_4O_7$	1,05	5
Na_2CO_3	1,047	4,55
NaF	1,04	4
$Na_2C_4H_4O_6$	1,04	4

Дальнейшие направления исследования были связаны с разработкой технических приемов повышения эффекта пластификации опочных шликеров, в том числе содержащих добавку разжижителя.

Первое направление основано на предположении о способности некоторых органических суперпластификаторов (СП) снижать водотвердое отношение в рассматриваемых минеральных системах. При этом отдельные СП могут в сочетании с подобранными ранее разжижающими веществами формировать бинарные смеси, обладающие синергетическим эффектом.

В качестве СП были опробованы органические вещества на основе: сульфированных меламиноформальдегидных поликонденсатов (Melment F15C); нафталинсульфонатов натрия (С-3); лигносульфонатов натрия (ЛСТ); поликарбоксилатов и полиакрилатов (Melflux 2651 и 5581).

Проведенные опыты подтвердили имеющиеся литературные данные о низкой эффективности органических пластификаторов в суспензиях на основе кремнеземсодержащих горных пород [2, 3]. Основная причина заключается в низком взаимодействии анионактивных ПАВ, составляющих основу современных пластификаторов, с одноименно заряженной поверхностью опоки [4]. Влияние СП, показавших определенный положительный эффект на подвижность опочных смесей, показано на рис. 3.

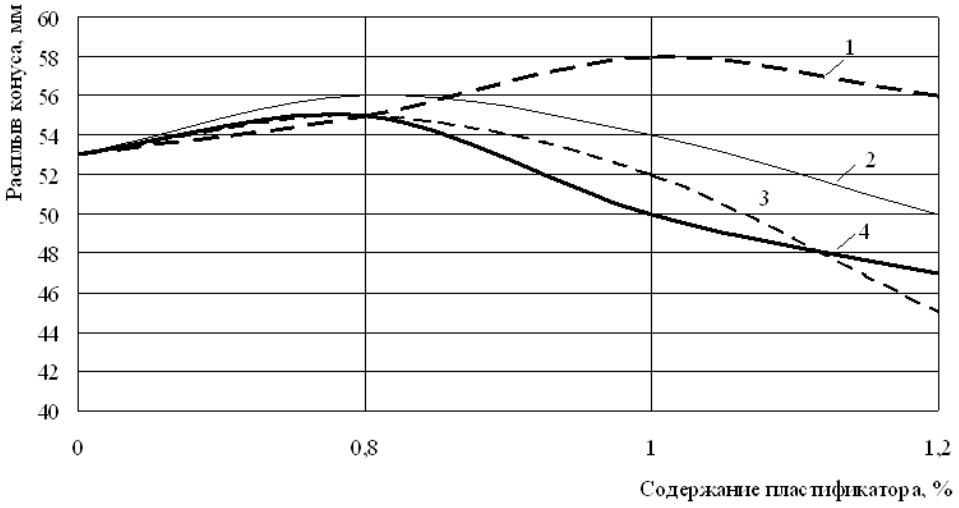


Рис. 3. Индивидуальное и совместное с добавкой (Na_2CO_3) влияние пластификаторов на подвижность шликера:
1 – С-3+добавка (1 %); 2 – ЛСТ; 3 – С-3; 4 – ЛСТ+ добавка (1 %)

Водоредуцирующий эффект при использовании добавок С-3 и ЛСТ, имеющих отрицательно заряженные функциональные группы, обусловлен мозаичностью поверхности частиц опоки, выражающейся в наличии на ней положительно заряженных дефектов и примесей, формирующих центры адсорбции. Можно предположить, что наблюдаемое различие в характере и степени воздействия отдельных СП на реотехнологические свойства шликера связано с величиной растворимости комплексных соединений, образующихся при взаимодействии ионов Ca^{2+}, выводимых из сольватных слоев, с полианионами диссоциированных молекул СП. Анализ экспериментальных кривых показал, что совместное влияние электролита и СП носит аддитивный характер.

Второе направление предусматривает введение в состав опочного шликера органического компонента гидрофобизирующего типа. В этом качестве был использован тонкоизмельченный порошок активированного угля.

В ходе исследований установлено, что эффект зависит от концентрации разжижающей добавки в растворе. Экспериментальные данные для случая использования в качестве разжижителя Na_2SiO_3 приведены на рис. 4.

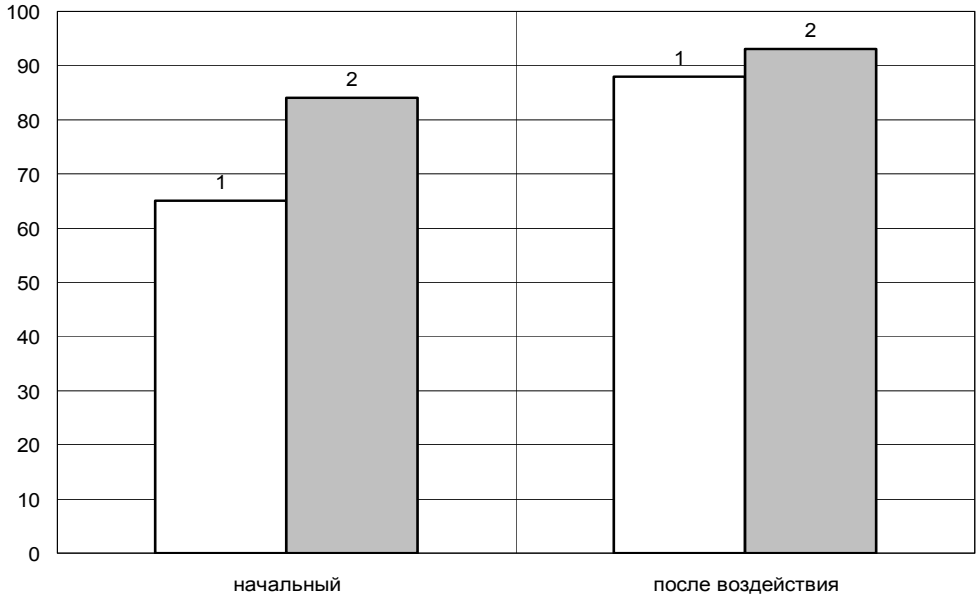


Рис. 4. Влияние угольного порошка на подвижность опочного шликера:
1 – контрольный; 2 – с добавкой Na_2SiO_3 (1,5 % от массы опоки)

Таким образом, анализируя полученные результаты применительно к разрабатываемым опочным шликерам, можно сделать следующие выводы:

- в группе неорганических разжижающих добавок наибольшим эффектом характеризуются Li-содержащие соединения;
- из более доступных Na-содержащих добавок максимальный водоредуцирующий эффект показывают $Na_4P_2O_7$, NaOH, Na_2SiO_3 и Na_2CO_3;
- среди органических пластификаторов определенную активность проявляют вещества, молекулы которых содержат сульфонаты натрия (С-3, ЛСТ);
- величина суммарного эффекта от совместного введения органического пластификатора и неорганического разжижителя характеризуется аддитивностью их индивидуальных воздействий;
- при повышенном содержании разжижающей добавки (более 1,5 %) введение молотого угля сопровождается дополнительным положительным эффектом.

Учитывая, что в процессе термообработки пористого сырца порошок угля выступает в качестве выгорающей и тепловыделяющей добавки, его можно рекомендовать в качестве постоянного компонента сырьевых смесей для получения пористой керамики из природных опок.

Список литературы

1. Масленникова, Г.Н. Расчеты в технологии керамики / Г.Н. Масленникова, Ф.Я. Харитонов, И.В. Дубов. – М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.

2. Эффективные сухие строительные смеси на основе местных материалов / В.С. Демьянова [и др.]. – М.:АСВ, Пенза: ПГАСА, 1999. – 181 с.

3. Береговой, В.А. Жаростойкие пенобетоны / В.А. Береговой, Н.А. Прошина, Е.В. Королев. – Пенза: ПГУАС, 2007. – 111 с.

4. Ячеистый бетон для теплоизоляции ограждающих конструкций зданий и инженерных коммуникаций /А.П. Прошин [и др.] //Строительные материалы. – 2002. – № 3. – С. 14–15.

References

1. Maslennikova, G.N. Calculations in technologies of ceramics / G.N. Maslennikova, F.Y. Haritonov, I.V. Dubov. – M.: Stroyizdat, 1991. – 320 p.

2. Effective dry mixes based on local materials / V.S. Demyanova [and others]. – M.: ASV, Penza: PGASA, 1999. – 181 p.

3. Beregovoy,V.A. Heat-resistant foam concretes / V.A.Beregovoy, N.A.Proshina, E.V.Korolev – Penza: PGUAS, 2007. – 111 p.

4. Proshin, A.P. Cellular concrete for thermal insulation of buildings and engineering communications /A.P. Proshin [and others] //Construction materials. – 2002. – № 3. – P. 14–15.

УДК 66.05:331.103.25

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Кочеткова Майя Владимировна,
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: M.V.Kochetkova@mail.ru

Чернышова Нина Александровна,
студентка

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Kochetkova Maya Vladimirovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Quality management and technology of building production»
E-mail: M.V.Kochetkova@mail.ru

Chernyshova Nina Alexandrovna,
student

ОСНОВА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

М.В. Кочеткова, Н.А. Чернышова

Подчеркивается важное значение единства стимулирующих факторов применительно к качеству создаваемой строительной продукции и рассматриваются формы использования стимулирующих средств. Показана связь между уровнем квалификации рабочего и уровнем качества продукции.

Ключевые слова: оценка качества продукции, брак продукции, психологические отношения в производственной сфере, производительность труда, качество труда, связь квалификации и качества

BASIS OF HIGH PERFORMANCE OF CONSTRUCTION ORGANIZATIONS

M.V. Kochetkova, N.A. Chernyshova

The authors stress the importance of motivating factors in relation to the quality of construction products and the forms of using stimulants are considered. The relationship between the level of qualification of the worker and the level of product quality is shown.

Keywords: evaluation of product quality, production marriage, psychological relations in the sphere of production, productivity, quality of work, communication skills and quality.

Пожалуй, ни один вид деятельности человека за всю продолжительную эпоху его превращения в существо разумное не имел такого воздействия на его умственное и физическое развитие, как строительная деятельность. Ведь даже древний человек всякий раз, закрывая вход в пещеру, вынужден был думать, как проще и надежнее, каким инструментом, и из какого материала сделать запор. Возникающие проблемы и их решения приводили к небольшим открытиям, порою случайным, которые с успехом использовались человеком и далее. Так, в старых кострах обнаруживалось стекло – результат сплавления песка; в сгоревшей, ранее обмазанной глиной постройке находили обожженную глину – прообраз керамики; для спасения от диких животных люди строили жилища на сваях и т.д.

По мере развития человеческого общества так же активно развивалась и строительная отрасль. Технические и технологические приёмы древних строителей даже сейчас поражают нас мудрыми решениями. При этом старинные постройки отличались не только оригинальными инженерными решениями, но и архитектурно-эстетическими достоинствами, выразившимися хотя бы в создании архитектурных ордеров, принципов построения золотого сечения, энтазисе колонн и т.п.

Вследствие развития строительного искусства в строительстве стали широко применяться научные достижения сопутствующих отраслей знаний, в том числе классических знаний математики, физики, химии, а также знаний в области строительной механики, сопротивления материалов, производства и применения строительных материалов, геологии, геодезии, экономики, теплотехники, информатики, гидравлики, экологии, акустики, архитектуры, минералогии, металлургии, транспорта, электротехники, сельского хозяйства, юриспруденции, финансов и др.

Строители, опираясь на знания в перечисленных областях, возводят сооружения, отличающиеся спецификой их назначения и использования. Это жилые и общественные здания, предприятия для обслуживания водного и воздушного транспорта, объекты энергетики, горнодобывающей промышленности, городского хозяйства, обслуживания автомобильных и железных дорог и других самых разнообразных объектов народного хозяйства.

Строительство остается важнейшей отраслью экономической производственной деятельности как в России, так и в других странах. Именно благодаря реализации программ в области капитального строительства создаются производственные фонды, определяющие эффективность работы как промышленности, так и всех остальных сфер жизнедеятельности человека. В решении этих задач важная роль принадлежит повышению эффективности строительного производства, сокращению инвестиционного цикла за счет использования новых материалов и конструкций, новых прогрессивных технологий и строительной техники, совершенствования организационных форм и менеджмента. Важным фактором при этом является квалификация исполнителей в сфере строительного производства, определяющая в конечном счете качество готовой строительной продукции.

Основу высокопроизводительной деятельности строительных организаций составляют хорошо продуманные и обоснованные технологические и организационные решения, принятые в процессе разработки проектов производства работ, технологических карт, технологических схем и других проектных документов, регламентирующих возведение строительных объектов.

Проекты производства работ (ППР) разрабатываются генподрядными строительными компаниями или по их заказу специализированными проектными строительными фирмами с целью определения эффективных технологических и организационных решений по возведению объекта, рассматриваются экспертным советом и утверждаются главным инженером генподрядной строительной организации. ППР составляют за счет накладных расходов строительной компании. Запрещается возведение зданий и сооружений без разработанного и утвержденного ППР. Кроме того, не допускаются отступления от решений ППР без согласования с организациями, разработавшими и утвердившими их.

Для разработки ППР инвестор (заказчик) передает генподрядной строительной компании необходимую техническую документацию. Это:

– общеплощадочный строительный генеральный план и другие материалы проекта организации строительства (ПОС);

– архитектурные и планировочные чертежи привязки объекта к геодезической разбивочной основе (ГРО);

– рабочие чертежи строительного объекта;

– отчет о проведенных на строительной площадке инженерно-геологических изысканиях;

– данные о сроках поступления конструкций на строительную площадку.

Срок выдачи инвестором данной документации зависит от объема, характера и сложности работ по строительству объекта.

В ППР должны быть приняты решения, обеспечивающие применение прогрессивных методов производства работ, заданный уровень свойств строительной продукции, директивную продолжительность и экономичность строительства, а также безопасные условия выполнения работ: механизация работ; максимальное использование технических возможностей машин, механизмов и оборудования; минимальная тру-

доемкость работ; сокращение продолжительности возведения строительного объекта за счет совмещения разнородных строительно-монтажных процессов; обеспечение прочности и устойчивости монтируемых конструкций, отдельных частей зданий и сооружений, а также машин, механизмов и приспособлений с учетом действия монтажных нагрузок.

Проект производства работ на возведение здания или сооружения или отдельные виды работ в своем составе может содержать:

- календарный план производства работ по объекту или сетевой график;
- объектный строительный генеральный план (может быть разработан на различные этапы строительства);
- технологические карты (или схемы) (с использование типовой документации) на выполнение отдельных видов (комплексов) работ со схемами операционного контроля качества строительной продукции;
- графики поступления на объект строительных конструкций, изделий, материалов и оборудования;
- графики движения рабочих кадров по объекту;
- решения по производству геодезических работ;
- решения по технике безопасности;
- решения по прокладке временных сетей водо-, тепло- и энергоснабжения, а также освещения строительной площадки и рабочих мест;
- перечень технологического инвентаря и монтажной оснастки, схемы строповки строительных грузов;
- мероприятия по выполнению работ вахтовым методом (в случае необходимости);
- пояснительную записку.

Необходимым условием для возведения законченного строительного объекта является осуществление строительного производственного процесса, в котором принимают участие проектные, строительные, монтажные организации и соответствующие службы инвесторов (заказчиков). Взаимодействие участников строительства, как правило, подчинено определенным правилам, обусловленным технологическими, организационными и экономическими связями. В результате взаимодействия участников строительства создается готовая строительная продукция – законченный строительный объект в виде здания или инженерного сооружения.

В практике возведения зданий и сооружений должны быть реализованы следующие общие принципы:

- целесообразно применять наиболее прогрессивные методы выполнения работ;
- принятые методы выполнения строительно-монтажных работ (СМР) должны обеспечивать требуемое качество строительной продукции;
- работы основного периода следует начинать только после окончания всех подготовительных работ;
- строительство объекта необходимо начинать с прокладки подъездных путей к строительной площадке;
- к возведению надземных конструкций зданий и сооружений следует приступать только после устройства подземных конструкций и обратной засыпки котлованов и траншей;
- целесообразным является выполнение монтажно-укладочных процессов непосредственно с транспортных средств в целях сокращения площадей складов на объекте;
- загрузка рабочих бригад, строительных машин, механизмов и оборудования должна быть равномерной и бесперебойной;
- отдельные виды работ на объекте должны быть максимально совмещены по времени без нарушений технологических регламентов и правил техники безопасности;
- продолжительность возведения объекта не должна превышать нормативную или директивную величину;

- целесообразно применять преимущественно механизированные и автоматизированные методы выполнения СМР;
- должно быть налажено рациональное использование территории строительной площадки с учетом оптимального прохождения по ней грузопотоков;
- должно быть обеспечено полное удовлетворение бытовых нужд работающих, а также соблюдение требований техники безопасности, противопожарных норм и требований охраны окружающей среды.

В большинстве случаев при возведении зданий работы выполняют в три цикла.

1. Работы подземного цикла – возведение земляных сооружений, фундаментов, обратная засыпка, монтаж конструктивных элементов подвала здания, гидроизоляция конструкций – выполняют после окончания всех подготовительных процессов.

2. Работы надземного цикла: возведение надземной части здания (монтаж строительных конструкций, каменная кладка стен, возведение монолитных железобетонных конструкций, монтаж оконных и дверных блоков и др.).

3. Работы отделочного цикла: окраска, облицовка и оштукатуривание поверхностей строительных конструкций, устройство полов и подвесных потолков, монтаж санитарно-технического и электрооборудования и др.

Результатом выполнения строительного технологического процесса является готовая строительная продукция требуемого качества. Для обеспечения этого должен использоваться системный подход, ориентированный на формирование системы управления качеством строительной продукции. Таким образом, под управлением качеством следует понимать функционирование системы информационных, организационных, технических, правовых и экономических мероприятий, обеспечивающих и поддерживающих заданный уровень свойств строительной продукции на стадиях проектирования, изготовления строительных материалов, изделий и конструкций, их транспортирования, выполнения строительно-монтажных работ (СМР) и эксплуатации готовых зданий и сооружений. Управление качеством строительно-монтажных работ должно осуществляться строительными организациями и включать совокупность мероприятий, методов и средств, направленных на обеспечение соответствия качества СМР и законченных строительством объектов требованиям нормативных документов и проектной документации.

Список литературы

1. Аюпова, З.В. Качество строительной продукции и его стимулирование / З.В. Аюпова, Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – №3(47). – С. 193–195.
2. Гусев, Н.И. Контроль качества материалов, изделий и конструкций при их приемке / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, Е.С. Алёнкина // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №11(43). – С. 23–26.
3. Аленкина, Е.С. Контроль и оценка качества строительно-монтажных работ / Е.С. Алёнкина, Н.И. Гусев // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №5(37). – С. 17.
4. Гончаренко, О.А. Виды и методы контроля качества строительных работ защитно-отделочного цикла / О.А. Гончаренко, М.В. Кочеткова // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №5(37). – С. 18.
5. Гусев, Н.И. Пооперационный контроль структурообразования в растворных и бетонных смесях / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №8(40). – С. 74–76.
6. Гусев, Н.И. Технологические процессы в строительстве. Организационные основы строительных процессов / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, В.И. Логанина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 272 с.
7. Аленкина, Е.С. Контроль и оценка качества строительно-монтажных работ / Е.С. Аленкина, Н.И. Гусев // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №5-1(37). – С.19.

References

1. Aiupova, Z.V. The quality of construction products and its stimulation / Z.V. Aiupova, N.I. Gusev, M.V. Kochetkova // Modern scientific research and innovation. – 2015. – №3 (47). – P. 193–195.

2. Gusev, N.I. Quality control of materials, products and designs in their acceptance / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, E.S. Alenkina // Modern scientific research and innovation. – 2014. – №11 (43). – P. 23–26.

3.Alenkina, E.S. Monitoring and evaluation of the quality of construction and installation works / E.S. Alenkina, N.I. Gusev // Modern scientific research and innovation. – 2014. – №5 (37). – P. 17.

4.Goncharenko, O.A. Forms and methods of quality control of construction works protective and finishing cycle / O.A. Goncharenko, M.V. Kochetkova // Modern scientific research and innovation. – 2014. – №5 (37). – P. 18.

5. Gusev, N.I. Functional control structure formation in mortar and concrete mixtures / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, K.S. Parshina // Modern scientific research and innovation. – 2014. – №8 (40). – P. 74–76.

6. Gusev, N.I. Technological processes in construction. Organizational bases of construction processes / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, V.I. Loganina. – Penza: PGUAS, 2015. – 272 p.

7. Alenkina, E.S. Monitoring and evaluation of the quality of construction and installation works / E.S. Alenkina, N.I. Gusev // Modern scientific research and innovation. – 2014. – №5-1 (37). – P.19.

УДК 338.984

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Учаева Татьяна Владимировна,
кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Экономика, организация и управление производством»
E-mail: uchaevatv@mail.ru

Лонщакова Ольга Валерьевна,
студентка
E-mail:lelikk2016@mail.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Uchaeva Tatiana Vladimirovna,
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the department «Economics, Organization and Management»
E-mail: uchaevatv@mail.ru

Lonschakova Olga Valerievna,
student
E-mail: lelikk2016@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Т.В. Учаева, О.В. Лонщакова

Рассмотрены вопросы анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия промышленности строительных материалов. Предложены рекомендации по повышению финансового состояния и эффективности его деятельности.

Ключевые слова: предприятие промышленности строительных материалов, анализ финансово-хозяйственной деятельности, финансовая устойчивость, платежеспособность

IMPROVING PERFORMANCE OF CONSTRUCTION MATERIALS INDUSTRY ENTERPRISES

T.V. Uchaeva, O.V. Lonschakova

The problems of analysis of financial and economic activity of the enterprise of construction materials industry are discussed. Recommendations how to improve finantial state and efficiency of the enterprise are given.

Keywords: building materials industry, analysis of financial and business activities, financial stability, solvency

Важным фактором, влияющим на производственно-хозяйственную деятельность предприятия, является его финансовая устойчивость. Недостаток собственных средств для предприятия промышленности строительных материалов означает его неспособность вовремя расплачиваться по своим долгам, что может привести к спаду объемов производства строительной продукции. В настоящее время перед строительными предприятиями ставятся задачи по увеличению объема жилищного строительства, и важное место в решении этих задач играют предприятия промышленности строительных материалов. Их недостаточная финансовая устойчивость может привести к отсутствию средств для развития производства, неплатежеспособности и даже к банкротству, а избыточная устойчивость будет препятствовать развитию, отягощая затраты предприятия излишними запасами и резервами.

На сегодняшний день перед предприятиями промышленности строительных материалов Пензенской области ставятся следующие задачи: насыщение рынка качественной строительной продукцией, развитие производства новых импортозамещающих строительных материалов, изделий и конструкций с высокими эксплуатационными свойствами для выхода на новые рынки [1].

Для достижения поставленных задач предприятие должно быть достаточно финансово устойчивым, чтобы иметь возможность не только расплачиваться по долгам, с поставщиками, но и обладать необходимым количеством финансовых ресурсов для изготовления качественной продукции.

В целях достижения устойчивого финансового положения предприятия в условиях рыночной экономики необходимо знать, как управлять финансами, какой должна быть структура капитала по составу и источникам образования, какую долю должны занимать собственные средства, а какую – заемные. Следует уделять больше внимания анализу таких понятий рыночной экономики, как деловая активность, ликвидность, платежеспособность, кредитоспособность предприятия, порог рентабельности, запас финансовой устойчивости (зона безопасности), степень риска, эффект финансового рычага и др.

Для обеспечения финансовой устойчивости предприятие должно обладать гибкой структурой капитала, уметь организовать его движение таким образом, чтобы обеспечить постоянное превышение доходов над расходами с целью сохранения платежеспособности и создания условий для самовоспроизводства.

Финансовая устойчивость формируется в процессе всей производственно-хозяйственной деятельности и является главным компонентом общей устойчивости предприятия.

Объектом исследования данной статьи является ООО «Строительные материалы» (г. Пенза) [2, 3], предметом исследования является финансовая устойчивость данного предприятия.

Для определения стабильности предприятия в долгосрочной перспективе и определения возможности реализации вышеуказанных задач необходимо провести анализ финансовой устойчивости ООО «Строительные материалы». Для начала необходимо провести анализ некоторых коэффициент финансовой устойчивости (табл. 1).

Таблица 1

Анализ коэффициентов финансовой устойчивости ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

Наименования коэффициента	Период анализа			Нормативные значения
	2012	2013	2014	
Коэффициент финансовой независимости	–0,2	–0,2	–0,4	0,4 – 0,6
Коэффициент финансовой устойчивости	–0,02	–0,2	–0,4	>0,6
Коэффициент финансового рычага	–5,1	–5,5	–3,2	< 1,5
Коэффициент заемного финансирования	–0,2	–0,2	–0,3	> 0,7
Коэффициент обеспеченности собственными источниками финансирования	–0,07	–0,09	–0,03	> 0,6

Как видно из данных таблицы, в 2012–2013 годах коэффициент финансовой независимости был ниже рекомендованного значения (–0,2), в 2014 году коэффициент снизился до –0,4. За весь анализируемый период данный коэффициент не достигал рекомендованных значений, что говорит о зависимости предприятия от внешних кредитов для осуществления своей производственно-хозяйственной деятельности.

Анализируя коэффициент финансовой устойчивости за период 2012–2014 годы, можно сказать, что коэффициент не достигал рекомендованного значения и был отрицателен на протяжении всего периода. Предприятию не хватает собственных активов, что говорит о его неустойчивом финансовом состоянии.

Говоря о коэффициенте заемного финансирования, можно сказать, что данный коэффициент также имел отрицательное значение на протяжении всего анализируемого периода, т.е. предприятие имеет маленький размер собственных средств, приходящихся на единицу заемных источников (имеется нехватка собственных средств).

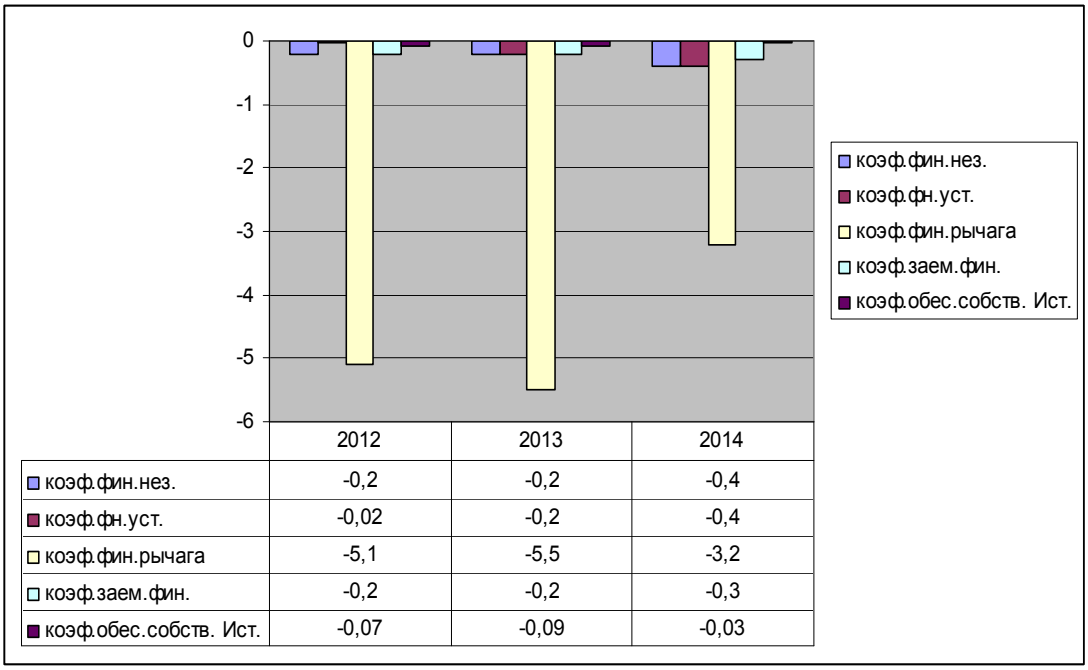
Коэффициент обеспеченности собственными источниками финансирования в 2012 году составил –0,07, что ниже рекомендованного значения, в 2013 году – –0,09,

в 2014 – –0,03; это свидетельствует о том, что предприятие не обеспечивает свою потребность в оборотных активах за счет собственных средств.

Проанализировав другие коэффициенты финансовой устойчивости (коэффициент маневренности собственного капитала, индекс постоянного актива) ООО «Строительные материалы», можно сделать вывод, что они также имеют отрицательные значения.

ООО «Строительные материалы» за весь анализируемый период является финансово неустойчивым, предприятию не хватает собственных средств для осуществления своей деятельности и оно вынуждено привлекать дополнительные источники финансовых ресурсов.

Наглядно динамика коэффициентов финансовой устойчивости представлена на рис. 1.



	2012	2013	2014
коэф.фин.нез.	-0,2	-0,2	-0,4
коэф.фн.уст.	-0,02	-0,2	-0,4
коэф.фин.рычага	-5,1	-5,5	-3,2
коэф.заем.фин.	-0,2	-0,2	-0,3
коэф.обес.собств. Ист.	-0,07	-0,09	-0,03

Рис. 1. Динамика коэффициентов финансовой устойчивости ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

Также был проведен анализ обеспеченности ООО «Строительные материалы» материальными оборотными средствами [4] за 2012–2014 годы, который позволил выявить тип финансовой устойчивости – неустойчивое финансовое состояние. Деятельность предприятия в данный период характеризуется нарушением нормальной платежеспособности, что приводит к необходимости привлечения дополнительных источников финансовых ресурсов.

Анализируя платёжеспособность предприятия, можно сделать вывод, что предприятие в период 2012–2014 годы является неплатёжеспособным; об этом свидетельствуют данные расчетов коэффициентов платежеспособности (табл. 2).

Таблица 2

Платёжеспособность предприятия ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

Наименование коэффициента	2012	2013	2014
Коэффициент общей платежеспособности	0,2	0,1	0,2
Коэффициент долгосрочной платёжеспособности	–0,2	–0,2	–0,3
Коэффициент собственной платёжеспособности	–0,08	–0,03	–

Как видно из данных таблицы, за весь анализируемый период коэффициент общей платежеспособности не достигал нормативного значения ($К_{общ.пл}$> 2). В данный период ООО «Строительные материалы» было неспособно покрыть все свои обязательства (краткосрочные и долгосрочные) всеми имеющимися активами.

Коэффициент долгосрочной платёжеспособности отрицателен на протяжении всего периода, что говорит о невозможности предприятия в долгосрочной перспективе покрыть свои обязательства.

Коэффициент собственной платёжеспособности ниже рекомендованного (> 0,1). Предприятие неспособно возместить за счет чистых оборотных активов свои краткосрочные долговые обязательства

Наглядно платёжеспособность ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы представлена на рис. 2.

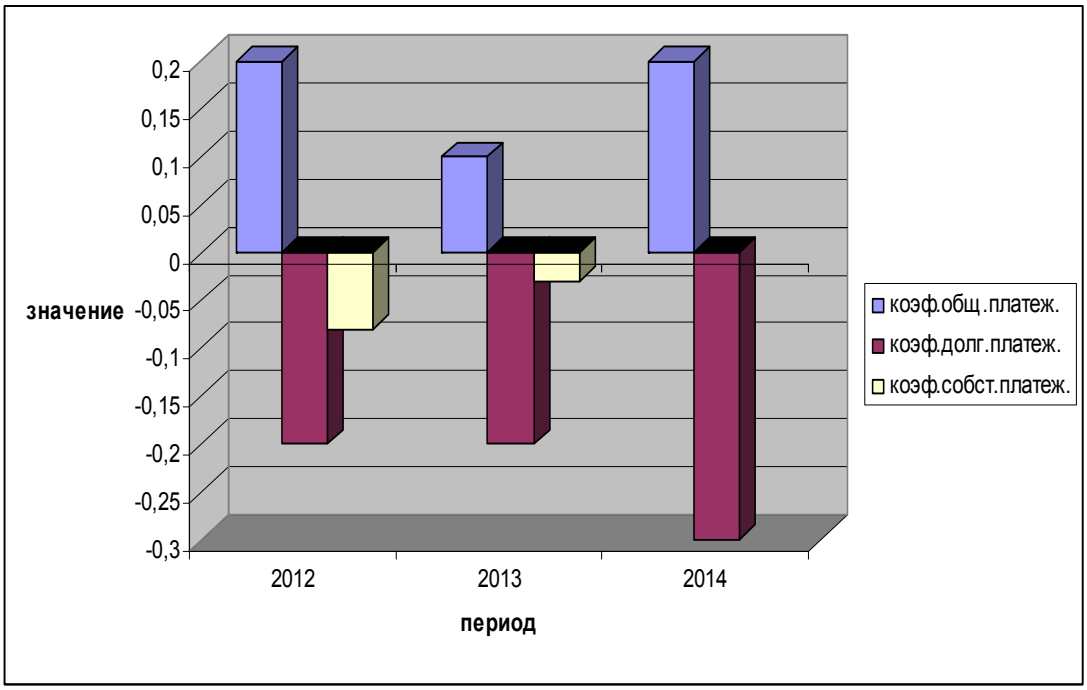


Рис. 2. Динамика изменения коэффициентов платёжеспособности ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

ООО «Строительные материалы» не хватает денежных средств, достаточных для расчетов по кредиторской задолженности, требующей немедленного погашения.

Восстановление платежеспособности возможно в первую очередь за счет пополнения собственных средств, сокращения дебиторской задолженности и ускорения оборачиваемости запасов.

Для улучшения своего финансового состояния предприятию также необходимо использовать свои внутренние возможности [5]: увеличение доли на рынке, улучшение производственного контроля, основанного на статистическом мышлении, поддержание стабильности и воспроизводимости производства [6], привлечение инвестиций, увеличение доли инновационной продукции, применение информационных технологий и т.д.

Также для достижения устойчивого состояния ООО «Строительные материалы» рекомендуется ежегодно проводить анализ финансово-хозяйственной деятельности, обращать внимание на снижение и отрицательные значения некоторых коэффициентов, выявлять причины их снижения, разрабатывать меры по их устранению.

Реализация данных рекомендаций позволит прогнозировать финансовые ситуации и не допускать кризисного состояния, близкого к банкротству.

Список литературы

1. Учаева, Т.В. Пути улучшения деятельности предприятий промышленности строительных материалов / Т.В. Учаева // Гуманитарные научные исследования. – 2014. – № 10. – URL: http://human.snauka.ru/2014/10/8146 (дата обращения: 02.11.2014).

2. Учаева, Т.В. Управление процессом производства на предприятиях промышленности строительных материалов / Т.В. Учаева // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 9. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/09/37725 (дата обращения: 09.09.2014).

3. Учаева, Т.В. Выбор рационального варианта развития предприятий по производству строительных материалов / Т.В. Учаева // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2014. – № 10. – URL: http://ekonomika.snauka.ru/2014/10/6030 (дата обращения: 08.10.2014).

4. Финансовый анализ / под ред. Т.С. Новашиной. – М.: Московская финансово-промышленная академия, 2005.

5. Учаева, Т.В. Использование внутренних возможностей предприятия как основа повышение его потенциала / Т.В. Учаева // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 11. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40402 (дата обращения: 10.11.2014).

6. Учаева, Т.В. Управление внутренними факторами предприятия влияющие на его потенциал / Т.В. Учаева // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – Июнь 2014. – № 6. – URL: http://ekonomika.snauka.ru/2014/06/5487.

References

1. Uchaeva, T.V. Ways to improve the performance of industrial enterprises of building materials / T.V. Uchaeva // Humanitarian research. – 2014. – № 10. – URL: http://human.snauka.ru/2014/10/8146 (the date of circulation: 02.11.2014).

2. Uchaeva, T.V. Managing the process of production in industrial enterprises of building materials / T.V. Uchaeva // Modern scientific research and innovation. – 2014. – № 9. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/09/37725 (the date of circulation: 09.09.2014).

3. Uchaeva, T.V. Choice of a rational variant of the enterprises for manufacture of building materials / T.V. Uchaeva // Economy and management of innovative technologies. – 2014. – № 10. – URL: http://ekonomika.snauka.ru/2014/10/6030 (the date of circulation: 08.10.2014).

4. Financial analysis / ed. T.S.Novashinoy. – M.: Moscow Financial-Industrial Academy, 2005.

5. Uchaeva, T.V. Using the internal capabilities of the enterprise as a basis for increasing its capacity / T.V. Uchaeva // Modern scientific research and innovation. – 2014. – № 11. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40402 (the date of circulation: 10.11.2014).

6. Uchaeva, T.V. Management of internal factors affecting the businesses of its potential / T.V. Uchaeva // Economy and management of innovative technologies. – June 2014. – № 6. – URL: http://ekonomika.snauka.ru/2014/06/5487.

УДК 691.554

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Рыжов Антон Дмитриевич,
аспирант кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: penza48@yandex.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Ryzhov Anton Dmitrievich,
Postgraduate of the department «Quality management and construction technologies»
E-mail: penza48@yandex.ru

ТРЕЩИНОСТОЙКОСТЬ ИЗВЕСТКОВЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

А.Д. Рыжов

Приведены сведения о трещиностойкости покрытий на основе сухой строительной смеси с применением синтезированных алюмосиликатов в зависимости от вида используемого наполнителя.

Ключевые слова: аморфные алюмосиликаты, сухие строительные смеси, усадочные деформации, трещиностойкость, перлит, диатомит, когезионная прочность

CRACK RESISTANCE OF LIME COATINGS WITH VARIOUS FILLERS

A.D. Ryzhov

The data on crack resistance of coatings based on dry mortar with synthetic aluminosilicates.

Keywords: amorphous aluminum silicates, dry mortar, shrinkage deformation, fracture, perlite, diatomite, cohesive strength

Неуклонный рост цен на энергоносители, а также повышение требований к энергетической эффективности зданий приводят к необходимости увеличения их теплозащиты. Один из способов решения данной задачи – использование новых эффективных теплоизоляционных строительных материалов. Создание и применение таких материалов позволит снизить материалоёмкость ограждающих конструкций зданий и сооружений, а также уменьшить тепловые потери в окружающую среду.

В практике строительства при выполнении отделочных работ широкое распространение получили теплоизоляционные сухие строительные смеси (ССС).

Нами разработан известковый отделочный состав с улучшенными теплоизоляционными свойствами с применением синтезированной алюмосиликатной добавки, покрытия на основе которого характеризуются пористостью и невысоким коэффициентом теплопроводности [1, 2].

Одним из важных показателей долговечности отделочных составов является трещиностойкость покрытий. Трещины появляются под действием внутренних и внешних факторов, вызывающих деформации растяжения, превышающие предельную растяжимость материала [3]. Растрескивание покрытий происходит, если не выполняется условие

$$\varepsilon_{деф} < \varepsilon_{пред.} \quad (1)$$

Также растрескивание покрытий возникает в случае, когда внутренние растягивающие напряжения достигают значения когезионной прочности материала покрытия, т.е.

$$\sigma = R_{kog} . \quad (2)$$

Для оценки трещиностойкости покрытий на основе разработанного состава ССС были проведены замеры усадочных деформаций покрытий в процессе отверждения.

Измерение усадочных деформаций образцов проводилось с помощью оптического компаратора ИЗА-2. На рис. 1 представлен график изменения усадочных деформаций покрытия на основе ССС следующего состава: известь-пушонка, перлитовый песок, синтезированная добавка на основе алюмосиликатов, белый цемент в количестве, Melflux 2651 F, VINNAPAS 8031 H, гидрофобизирующий порошок Zincum–5. В качестве наполнителя также применялся диатомит.

Анализ данных, представленных на рис. 1, свидетельствует о том, что для состава, полученного с применением перлитового песка, после 14 суток твердения значение усадочных деформаций составило ε = 1,1 мм/м, а спустя 98 суток – ε = 1,3 мм/м. Использование диатомита в качестве наполнителя отрицательно сказывается на усадочных деформациях. Так, значение усадочных деформаций после 14 суток воздушного твердения составило ε = 2,1 мм/м, а спустя 98 суток – ε = 2,4 мм/м.

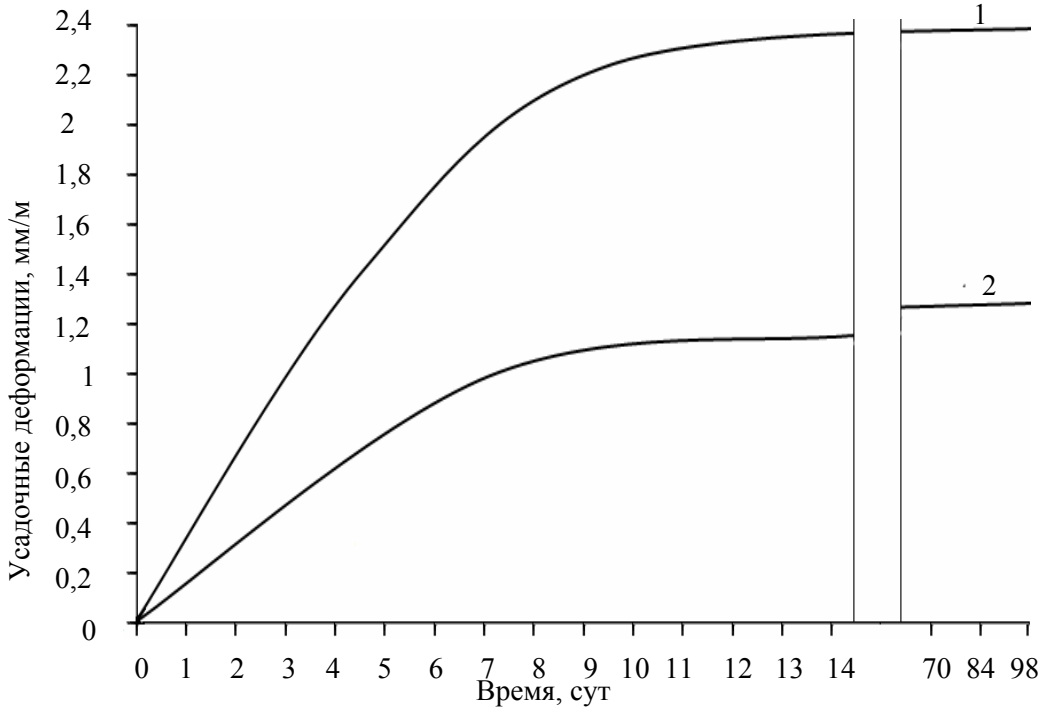


Рис. 1. Изменение усадочных деформаций покрытия на основе разрабатываемого состава с применением:
1 – диатомита; 2 – перлитового песка

Наиболее интенсивный рост усадочных деформаций образцов с применением перлитового песка происходит в течение 7 суток твердения, после чего наблюдается заметная стабилизация. У образцов с использованием диатомита стабилизация роста усадочных деформаций устанавливается только после 10 суток воздушного твердения.

Определение предела прочности при растяжении (когезионной прочности) проводилось на разрывной машине ИР 5057-50. Размеры испытываемого образца 1×1×5 см, скорость деформирования 1 мм/мин. Образцы составов закреплялись в зажимах разрывной машины так, чтобы их продольные оси были расположены в направлении растяжения, а приложенные силы действовали равномерно по всему сечению образца. Испытания проводились при температуре воздуха (20 ± 2) ^{o}C и относительной влажности воздуха 60 %.

Модуль упругости вычислялся по диаграмме «напряжение – деформация» по тангенсу угла наклона к оси абсцисс касательной (Z), проведенной к начальному прямолинейному участку диаграммы.

Модуль упругости для каждого образца ($E_{уп}$) в МПа вычислялся по формуле

$$E_{уп} = \frac{R'_{ког}}{\varepsilon'_{уп}}, \quad (3)$$

где $R'_{ког}$ – предел прочности при растяжении в момент отрыва касательной от диаграммы «напряжение – деформация», МПа; $\varepsilon'_{уп}$ – упругие деформации при разрыве, мм/мм.

Определение предела прочности при растяжении проводили на образцах после 28 суток воздушно-сухого твердения. Результаты экспериментов представлены на рис.2.

Полученные результаты (рис. 2) свидетельствуют о том, что добавление в рецептуру добавки на основе синтезируемых алюмосиликатов позволяет получить материал с прочностью при растяжении до $R_{ког}$= 0,39 МПа. Относительные деформации составили ε = 1,5 мм/м. У образцов на известково-диатомитовой основе разрушение происходит при деформации, равной ε = 1,3 мм/м.

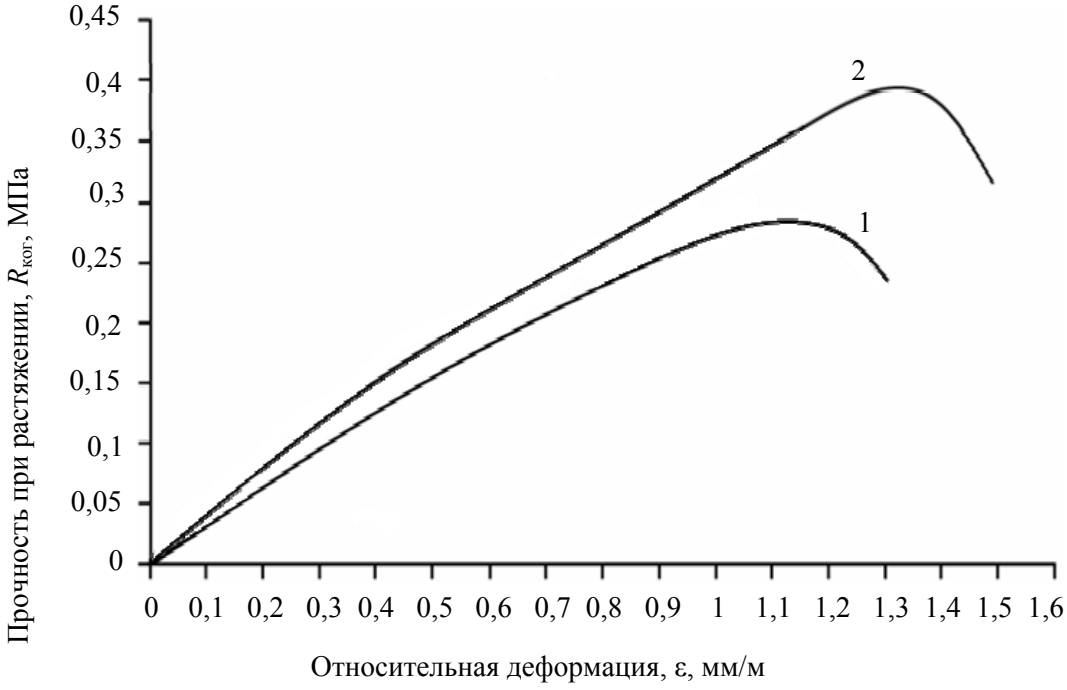


Рис. 2. Изменение относительных деформаций при растяжении образцов на основе разрабатываемого состава с применением: 1 – диатомита; 2 – перлитового песка

В таблице приведены результаты эксперимента. Результаты расчета показывают, что образцы покрытий на основе известково-перлитового состава обладают большей прочностью при растяжении. Использование диатомита в качестве наполнителя снижает прочность при растяжении.

Деформативные свойства покрытия на основе разрабатываемого состава

Вид наполнителя	В/И	Значения показателей			
		$E_{уп}$, МПа	$\varepsilon_{уп}^{*}$	$\varepsilon_{пл}^{*}$	$R_{ког}$, МПа
Перлитовый песок	1	40	0,2	0,13	0,39
Диатомит	1	36,12	0,45	0,85	0,28

Упругие деформации известково-перлитового состава ε = 0,2 мм/м, при применении диатомита ε = 0,45 мм/м.

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что использование диатомита в качестве наполнителя не целесообразно ввиду несоответствия образцов с его применением условиям, при которых происходит растрескивание покрытий.

Применение перлитового песка в качестве наполнителя позволяет получить покрытие, удовлетворяющее требованиям по трещиностойкости.

Список литературы

1. Loganina, V.I. Properties of limy composites with the addition aluminosilicates / V.I. Loganina, A.D. Ryzhov // Contemporary engineering sciences. – 2015. – № 9. – P. 409–413.

2. Логанина, В.И. Структура и свойства синтезируемой добавки на основе аморфных алюмосиликатов / В.И. Логанина, А.Д. Рыжов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2015. – № 5. – С. 7–10.

3. Логанина, В.И. Изменение физико-механических свойств покрытий на основе полимерцементных связующих в процессе старения /В.И. Логанина, О.В. Карпова, Н.В. Божьев // Пластические массы. – 1999. – № 5. – С.11.

References

1. Loganina, V.I. Properties of limy composites with the addition aluminosilicates / V.I. Loganina, A.D. Ryzhov // Contemporary engineering sciences. – 2015. – № 9. – P. 409–413.

2. Loganina, V.I. Structure and properties of admixture based on amorphous aluminosilicate / V.I. Loganina, A.D. Ryzhov // Bulletin of the Belgorod State Technological University. V.G. Shukhov. – 2015. – № 5. – P. 7–10

3. Loganina, V.I. Changing the physical and mechanical properties of coatings based on polymer-binder in the process of aging / V.I. Loganina, O.V. Karpova, N.V. Bozhyev //Plastics. – 1999. – №5. – P.11.

УДК 65.01

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Учаева Татьяна Владимировна,
кандидат экономических наук,
доцент кафедры «Экономика, организация и управление производством»
E-mail: uchaevatv@mail.ru

Щукарева Алена Вячеславовна,
студентка
E-mail:alenka-shukareva@mail.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Uchaeva Tatiana Vladimirovna,
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the department «Economics, Organization and Management»
E-mail: uchaevatv@mail.ru

Shchukareva Elena Vyacheslavovna,
Student
E-mail: alenka-shukareva@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ФИНАНСОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ООО «СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ» КАК ОСНОВА РОСТА ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ

Т.В. Учаева, А.В. Щукарева

Приводятся результаты анализа финансового потенциала ООО «Строительные материалы» (г.Пенза) как структурного элемента организационно-экономического потенциала предприятия. Показана важность повышения финансового потенциала для роста организационно-экономического потенциала предприятия. Проводится имущественный анализ структуры баланса, анализ ликвидности активов. Графически показана динамика изменения ликвидности баланса. На основе проведенного анализа сделаны выводы и даны рекомендации.

Ключевые слова: организационно-экономический потенциал, финансовый потенциал, имущественный анализ, ликвидность баланса, платежеспособность

IMPROVING FINANCIAL POTENTIAL OF LLC «BUILDING MATERIALS» AS THE BASIS OF RISING ITS ORGANIZATIONAL-ECONOMIC POTENTIAL

T.V. Uchaeva, E.V. Shchukareva

Analysis of financial potantial of IIC «Building Materials» (Penza) as a structural element of the organizational and economic potential of the enterprise is provided. The importance of increasing financial potential to improve organizational and economic potential of the enterprise is shown. Proprietary analysis of balance sheet structure, analysis of assets liquidity are conducted. The change of balance sheet liquidity graphically shown. Some conclusions and recommendations are given on the basis of this analysis.

Keywords: organizational and economic capacity, financial capacity, property analysis, balance sheet liquidity, solvency

Предприятие в своей деятельности, связанной с достижением устойчивого развития, под воздействием факторов внешней среды должно отталкиваться от существующего положения,. Благоприятное или неблагоприятное влияние внешней среды может потребовать от предприятия дополнительного расхода ресурсов, то есть использования его экономического потенциала.

Таким образом, проблема устойчивого развития предприятия связана с формированием и максимально полным использованием его возможностей — организационно-экономического потенциала [1].

Исследование организационно-экономического потенциала предприятия как сложного экономического явления невозможно без изучения его внутреннего строения.

Элементами системы «Организационно-экономический потенциал предприятия» являются подсистемы – локальные потенциалы, перечень которых представлен в табл. 1.

Таблица 1

Элементы системы «Организационно-экономический потенциал предприятия»

Элемент системы	Определение
Управленческий потенциал	Совокупность знаний, информации, опыта, возраста персонала управления, инновационная активность, мотивация, организационные возможности, которые используются данной предпринимательской структурой в целях повышения ее конкурентоспособности и устойчивого развития
Материально-технический потенциал	Часть имущественного потенциала, представленная долгосрочными активами предприятия, участвующими в процессе производства (основные производственные фонды, непроизводственные фонды)
Финансовый потенциал	Потенциальные финансовые показатели производства (прибыльности, ликвидности, платежеспособности), потенциальные инвестиционные возможности, кредитная история
Имущественный потенциал	Активы, стоимость которых определяется балансовой стоимостью предприятия и тождественна величине пассивов. Имущественный потенциал может быть охарактеризован количественно в стоимостной оценке активов предприятия и качественно как степень устойчивости финансового состояния
Профессионально-квалификационный потенциал	Совокупность способностей, профессиональных навыков работников предприятия, необходимых для выполнения ими своих профессиональных обязанностей, и создание условий на предприятии для совершенствования и развития навыков и умений персонала
Творческий потенциал	Совокупность способностей работников предприятия к постановке и решению новых творческих задач, созданию чего-то качественно нового, отличающегося неповторимостью и уникальностью, а также к созданию условий на предприятии для проявления этих творческих способностей
Трудовой потенциал	Совокупная трудовая дееспособность коллектива предприятия, определяемая такими характеристиками персонала, как возраст, физические возможности, имеющиеся знания и профессионально-квалификационные навыки, способность работников совершенствоваться в процессе труда, стремление ставить и решать новые задачи
Ресурсный потенциал	Взаимосвязанная совокупность имеющихся в распоряжении предприятия ресурсов
Интеллектуальный потенциал	Совокупность интеллектуальных возможностей персонала предприятия, трансформированная при непрерывной информационной поддержке на базе достигнутого материально-технического уровня в формализованные и неформализованные организационно-значимые знания
Организационный интеллектуальный потенциал	Систематизированная и формализованная компетентность персонала предприятия, системы, усиливающая его творческую деятельность, а также организационные возможности, направленные на создание продукта и стоимости

На наш взгляд, финансовый потенциал имеет большое значение для успешной деятельности предприятия. Финансовый потенциал предприятия является комплексным понятием и характеризуется системой показателей, отражающих наличие и размещение средств, реальные и потенциальные финансовые возможности. Основными из них являются состав и структура активов предприятия, объем произведенной продукции и услуг, общие затраты на производство, структура затрат, структура оборотных средств и период их оборота и платежеспособность, инвестиционный потенциал, интенсивность инвестиций, норма прибыли капитала, рентабельность продукции.

Факторы, влияющие на финансовый потенциал предприятия, – это, прежде всего, устойчивость темпов роста собственных средств предприятия, качество управления текущими активами, обеспечение запасов и затрат собственными средствами и т.д.

Устойчивое финансовое положение предприятия является необходимым условием его деятельности в рыночных отношениях, поскольку от этого зависит своевременность и полнота погашения его обязательств по оплате труда работников, расчетов с бюджетом, банками и поставщиками материальных ресурсов, по выплате дивидендов и т.д. Финансовый потенциал можно считать эффективным, если он покрывает собственными средствами не менее 50 % финансовых ресурсов, необходимых для осуществления конкурентоспособной деятельности предприятия, целенаправленно и эффективно использует финансовые ресурсы и является платежеспособным.

Таким образом, финансовый потенциал предприятия как составляющий элемент организационно-экономического потенциала предприятия имеет исключительное значение для успешной деятельности и выживания предприятия.

Поэтому его анализ имеет значение для разработки необходимых мероприятий по повышению организационно-экономического потенциала.

Финансовый потенциал раскрывается через исследование количества и качества финансовых ресурсов, определяющих возможности функционирования и развития предприятия.

Объектом исследования данной статьи является финансовый потенциал ООО «Строительные материалы» (г. Пенза).

ООО «Строительные материалы» является одним из крупных производителей сборного железобетона в области (мощность 30 тыс. куб. метров) и составной частью строительного комплекса Пензенской области [2, 3], от успешного функционирования которого во многом зависит развитие жилищного строительства в регионе.

Целями деятельности ООО «Строительные материалы» являются расширение рынка товаров и услуг, а также извлечение прибыли.

Был проведен анализ активов и пассивов бухгалтерского баланса ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы, который показал следующее.

В 2012 году в структуре активов баланса наибольший удельный вес занимали оборотные активы; данная тенденция наблюдается на протяжении всего анализируемого периода.

В структуре внеоборотных активов имеется лишь один раздел – основные средства, которые в 2012 году составили 17,9 % от баланса предприятия.

В структуре оборотных активов наибольший удельный вес занимают запасы и дебиторская задолженность, что составляет 34 % и 41,2 % соответственно, остальные показатели имеют незначительный удельный вес, а именно:

– налог на добавленную стоимость по приобретенным ценностям – 0,49 %;

– финансовые вложения (за исключением денежных эквивалентов) – 2,8 %;

– денежные средства и денежные эквиваленты – 2,8 %;

– прочие оборотные активы – 0,09 %.

В 2013 году основные средства предприятия повысились на 386 тыс. руб., или на 2 %. В оборотных активах происходит изменение структуры: возрастают финансовые вложения (на 25205 тыс. руб.). Запасы предприятия снизились на 9527 тыс. руб., или на 25,1 %; наглядно это представлено на рис.1.

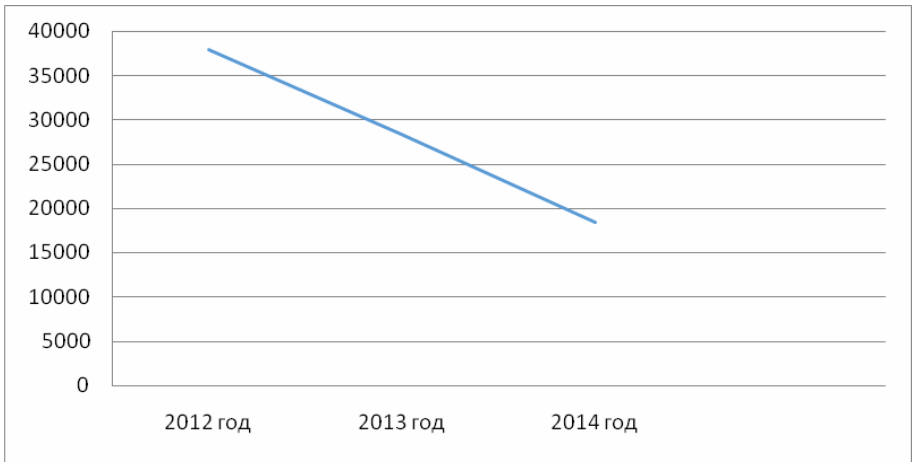


Рис. 1. Динамика изменения запасов ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

Дебиторская задолженность возросла на 29,8 % (13678 тыс. руб.). Остальные показатели в 2013 году имели незначительные изменения.

Анализируя структуры активов баланса в 2014 году, можно сказать следующее: дебиторская задолженность снизилась на 26,8 %, или на 15959 тыс. руб. (рис. 2).

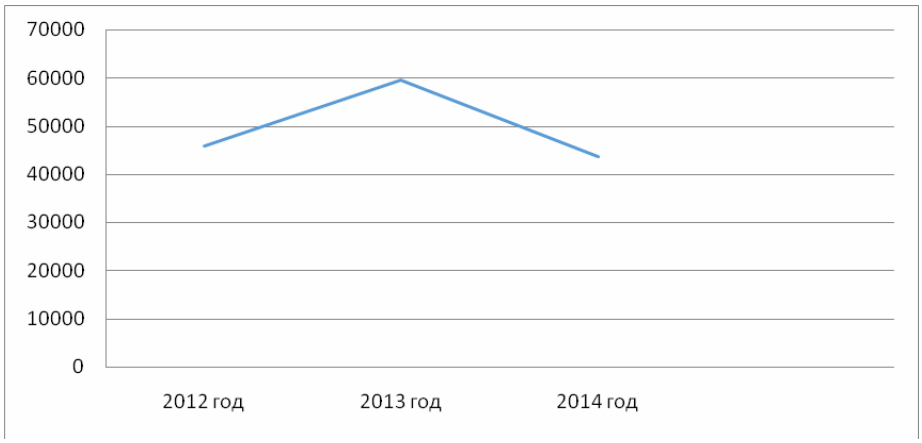


Рис. 2. Динамика изменения дебиторской задолженности ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

Запасы предприятия снизились на 9946 тыс. руб., или на 36,3 %. Финансовые вложения имели также тенденцию к уменьшению (снизились на 40,2 %, или на 13998 тыс. руб.).

Наглядно динамика изменения структуры активов баланса предприятия представлена на рис. 3–5.

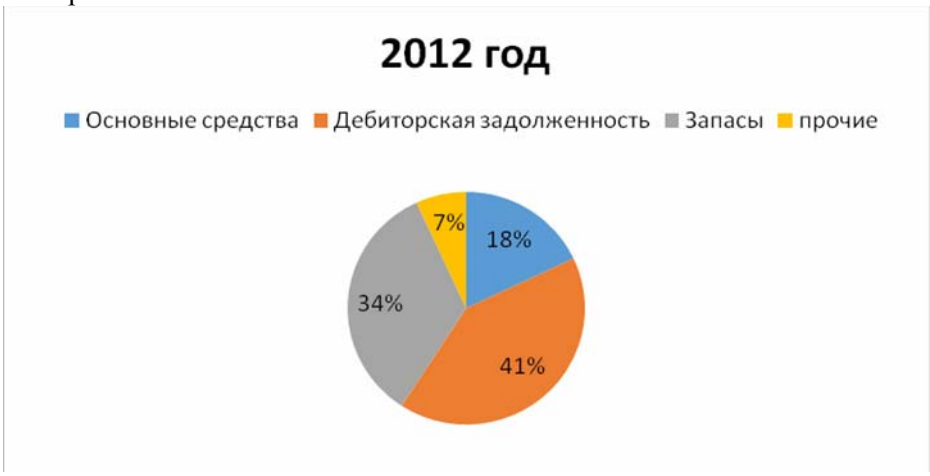


Рис. 3. Структура актива бухгалтерского баланса ООО «Строительные материалы» за 2012год

Рис. 4. Структура актива бухгалтерского баланса ООО «Строительные материалы» за 2013 год

Рис. 5. Структура актива бухгалтерского баланса ООО «Строительные материалы» за 2014 год

Анализируя пассивы бухгалтерского баланса ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы, можно сказать, что основную долю занимают заемные средства и кредиторская задолженность.

В 2012 году кредиторская задолженность составила 112852 тыс. руб. В 2013 году кредиторская задолженность выросла на 26,4 % и лишь в 2014 году снизилась на 6,6 % (рис. 6).

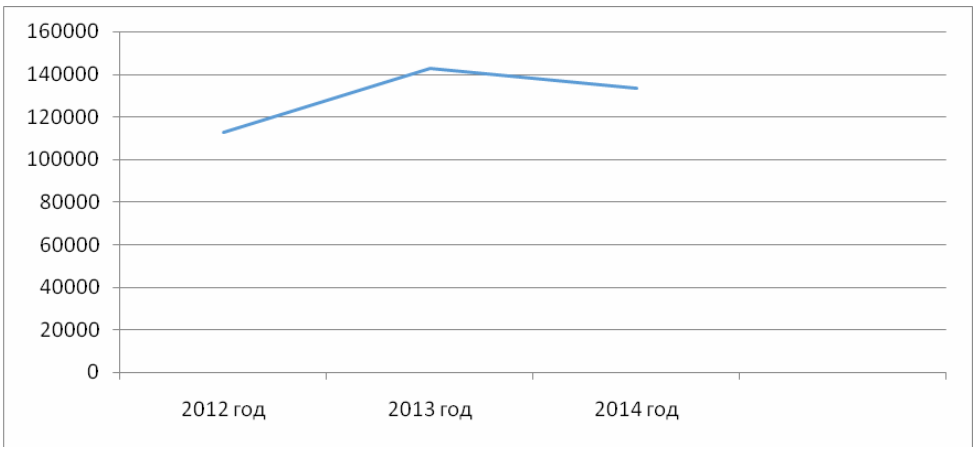


Рис. 6. Динамика изменения кредиторской задолженности ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

Заемные средства в 2012 году составили 20,9 %, а в 2013 году увеличились на 6300 тыс. руб., или на 58,6 %. Наглядно структура пассива баланса представлена на рис. 7–9.

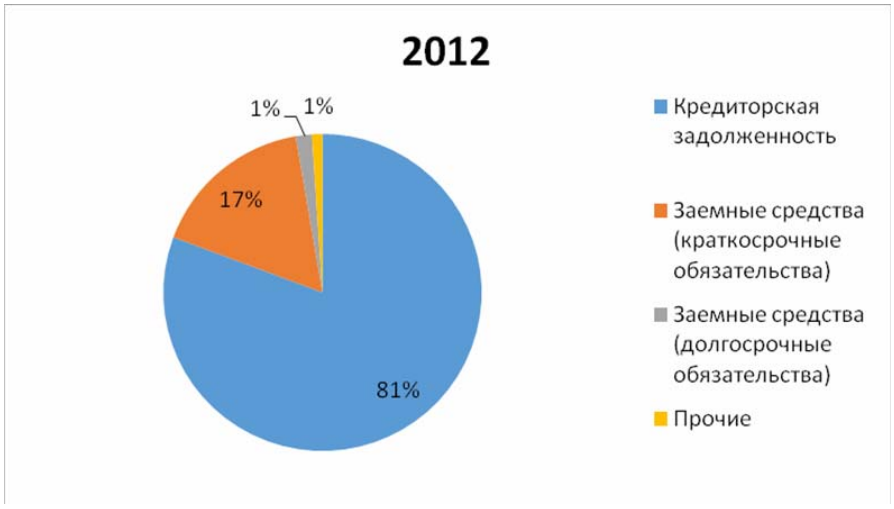


Рис. 7. Структура пассива бухгалтерского баланса ООО «Строительные материалы» за 2012 год

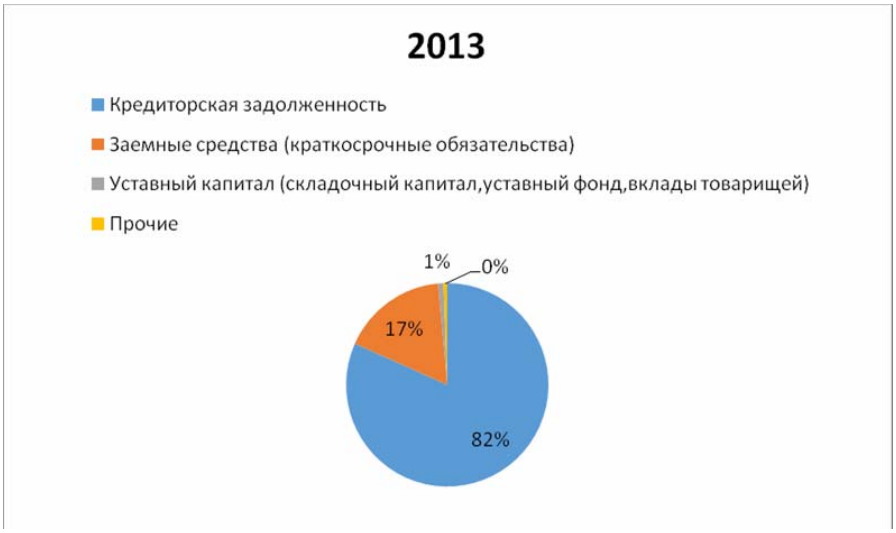


Рис. 8. Структура пассива бухгалтерского баланса ООО «Строительные материалы» за 2013 год

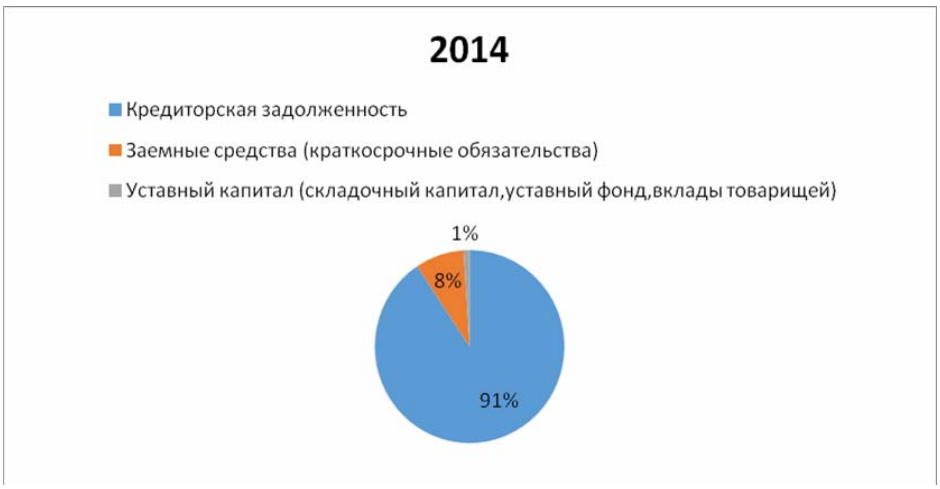


Рис. 9. Структура пассива бухгалтерского баланса ООО «Строительные материалы» за 2014 год

Важным этапом анализа финансового потенциала является определение его ликвидности и платёжеспособности. Авторами были рассчитаны некоторые коэффициенты ликвидности ООО «Строительные материалы» (табл. 2). Цель расчета коэффициентов ликвидности – оценить соотношение различных видов оборотных активов и краткосрочных обязательств для их возможного последующего погашения.

Таблица 2

Коэффициенты ликвидности ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

Наименование коэффициента	2012	2013	2014	Нормативное значение
Коэффициент абсолютной ликвидности	0,05	0,19	0,12	> 0,2 – 0,5
Коэффициент срочной ликвидности	0,39	0,54	0,42	0,7 – 1
Коэффициент текущей ликвидности	0,67	0,7	0,55	2 – 3,5
Коэффициент общей ликвидности	0,33	0,45	0,32	1 – 2,5

Как видно из данных таблицы, коэффициент абсолютной ликвидности не достигал рекомендуемого значения на протяжении всего анализируемого периода. Низкое значение указывает на снижение платежеспособности. Это означает, что предприятие на дату составления баланса (по годам) не может погасить часть краткосрочных обязательств.

Коэффициент срочной ликвидности также не достигал нормативных значений и только в 2013 был близок к норме.

Коэффициент текущей ликвидности не достигал нижней границы нормы. Это указывает на то, что оборотных средств у предприятия недостаточно для покрытия краткосрочных обязательств.

Коэффициент общей ликвидности также не достигал нормативных значений на протяжении всего анализируемого периода. Динамика изменения данных коэффициентов по годам представлена на рис.10.

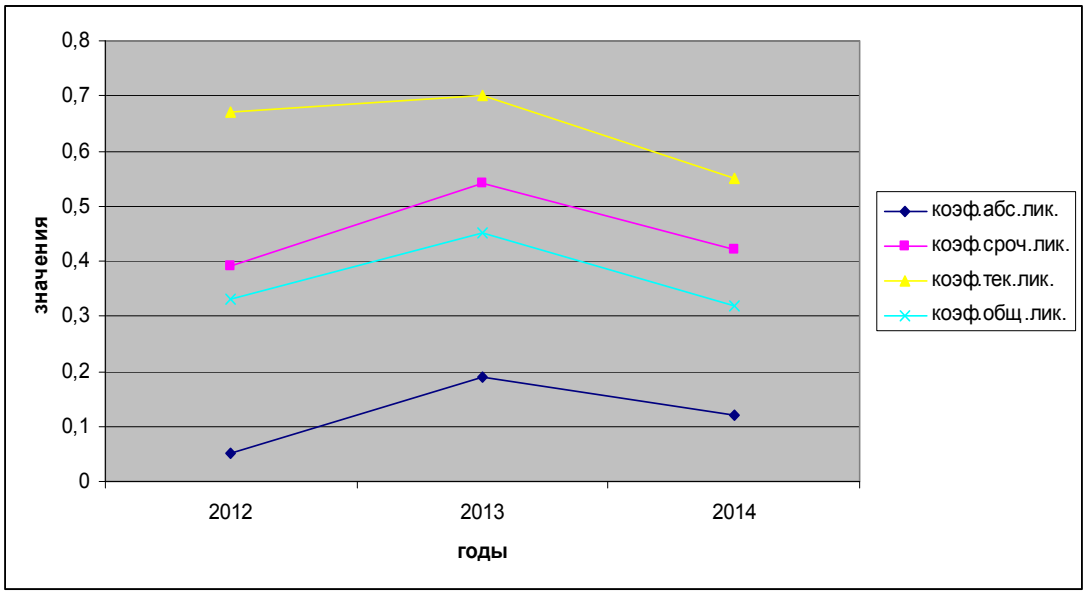


Рис. 10. Динамика изменения коэффициентов ликвидности ООО «Строительные материалы» за 2012–2014 годы

Проведенный анализ позволил сделать вывод, что ООО «Строительные материалы» в настоящий момент обладает наименьшей ликвидностью и не имеет возможности вовремя покрывать свои обязательства.

ООО «Строительные материалы» необходимо проводить анализ финансовой деятельности с использованием данных коэффициентов для прогнозирования финансовых ситуаций [4, 5]. Также рекомендуется усилить систематическую работу с дебиторами, что будет способствовать возрастанию платежных возможностей предприятия и в конечном счете – улучшению финансового потенциала и организационно-экономического потенциала в целом.

Список литературы

1. Учаева, Т.В. Повышение организационно-экономического потенциала предприятий / Т.В. Учаева // Гуманитарные научные исследования. – Июль 2014. – № 7. – URL: http://human.snauka.ru/2014/07/7383 (дата обращения: 10.07.2014).

2. Учаева, Т.В. Анализ ситуации на производстве на предприятиях по производству строительных материалов Пензенской области / Т.В. Учаева // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 11. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40907 (дата обращения: 22.11.2014).

3. Учаева, Т.В. Улучшение внутрипроизводственных резервов на предприятиях промышленности строительных материалов / Т.В. Учаева // Гуманитарные научные исследования. – 2014. – № 12. – URL: http://human.snauka.ru/2014/12/8637 (дата обращения: 08.12.2014).

4. Учаева, Т.В. Анализ финансовой деятельности ЗАО «Нижнеломовский хлебокомбинат» / Т.В. Учаева, К.Ю. Тихонова // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 4. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2015/04/52663.

5. Финансовый анализ / под ред. Т.С. Новашиной. – М.: Московская финансово-промышленная академия, 2005.

References

1. Uchaeva, T.V. Improving organizational and economic potential of enterprises / T.V. Uchaeva // Humanitarian research. – July 2014. – № 7. – URL: http://human.snauka.ru/2014/07/7383 (the date of circulation: 07.10.2014).

2. Uchaeva, T.V. Analysis of the situation in production at factories producing construction materials of the Penza region / T.V. Uchaeva // Modern scientific research and innovation. – 2014. – № 11. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/11/40907 (the date of circulation: 11.22.2014).

3. Uchaeva, T.V. Improving internal reserves at the enterprises of the industry of building materials / T.V. Uchaeva // Humanitarian research. – 2014. – № 12. – URL: http://human.snauka.ru/2014/12/8637 (the date of circulation: 08.12.2014).

4. Uchaeva, T.V. Analysis of the financial activities of JSC «Nizhnelomovsky Bakery» / T.V. Uchaeva, K.Y. Tikhonov // Modern scientific research and innovation. – 2015. – № 4. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2015/04/52663

5. Financial Analysis / ed. T.S. Novashinoy. – M.: Moscow Financial-Industrial Academy, 2005.

УДК 691.175

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Кочеткова Майя Владимировна,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: M.V.Kochetkova@mail.ru

Чернышова Нина Александровна,
студентка

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Kochetkova Maya Vladimirovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Quality management and technology of building production»
E-mail: M.V.Kochetkova@mail.ru

Chernyshova Nina Aleksandrovna,
student

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕНОПОЛИМЕРЦЕМЕНТНОГО РАСТВОРА ДЛЯ ОТДЕЛКИ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

М.В. Кочеткова, Н.А. Чернышова

Дано описание технологических элементов, составляющих порядок отделки стен из пенобетона. Указаны виды и достоинства отделочных материалов, с учетом их атмосферостойкости. Показана методика нанесения тонких слоев с учетом сил сцепления.

Ключевые слова: способы отделки наружных стен, экономическая эффективность, эксплуатационные затраты, снижение себестоимости строительства

ECONOMIC EFFICIENCY OF APPLYING FOAMPOLYMERCEMENT MOTAR FOR FINISHING EXTERNAL WALLS OF BUILDINGS

M.V. Kochetkova, N.A. Chernyshova

The description of technology finishing walls made of foam concrete is given. The types of finishing materials and advantage, according to their weather resistance are stated. The technique of applying thin layers taking into account adhesion forces is shown.

Keywords: ways of finishing the exterior walls, economic efficiency, maintenance costs, reduced construction costs

Отделка фасада определяет внешний вид дома, его стиль, индивидуальность, гармонию с окружающим ландшафтом. Одновременно с этим наружная отделка несет в себе защитную функцию. Также многие современные материалы обеспечивают энергоэффективность дома.

Классический вариант оформления наружных стен – штукатурка. Она подходит для кирпичного, каменного, монолитного или деревянного дома. Современные смеси обладают множеством достоинств:

- хорошей паропроницаемостью;
- стойкостью к резким перепадам влажности;
- устойчивостью к резким перепадам температур;
- хорошими прочностными и эластичными свойствами.

На стоимость отделки панелей из пенобетона влияет себестоимость местных и привозных материалов, уровень механизации процесса отделки, технологические факторы и др. Эти так называемые единовременные затраты не могут определять полную стоимость отделки. Не меньшее влияние на экономическую эффективность

отделочных материалов оказывают показатели долговечности и зависящие от них эксплуатационные затраты.

Предлагается экономичность различных видов отделки вычислять с учетом всех затрат (как начальных, так и эксплуатационных) за период 50 лет по формуле

$$R = r + \frac{50}{t} n,$$

где R – общая стоимость 1 м^2 отделки; r – первоначальная удельная стоимость отделки, состоящая из удельных капиталовложений и непосредственных затрат на отделку; t – межремонтный период; n – удельные эксплуатационные затраты, состоящие из затрат на уход в межремонтный период и затрат на один ремонт 1 м^2 отделанной поверхности.

В расчеты следует добавить и удельные затраты на полную отделку лицевой поверхности в условиях строительства C, поскольку не все виды отделки в одинаковой степени требуют материальных и трудовых затрат на стройплощадке. Поэтому величина C для разных видов отделки будет различна.

Полное выражение всех затрат, связанных с поддержанием фасадов зданий в надлежащем порядке, определяемое по формуле

$$R_n = r + \frac{50}{t} n + C,$$

должно найти отражение в сметах на крупнопанельное строительство.

Оценивая стоимость отделки панелей только в рублях, мы не учитываем фактическую ценность того или иного вида отделки, выражаемую его эстетическими достоинствами. Этот важнейший фактор очень часто не учитывается технико-экономическими показателями в силу субъективности своей природы.

Поэтому при выборе способов отделки панелей следует отдавать предпочтение не самому экономичному их виду, а рациональному сочетанию экономической эффективности с эстетической целесообразностью. В этом смысле отделка цветными декоративными растворами наиболее полно отвечает поставленным требованиям. Сроки службы индустриальных отделок каменными, керамическими и бетонными (растворными) материалами практически равны срокам службы крупнопанельных зданий. Цветные фактурные слои требуют только промывки через 12–15 лет эксплуатации, обеспечивая высокие эстетические качества внешнего вида зданий.

Толщина слоя отделочного раствора принята 20мм, с полимерцементным отношением П:Ц=10. При подсчете расхода латекса учтен процесс грунтовки панелей перед укладкой раствора.

При введении в пенополимерцементный раствор дорогостоящих пигментов или декоративных добавок стоимость его увеличивается незначительно.

Применение для предлагаемого способа отделки недефицитных местных материалов (кроме латекса), возможность механизации отделочных операций, сокращение затрат на послемонтажную отделку в сочетании с хорошими декоративными возможностями делает данный способ отделки достаточно перспективным.

Поскольку стоимость латекса в пенополимерцементном растворе составляет более половины стоимости всей отделки, то при современном развитии химической промышленности стоимость отделки декоративным пенополимерцементным раствором будет постепенно снижаться.

Отделка пенополимерцементным раствором панелей из пенобетона вполне технологична, поддается механизации и автоматизации рабочих процессов и может быть привязана к действующим технологическим линиям по выпуску панелей.

Пенополимерцементный раствор можно использовать при всех других видах отделки для выравнивания поверхности под окраску или для исправления дефектов (например, при восстановлении отслоившегося поризованного раствора), а также для ремонта ранее построенных зданий.

Применение современных технологий в строительстве может обеспечить снижение себестоимости ведения строительства и последующей эксплуатации жилья.

Разработанная технология отделки стен из пенобетона пенополимерцементным раствором ставит целью решение комплексной задачи, имеющей технический, эстетический и экономический аспекты. Показано, что нанесение защитно-отделочного пенополимерцементного раствора на изделие после его тепловой обработки декоративным слоем 10–20 мм дает возможность устранять послемонтажные и эксплуатационные дефекты на фасаде в любое время года.

Установлено, что при введении в пенобетон с объемной массой 1300–1500 кг/м^3 некоторых органических веществ ряд его физико-механических свойств, имеющих решающее значение в оценке пригодности материала для защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона, существенно улучшается. Водопотребность снижается на 25–23 %, прочность на сжатие увеличивается более чем в 2 раза, а при растяжении почти в 3 раза, модуль упругости может быть понижен на 10–30 %; адгезия к силикатным материалам возрастает в 5–6 раз, влагопроницаемость уменьшается в 10 раз, снижается водопоглощение и увеличивается морозостойкость.

В результате исследования определена оптимальная дозировка полимера для защитно-отделочного пенополимерцементного раствора состава 1:3 с объемной массой 1300–1500 кг/м^3. Наилучшие результаты получены при использовании в качестве полимерной добавки дивинилстирольного латекса СКС-65ГП, стабилизированного гидролизованным клеем, при полимерцементном отношении П:Ц=0,10 и водцементном отношении 0,43.

Показано, что на прочность сцепления пенополимерцементного раствора с пенобетоном, в том числе и при воздействии различных природных факторов, решающее влияние оказывают микрорельеф поверхности пенобетона и способ ее подготовки.

На основании результатов проведенных исследований и внедрения их в производство даны практические рекомендации по отделке стен из пенобетона пенополимерцементным раствором, позволяющим получить разнообразный декоративный эффект при достаточно высоких экономических показателях. Затраты при долговременной эксплуатации не превысят 1/3 затрат при отделке окраской. Это дает возможность применять декоративный пенополимерцементный раствор наряду с известными прогрессивными способами отделки пенобетона.

Список литературы

1. Гусев, Н.И. Влагопроницаемость и паропроницаемость полимерцементного раствора для защитно-отделочного покрытия пенобетона / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, Е.С. Аленкина // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №2. – С. 68–72.

2. Кочеткова, М.В. Исследование декоративных свойств поризованных растворов на атмосферные воздействия / М.В. Кочеткова, Н.И. Гусев, Е.С. Аленкина // Современная техника и технологии. – 2014. – №12 (40). – С. 115–118.

3. Гусев, Н.И. Выполнение строительных процессов с применением растворов и бетонов / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, Е.С. Аленкина // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №5-1 (37). – С. 20.

4. Гусев, Н.И. Задачи исследования защитных свойств полимерцементных поризованных растворов для стен из пенобетона / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, А.С. Щеглова // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №12-1 (44). – С. 84–87.

5. Гусев Н.И. Пенополимерцементные композиты на защите легкобетонных стен от воздействия окружающей среды / Н.И. Гусев, А.С. Щеглова // Современная техника и технологии. – 2014. № 11 (39). – С. 97–99.

References

1. Gusev, N.I. Moisture permeability and water vapor permeability of polymer-solution for the protective topcoat foam / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, E.S. Alenkina // Regional architecture and engineering. – 2015. – №2. – P. 68–72.

2. Kochetkova, M.V. Study decorative properties of porous solutions on weathering / M.V. Kochetkov, N.I. Gusev, E.S. Alenkina // Modern techniques and technology. – 2014. – №12 (40). – P. 115–118.

3. Gusev, N.I. Execution of construction processes using mortars and concretes / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, E.S. Alenkina // Modern scientific research and innovation. – 2014. – №5-1 (37). – P. 20.

4. Gusev, N.I. Objectives of the study of protective properties of polymer-porous solutions for the walls of the foam / N.I. Gusev, M.V. Kochetkova, A.S. Shcheglova // Modern scientific research and innovation. – 2014. – №12-1 (44). – P. 84–87.

5. Gusev, N.I. Penopolimertsementnye composites protect the light concrete walls from the environment / N.I. Gusev, A.S. Shcheglova // Modern techniques and technology. – 2014. – № 11.

.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

STANDARDIZATION AND QUALITY MANAGEMENT

УДК 666.972.16

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Коровкин Марк Олимпиевич,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии строительных материалов и деревообработки»
E-mail: m_korovkin@mail.ru

Ерошкина Надежда Александровна,
кандидат технических наук,
инженер-исследователь
научно-исследовательского сектора
E-mail: n_eroshkina@mail.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Korovkin Mark Olimpievich,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Technology of building materials and wood processing»
E-mail: m_korovkin@mail.ru

Eroshkina Nadezda Alexandrovna,
Candidate of Sciences, research Engineer of scientific and research sector
E-mail: n_eroshkina@mail.ru

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВОДОРЕДУЦИРУЮЩИЙ ЭФФЕКТ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА С-3*

М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина

Исследованы влияние на водоредуцирующий эффект суперпластификатора С-3 состава цемента, тонкости его измельчения, способа введения добавки, а также сохраняемость водоредуцирующего эффекта в течение 2 часов.

Ключевые слова: суперпластификатор, водоредуцирующий эффект, способ введения добавки, состав цемента, тонкость помола цемента

THE INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON WATER-REDUCING EFFECT OF SUPERPLASTICIZER C-3

M.O. Korovkin, N.A. Eroshkina

This article is dedicated to the study of the influence of water-reducing effect of superplasticizer C-3 on cement composition, its fineness of grinding, the method of additive introduction, as well as persistence of water-reducing effect for 2 hours.

Keywords: superplasticizer, water-reducing effect, method of introducing an additive, composition of cement, fineness of cement grinding

* Выполнено в рамках государственной работы «Обеспечение проведения научных исследований».

Введение

Наиболее перспективным направлением решения основных задач развития технологии бетонов является повышение эффективности использования добавок суперпластификаторов (СП), что позволит значительно улучшить технологические и эксплуатационные характеристики бетона.

Отмечается, что эффективность СП зависит от большого числа факторов, к числу которых в первую очередь относятся химический состав добавки и ее совместимость с цементом. Кроме того, важное значение придается способу совмещения СП с вяжущим.

Несмотря на значительное число системных исследований влияния химико-минералогического состава цемента на пластифицирующий эффект СП, эффективность добавки не всегда удается достоверно прогнозировать. В связи с этим в строительной практике используется эмпирическая оценка СП, на основе которой цементы различных производителей классифицируются по эффективности применения добавок [1].

Целью настоящего исследования является выявление зависимостей водоредуцирующего эффекта (ВР) суперпластификатора С-3 от состава цемента, тонкости его измельчения, способа введения добавки, а также оценка сохраняемости ВР в течение 2 часов.

Методы и материалы для исследования

Для исследований были использованы цементы трех производителей: ЗАО «Жигулевские стройматериалы», ОАО «Подольск-цемент», ЗАО «Осколцемент». Цементы для эксперимента измельчались в лабораторной шаровой мельнице до удельной поверхности ($S_{уд}$) 350 и 450 м^2/кг, определенной по прибору ПСХ-2. Характеристики цементов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Химико-минералогический состав исследованных цементов

Марка цемента, изготовитель	Химико-минералогический состав*, %						
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	MgO	SO_3	Na_2O
ЦЕМ I 42,5Н ЗАО «Жигу-левские стройматериалы»	60,0±2,5	15,0±2,0	7,6±0,6	12,6±0,3	2,23±0,94	0,55±0,1	0,81±0,1
ЦЕМ I 42,5Н ЗАО «Осколцемент»	65,4±4,7	13,8±4,1	9,5±1,7	11,3±2,5	0,53±0,15	0,29±0,2	0,6±0,08
ПЦ 500 Д0 ОАО «Подольск-цемент»	56	16	6,7	14,5	4	0,13	…

* По справочной литературе и данным производителей.

Таблица 2

Технико-строительные свойства исследованных цементов

Марка цемента, изготовитель	Сроки схватывания, час–мин		Активность, МПа
	начало	конец	
ЦЕМ I 42,5Н ЗАО «Жигулевские стройматериалы»	2–30	4–10	51,4
ЦЕМ I 42,5Н ЗАО «Осколцемент»	3–15	4–50	53,5
ПЦ 500 Д0 ОАО «Подольск-цемент»	3–40	4–55	51,6

Оценка ВР проводилась на цементно-песчаных растворах состава 1:2. Для приготовления смесей применялся песок Сурского месторождения с модулем крупности 1,51.

В качестве СП в эксперименте использовалась добавка С-3 производства компании «Суперпласт» в количестве 0,7 % от массы цемента.

Для определения водоредуцирующего эффекта применялась методика, основанная на нахождении эмпирической зависимости консистенции смеси (расплыва на встряхи-

вающем столике) от водоцементного отношения В/Ц [2]. Эта методика основана на линейной зависимости диаметра расплыва смеси на встряхивающем столике или под действием собственного веса (РК) от водоцементного отношения (В/Ц).

По экспериментальным данным методом наименьших квадратов находились коэффициенты эмпирического уравнения В/Ц = $a + b$·РК. Затем по этому уравнению для контрольного бездобавочного состава и состава с пластифицирующей добавкой рассчитывались В/Ц, необходимые для получения заданной консистенции. Значения ВР в % определялись по формуле

$$\text{ВР} = \frac{\text{В/Ц}_{\text{н}} - \text{В/Ц}_{\text{п}}}{\text{В/Ц}_{\text{н}}} \cdot 100,$$

где $\text{В/Ц}_{\text{н}}$ и $\text{В/Ц}_{\text{п}}$ – соответственно, значения водоцементного отношения непластифицированной и пластифицированной смесей с заданной удобоукладываемостью.

Для нахождения зависимости консистенции смеси от водоцементного отношения для каждой дозировки СП проводилось не менее 5 опытов, в которых подбирался расход воды, обеспечивающий расплывы смесей на встряхивающем столике в интервале от 110 до 200 мм.

Полученные зависимости для непластифицированной и пластифицированной смесей позволяют вычислить ВР добавки с высокой точностью во всем исследуемом интервале РК. Использование этой методики не только решает проблему повышения достоверности определения ВР, но и снижает трудоемкость подбора расхода воды для получения смесей с равной удобоукладываемостью.

Результаты и их обсуждение

Результаты расчета ВР для жестких смесей с РК 110 мм и пластичных смесей с РК 200 мм при различных сроках их испытания приведены на рис. 1. Анализ этих данных показывает, что значения ВР в жестких смесях в среднем на 5…15 % выше, чем в пластичных смесях, что расходится с устоявшимся мнением о том, что при повышении пластичности смеси эффективность СП возрастает [3]. Однако эффективность СП на практике обычно оценивается не по значениям ВР, а по возможности уменьшения расхода цемента, так как это обеспечивает снижение себестоимости бетона.

С учетом того что в жестких и малопластичных бетонных смесях расход вяжущего значительно ниже, чем в пластичных бетонах, применение СП не позволяет существенно уменьшать расход цемента, так как это приводит к снижению объема растворной составляющей бетона ниже допустимых значений.

Однако новое понимание всех возможностей использования инертных минеральных добавок в бетонах с высокоэффективными СП [4] позволяет получать не только самоуплотняющиеся бетоны, но и малопластичные, а также жесткие бетонные смеси с расходами цемента намного ниже, чем это характерно для традиционной технологии бетона.

Снижение значений ВР при переходе от жестких смесей к пластичным практически не зависит от удельной поверхности цемента. На эту характеристику наибольшее влияние оказывает состав цемента.

Сопоставление значений ВР, полученных при различных способах совмещения СП с цементом при дозировке 0,7 %, показывает, что в большинстве случаев более эффективно введение добавки в виде порошка в доизмельченный цемент, а не совместный помол СП и вяжущего (на чем основана технология получения ВНВ). Несоответствие этого вывода установившимся представлениям о совместном помоле добавки с цементом как о более эффективном способе совмещения СП с вяжущим [3] можно объяснить меньшей дозировкой СП, чем это принято в технологии ВНВ. В то же время полученные результаты объясняют отсутствие практического распространения ВНВ.

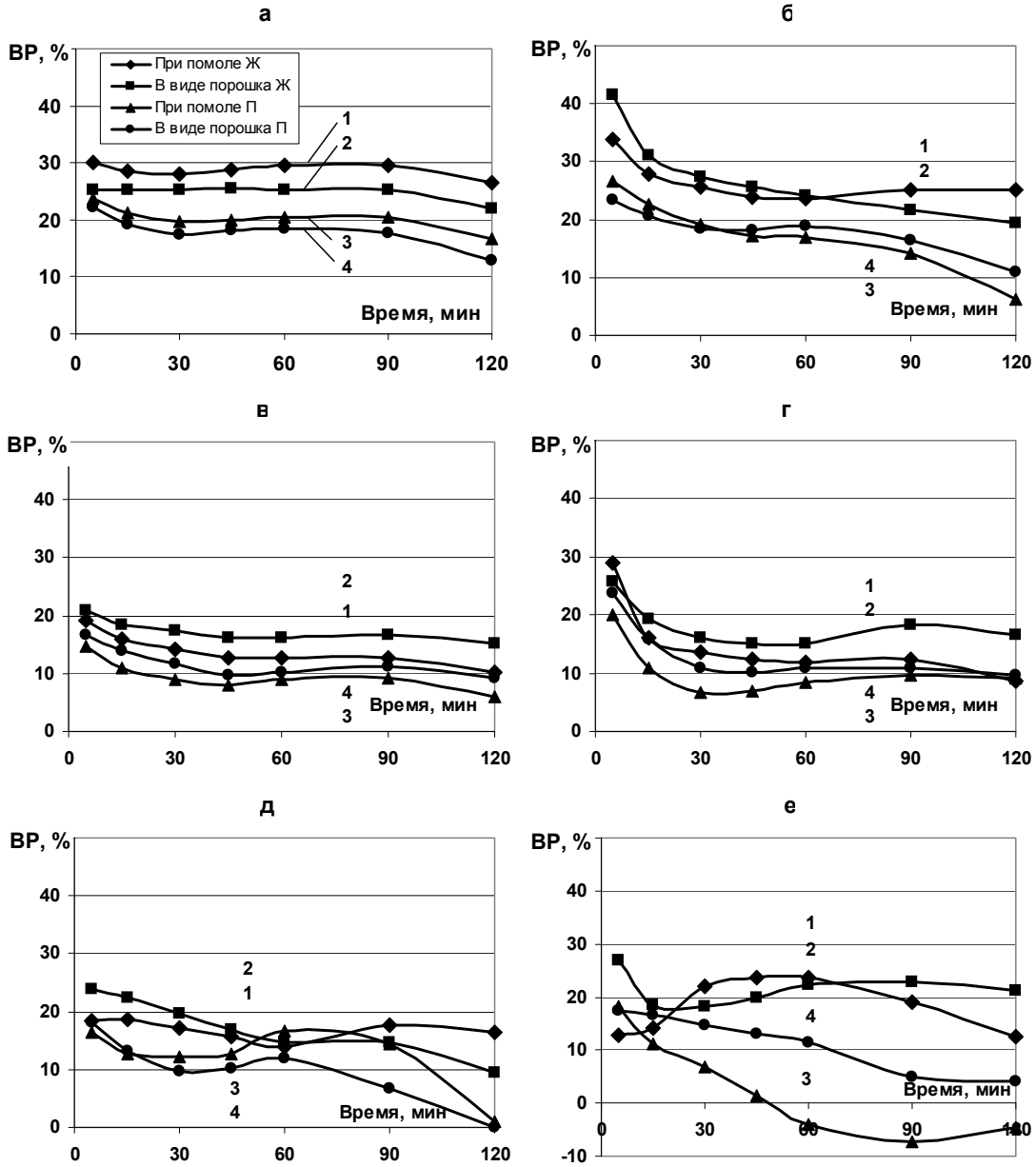


Рис. 1. Зависимость ВР от продолжительности выдерживания перед испытанием для жестких (1, 2) и пластичных смесей (3, 4), приготовленных на цементах ЗАО «Жигулевские стройматериалы» (а, б), ОАО «Подольск-цемент» (в, г) и ЗАО «Осколцемент» (д, е), измельченных до $S_{уд}$ 350 (а, в, д) и 450 м^2/кг (б, г, е), при введении СП в цемент при помоле (1, 2) и в виде порошка (2, 4)

Важным показателем эффективности СП, особенно для товарных бетонных смесей, является сохраняемость ВР. Оценка этого показателя производилась по разности значений ВР, полученных при испытании смесей через 15 и 120 мин. Анализ этих данных не позволил выявить общие для всех исследованных цементов закономерности влияния удельной поверхности вяжущего, способа введения добавки, консистенции смеси на снижение значений ВР через 2 часа после приготовления смеси. Однако было установлено, что среднее значение этого показателя $П_{вр}$ для всех смесей, приготовленных на одном цементе, линейно зависит от содержания в цементе C_3A (рис. 2).

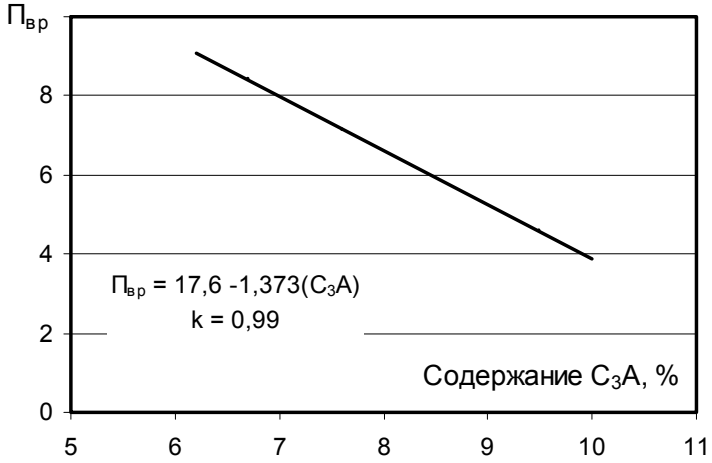


Рис. 2. Влияние содержания в цементе C_3A на среднее значение снижения ВР

Кроме того, было установлено, что в смесях, приготовленных на цементах производства ЗАО «Жигулевские стройматериалы», ОАО «Подольск-цемент», при их измельчении до удельной поверхностью 450 м^2/кг происходит значительная потеря ВР после определения его через 15 мин в сравнении с этой характеристикой, определенной через 5 мин. На наш взгляд, это может приводить к ошибочным оценкам удобоукладываемости смесей в процессе их приготовления.

Важной особенностью исследованного цемента ЗАО «Осколцемент» является быстрое снижение значений ВР в пластичных смесях. Снижение этого показателя до нулевого значения для цементов с $S_{уд}$ 350 м^2/кг происходит через 2 часа, а для цементов с $S_{уд}$ 450 м^2/кг – через 45…90 мин, причем в тех составах, где СП вводился при домоле цемента, потеря ВР происходит быстрее.

Следует также отметить, что в жестких смесях, приготовленных на этом цементе, измельченном до $S_{уд}$ 450 м^2/кг, независимо от способа введения добавки ВР в течение 2 часов почти не снижается, а через 30…60 мин даже возрастает.

Выводы

Проведенные исследования показали, что водоредуцирующий эффект С-3 в жестких смесях выше, чем в пластичных, а для полного использования потенциала этой добавки в рецептуре бетона необходимо использовать инертные минеральные добавки.

В большинстве случаев при дозировке С-3 0,7 % совмещение добавки с цементом в виде порошка позволяет получить более высокий водоредуцирующий эффект, чем при совместном помоле добавки с вяжущим. Это является, по нашему мнению, одной из причин отсутствия практического использования ВНВ.

Установлено, что снижение средних значений водоредуцирующих эффектов в смесях, испытанных через 2 часа, пропорционально уменьшению содержания в цементе C_3A.

Список литературы

1. Борисов, А.А. Классификация реакционной активности цементов в присутствии суперпластификаторов / А.А. Борисов, В.И. Калашников, П.В. Ащеулов // Строительные материалы. – 2002. – № 1. – С. 10–12.

2. Коровкин, М.О. Эффективность суперпластификаторов и методология ее оценки: монография / М.О. Коровкин, В.И. Калашников, Н.А. Ерошкина. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 144 с.

3. Баженов, Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. –М.: Изд-во АСВ, 2007. – 528 с.

4. Калашников, В.И. Бетоны нового поколения на основе сухих тонкозернисто-порошковых смесей / В.И. Калашников [и др.] // Инженерно-строительный журнал. – 2012. – №8(34). – С. 47–53.

References

1. Borisov, A.A. Classification of reactivity of cement in the presence of super-plasticizers / A.A. Borisov, V.I. Kalashnikov, P.V. Ashcheulov // Building materials. – 2002. – № 1. – P. 10–12.

2. Korovkin, M.O. The effectiveness of superplasticizers and methodology of its assessment: monograph / M.O. Korovkin, V.I. Kalashnikov, N.A. Eroshkina. – Penza: PGUAS, 2012. – 144 p.

3. Bazhenov, Y.M. The technology of concrete / Y.M. Bazhenov. – M.: Publishing House of the ABU, 2007. – 528 p.

4. Kalashnikov, V.I. Next generation concrete on the basis of fine-grained dry powder mixes / V.I. Kalashnikov [et al.] // Magazine of Civil Engineering. – 2012. – № 8 (34). – P. 47–53.

УДК 691.534

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Логанина Валентина Ивановна,
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: loganin@mai.ru

Фролов Михаил Владимирович,
аспирант кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: mihail-frolovv@yandex.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Loganina Valentina Ivanovna,
Doctor of Sciences, Professor,
Head of the department «Quality management and construction technologies»
E-mail: loganin@mai.ru

Frolov Mikhail Vladimirovich,
Postgraduate of the department «Quality management and construction technologies»
E-mail: mihail-frolovv@yandex.ru

СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО ИЗВЕСТКОВОГО ВЯЖУЩЕГО С ПРИМЕНЕНИЕМ СИЛИКАТОСОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКИ

В.И. Логанина, М.В. Фролов

Предложено применять при изготовлении сухих строительных смесей известковое композиционное вяжущее, включающее известь, белый цемент и синтезируемую добавку на основе смеси гидросиликатов и алюмосиликатов кальция. Выявлено повышение прочности в образцах на известковом композиционном вяжущем. Установлено, что известковое композиционное вяжущее характеризуется ускоренным набором пластической прочности.

Ключевые слова: известь, алюмосиликаты, гидросиликаты кальция, белый цемент, пластическая прочность, структурообразование

PROPERTIES OF LIME COMPOSITE BINDER WITH THE ADDITION OF SILICATE SUPPLEMENTS

V.I. Loganina, M.V. Frolov

In the paper it is proposed to use lime composite binder consisting of lime, white cement and admixture based on a mixture of calcium silicate and aluminum silicates in the process of making dry building mixes. It was found that the lime composite binder is characterized by an accelerated set of plastic strength, which leads to the increase of strength of the samples with lime composite binder.

Keywords: lime, aluminosilicate, calcium hydrosilicates, white cement, plastic strength, structure formation

Для целенаправленного регулирования свойств сухих строительных смесей (ССС) на основе извести в их рецептуру вводят модифицирующие добавки.

В [1, 2] предложено использовать в качестве модифицирующей добавки, регулирующей структурообразование и свойства известковых ССС, синтезированные алюмосиликаты, гидросиликаты кальция.

В продолжение исследований нами предлагается в качестве модифицирующей добавки использовать смесь алюмосиликатов и гидросиликатов кальция. Для приготовления добавки авторы применяли жидкое натриевое стекло с силикатным модулем 2,9, 10 %-й раствор технического сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$ и негашеную известь. Добавку получали синтезом, заключающимся в каустификации щелочно-кремнезе-

мистых растворов гидроокисью кальция с последующим взаимодействием полученного гидросиликата кальция с раствором сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$ [3].

Полученная добавка представляет собой легкий белый высокодисперсный порошок, характеризующийся истинной плотностью, составляющей 2.14 г/см^3, насыпной плотностью, составляющей 0.24 г/см^3 и удельной поверхностью, равной 13800 см^2/г.

На рис.1 представлен электронно-микроскопический снимок синтезируемой добавки.

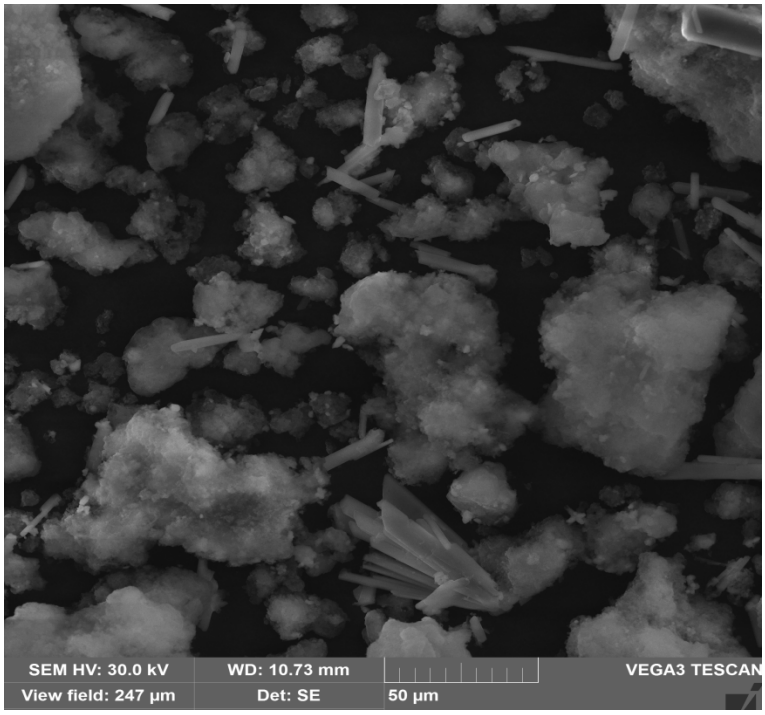


Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок добавки

Анализ данных, приведенных на рис.1, свидетельствует о том, что структура добавка состоит из частиц пластинчатой и игловатой форм размером 5-50 мкм. Данные РФА показали, что минералогический состав добавки представлен минералами тоберморитовой группы, гипсом, цеолитами.

При разработке рецептуры известковой смеси нами предложено применять известковое композиционное вяжущее (ИКВ) следующего состава:

– известь-пушонка активностью 84 %;

– добавка на основе смеси алюмосиликатов и гидросиликатов кальция;

– белый цемент.

Содержание синтезированной добавки и белого цемента варьировалось от 0 до 10 %.

Для оценки эффективности применения ИКВ изготавливались образцы размером 2×2×2 см. Для всех вариантов составов водоизвестковое отношение В/И составляло В/И= 1. Образцы твердели в воздушно-сухих условиях при температуре 18-20 ^{o}C и относительной влажности 60-70 %. В возрасте 28 суток твердения определялась прочность при сжатии. Результаты исследований приведены в таблице.

Прочность композита на основе ИКВ, МПа

Содержание белого цемента, % от массы извести	Содержание синтезированной добавки, % от массы извести		
	0	5	10
0	0,86	1,81	2,48
5	1,26	2,02	3,12
10	1,66	2,18	3,63

Экспериментальные данные свидетельствует о том, что использование в составе ИКВ синтезированной добавки и белого цемента позволяет повысить прочность известковых композитов. Наибольшей прочностью обладает композит на основе состава, содержащего 10 % синтезированной добавки и 10 % белого цемента.

Была проведена оценка реологических свойств известкового теста. Для этого измерялось предельное напряжение сдвига с помощью конического пластометра КП-3.

Результаты исследований приведены на рис.2.

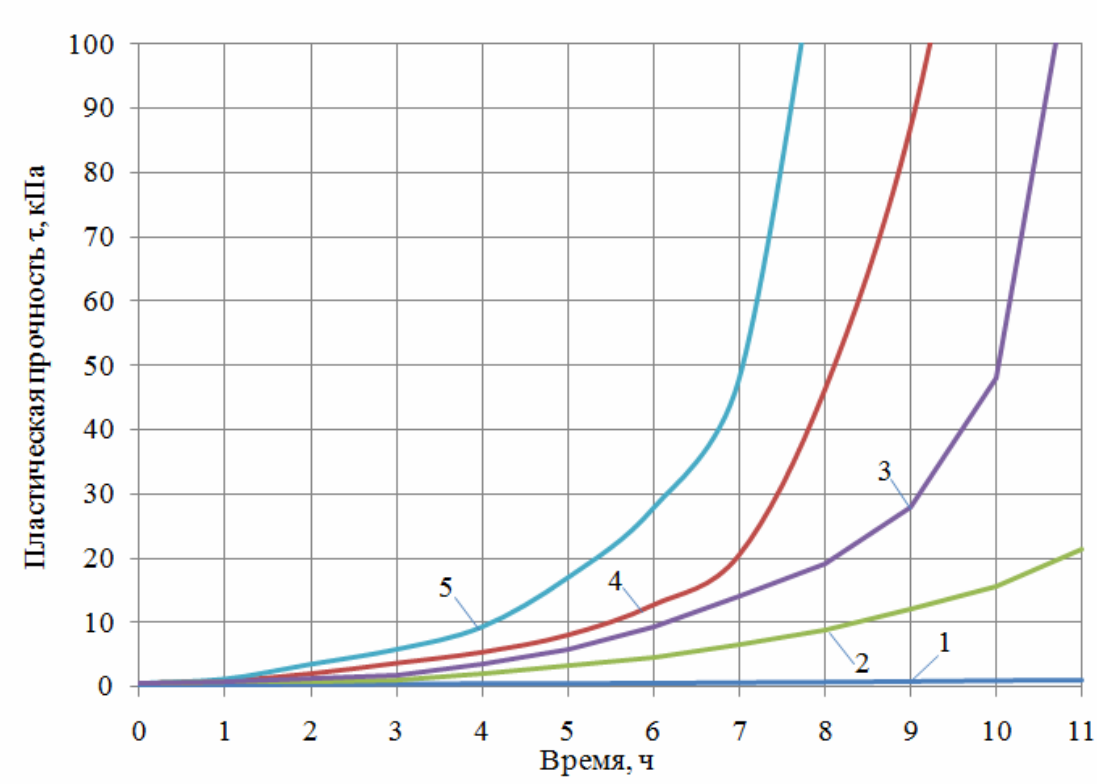


Рис. 2. Изменение пластической прочности известковой смеси:
1 – контрольный состав на известковом вяжущем, В/И=1; 2 – состав на известковом вяжущем с добавлением 5 % синтезируемой добавки, В/И=1; 3 – состав на известковом вяжущем с добавлением 5 % синтезируемой добавки и 5 % белого цемента, В/И=1;
4 – состав на известковом вяжущем с добавлением 10 % синтезируемой добавки, В/И=1;
5 – состав на известковом вяжущем с добавлением 10 % синтезируемой добавки и 10 % белого цемента, В/И=1

Установлено, что использование синтезированной добавки позволяет получить известковую смесь, характеризующуюся ускоренным набором пластической прочности. Так, пластическая прочность контрольного состава спустя 7 часов после затворения составляет τ = 0,67 кПа (см. рис. 2, кривая 1), состава с добавлением 5 % синтезированной добавки τ= 6,69 кПа (см. рис. 2, кривая 2), состава с добавлением 10 % синтезированной добавки τ= 20,05 кПа (см. рис. 2, кривая 4). Применение дополнительно белого цемента в рецептуре композиционного вяжущего способствует еще большему ускорению набора пластической прочности. Пластическая прочность состава с добавлением 5 % синтезируемой добавки и 5 % белого цемента, спустя 7 часов после затворения составляет τ = 14,06 кПа (см. рис. 2, кривая 3), а состава с добавлением 10 % синтезируемой добавки и 10 % белого цемента – τ = 48,13 кПа (см. рис. 2, кривая 5).

Проведенные исследования показали эффективность применения в известковых ССС композиционного вяжущего, содержащего алюмосиликаты, гидросиликаты кальция и белый цемент. Выявлено, что разработанное ИКВ характеризуется высокой скоростью структурообразования и полученные с использованием ИКВ известковые композиты отличаются повышенной прочностью.

Список литературы

1. Реологические свойства композиционного известкового вяжущего с применением синтетических цеолитов / В.И. Логанина, С.Н. Кислицына, Л.В. Макарова, М.А. Садовникова // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2013. – № 4. – С. 37–42.

2. Логанина, В.И. Свойства известковых композитов с силикатсодежащими наполнителями / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, К.А. Сергеева // Строительные материалы. – 2012. – № 3. – С. 30–31.

3. А.с. 698923. Способ получения алюмосиликатного наполнителя / В.С. Сажин [и др.]. – Опубл.30.11.1979. – Бюл.№43.

References

1. Rheological properties of composite lime binder with synthetic zeolites / V.I. Loganina, S.N. Kislitsyna, L.V. Makarova, M.A. Sadovnikov // News of higher educational institutions. Building. – 2013. – № 4. – С. 37–42.

2. Loganina, V.I. Properties of lime composites silicate fillers / V.I. Loganina, L.V. Makarova, K.A. Sergeeva // Building materials. – 2012. – № 3. – С. 30–31.

3. A.s. 698 923. A method for producing aluminosilicate filler. / V.S. Sazhin [etc.]. – Published 30.11.1979. – Byul.№43.

УДК 691

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77
Логанина Валентина Ивановна,
доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: loganin@mai.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77
Loganina Valentina Ivanovna,
Doctor of Sciences, Professor,
Head of the department «Quality management and construction technologies»
E-mail: loganin@mai.ru

АНАЛИЗ ВИДОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ ОТКАЗА ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В.И. Логанина

Приведены результаты оценки риска системы покрытие – цементная подложка» в зависимости от состояния окрашиваемой поверхности и условий окрашивания. Установлен значительный риск предприятия при выполнении отделочных работ в построечных условиях.

Ключевые слова: покрытие, подложка, оценка риска, последствия

ANALYSIS OF TYPES AND CONSEQUENCES OF FAILURE OF PROTECTIVE – DECORATIVE COATINGS OF BUILDING CONSTRUCTIONS

V.I. Loganina

The results of the risk assessment system “coatings – cement substrate” depending on the state of the surface and staining conditions are given. The significant risk of enterprises in the performance of finishing works in the process of conditions.

Keywords: coating, substrate, risk assessment, consequence

Проведенные исследования показали, что стойкость лакокрасочных покрытий в числе других факторов определяется качеством внешнего вида покрытий [1, 2, 3]. На качество внешнего вида покрытий существенное влияние оказывают технология нанесения краски, ее реологические свойства, качество окрашиваемой поверхности. Известно, что любой технологический процесс подвержен изменчивости, характер которой определяется влиянием множества случайных и неслучайных факторов. Сюда можно отнести изменчивость в качестве исходного сырья от партии к партии, износ технологического оборудования, несовершенство технологических приёмов, различная квалификация исполнителей и пр.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что процесс создания лакокрасочных покрытий на пористой цементной подложке зачастую является нестабильным и невоспроизводимым [4, 5, 6]. В связи с этим актуальным является оценка качества защитно-декоративного покрытия, что позволит идентифицировать наличие слабых мест объекта и последствия аварийного состояния. С этой целью была применена методология анализа видов и последствий отказов (FMEA) [7–11].

FMEA представляет собой метод, с помощью которого систематически идентифицируются последствия каждого отдельного компонента аварийных состояний. Оценка риска производится в отношении слабых мест объекта, которые определяются по совокупности трех показателей, учитывающих: вероятность появления потенциальных

отказов, значения потенциальных отказов для заказчика и вероятность нераскрытия потенциальных отказов перед поставкой.

Анализ характера и последствий отказов производится с использованием приоритетного коэффициента риска

$$K_{р} = K_{п} K_{н} K_{о}, \quad (1)$$

где $K_{п}$ – коэффициент, учитывающий значение последствий отказов (тяжесть последствий проявления причин отказов) для потребителя; $K_{н}$ – коэффициент, учитывающий вероятность $P_{н}$, с которой отказ или его причина не могут быть обнаружены до возникновения последствий непосредственно у потребителя; $K_{о}$ – коэффициент, учитывающий вероятность $P_{о}$ отказа.

Коэффициент риска $K_{р}$ показывает, какие возможные отказы (и их причины) являются наиболее существенными (относительный приоритет отдельных отказов/причин), а следовательно, по каким из них следует принимать предупреждающие меры в первую очередь.

Каждый из этих трех коэффициентов может иметь числовые значения в пределах от 1 до 10, поэтому коэффициент риска $K_{р}$ колеблется от 1 до 1000.

Был проведен анализ некоторых видов и последствий потенциальных отказов защитно-декоративных покрытий строительных изделий и конструкций. Рассматривали два варианта. Первый вариант – процесс окрашивания поверхности строительного изделия производится в заводских условиях, когда предприятие несет ответственность за качество строительной конструкции и качество отделки, при этом разрушение покрытия в процессе эксплуатации не приводит к потере функциональных свойств системы «покрытие – строительная конструкция». Второй вариант – процесс окрашивания строительных конструкций осуществляется организацией, специализирующейся на выполнении отделочных работ. Организация несет ответственность только за качество отделки.

Рассмотрим FMEA системы процесса окрашивания поверхности строительных изделий или конструкций в заводских условиях (первый вариант), что позволит оценить первопричины отказов конструкции «покрытие – подложка».

Защитно-декоративное покрытие представляет собой отделочный слой, нанесенный на поверхность строительного изделия или конструкции (подложку), при этом «покрытие – подложка» принимается за систему.

Главные функции покрытия:

1.1.Обеспечение защитных свойств не менее заданного уровня.

1.2.Обеспечение декоративных свойств не менее заданного уровня.

2. Подложка – поверхность строительного изделия или конструкции, подлежащая окрашиванию. Требования заключаются в:

2.1. Чистоте поверхности (отсутствие следов смазки, пыли и т.д.)

2.2. Однородности поверхности, характеризующейся пористостью не более 5 %.

2.3. Влажности поверхности не более 8 %.

Рассмотрим определение отказов и их последствий для общей системы.

1.1. **Возможный отказ** системы может произойти при нарушении любой из перечисленных функций. В данном примере ограничимся рассмотрением отказа при нарушении только одной функции «возможность потери защитных свойств». Отказ состоит в том, что на окрашенной поверхности появляется сетка трещин.

1.2. **Оценка возможных последствий отказа.** Растрескивание покрытий приводит к потере декоративных и защитных функций, однако функции строительной конструкции сохраняются. Такое воздействие необходимо оценить значением коэффициента $K_{п}$=4.

1.3. **Меры по обнаружению отказа и оценка вероятности невыявления (пропуска) его**. Сам отказ не может быть выявлен до момента использования. В рассматриваемом случае $K_{н}$=10.

1.4. **Возможные причины отказа и меры по их предупреждению. Оценка вероятности отказа.** Причины отказа:

– значительная толщина покрытия . Принимаем $K_о$=2;

– шероховатая пористая поверхность подложки. $K_о$=2;

– наличие следов грязи, пыли на поверхности. $K_о$=1;

1.5. **Оценка риска.** Расчет числового значения коэффициента риска $K_р$ произведем по причинам. По первой причине значение коэффициента риска $K_р$ составляет: $K_р$ =4·10·2=80, по второй причине $K_р$ =4·10·2=80, по третьей причине $K_р$ =4·10·1=40. Полученные значения коэффициентов риска хотя в отдельности и не превышают допустимое значение, однако при сочетании подтверждают значительный риск предприятия при выпуске окрашенной продукции и необходимость проведения последующих этапов анализа (см. таблицу).

1.6. **Вывод.** При сочетании возможных причин отказа на следующем этапе анализа необходимо исследовать компоненты «Покрытия» с отказом функции «Потеря защитных свойств».

FMEA системы «покрытие – подложка»

№ отказа	Возможный отказ	Возможные последствия отказа	$K_п$	$K_н$	Возможная причина отказа	$K_о$	$K_р$
11	Растрески-вание	Потеря защитных свойств	4	10	Толстый слой покрытия	2	80
					Наличие следов пыли, грязи	1	40
					Шероховатая пористая поверхность	2	80

Рассмотрим FMEA системы процесса окрашивания поверхности строительных изделий или конструкций в построечных условиях (второй вариант).

Защитно-декоративное покрытие рассматривается как система, состоящая из собственно покрытия, грунтовочного и шпатлевочного слоев.

Главные функции покрытия:

1.1. Обеспечение защитных свойств не менее заданного уровня.

1.2. Обеспечение декоративных свойств не менее заданного уровня.

Функции покрытия и требования к подложке изложены выше.

Рассмотрим определение отказов и их последствий для общей системы. Ограничимся также рассмотрением появления сетки трещин на поверхности покрытия.

Оценка возможных последствий отказа. Растрескивание покрытий приводит к потере декоративных и защитных функций. Такое воздействие необходимо оценить значением коэффициента $K_п$=8, так как несоответствие требованиям вызывает недовольство потребителя, но вопросы безопасности не затрагиваются.

Меры по обнаружению отказа и оценка вероятности невыявления (пропуска) его. Сам отказ не может быть выявлен до момента использования. В рассматриваемом случае $K_н$=10.

Возможные причины отказа и меры по их предупреждению. Оценка вероятности отказа. Причины отказа:

– значительная толщина покрытия. Принимаем $K_о$=8;

– шероховатая пористая поверхность подложки. $K_о$=6;

– наличие следов грязи, пыли на поверхности. $K_о$=4;

Оценка риска. Расчет числового значения коэффициента риска $K_р$ произведем по причинам. По первой причине значение коэффициента риска $K_р$ составляет: $K_р$=8·10·8=640, по второй причине $K_р$ =8·10·6=480, по третьей причине $K_р$ =8·10·4=320.

Полученные значения коэффициентов риска превышают допустимое значение и подтверждают значительный риск предприятия при выполнении отделочных работ и необходимость проведения последующих этапов анализа.

Таким образом, в зависимости от специализации риск организации будет разным и разной будет степень ее ответственности перед потребителем. Применение метода FMEA позволит разработать меры по улучшению качества и снижению коэффициента риска до допустимого уровня.

В последующем результаты оценки фактически внедренных мероприятий (контроль достигнутого успеха) должны быть сопоставлены путем сравнения коэффициента риска с предельным значением. Естественно, что нужно отбирать такие мероприятия, которые не только снижали бы риск до требуемого уровня, но и были бы легко реализованы с наименьшими затратами времени и средств.

Список литературы

1. Карякина, М.И. Физико-химические основы процессов формирования и старения покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1980. – 216 с.
2. Сухарева, Л.А. Долговечность полимерных покрытий / Л.А. Сухарева. – М.: Химия, 1984. – 240 с.
3. Оценка декоративных свойств лакокрасочных покрытий / В.И. Логанина [и др.] //Лакокрасочные материалы и их применение. – 2004. – № 8. – С. 10–12.
4. Логанина, В.И. К вопросу о регулировании технологических процессов производства бетона / В.И. Логанина //Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2009. – № 3-4. – С. 42–45.
5. Логанина, В.И. К вопросу о достоверности контроля при производстве бетона / В.И. Логанина, А.Н. Круглова // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 4. – С. 24–26.
6. Логанина, В.И. К вопросу о системе контроля качества на предприятиях стройиндустрии / В.И. Логанина, Т.В. Учаева //Региональная архитектура и строительство. – 2010. – № 1. – С. 31–33.
7. Адлер, Ю.П. Серия статей по статистическому управлению процессами / Ю.П. Адлер, В.Л. Шпер // Методы менеджмента качества. – 2003. – № 1,3,5,7,11; 2004. – № 2,3,6.
8. Адлер, Ю.П. Статистический контроль – условие совершенствования качества продукции (о методах Г. Тагути и их применении) / Ю.П. Адлер // Автомобильная промышленность США. – 1987. – № 11. – С. 30–38.
9. Илей, Л. Преимущества структурирования функции качества / Л. Илей // Автомобильная промышленность США. – 1987. – №7. – С. 12–13.
8. Коуден, Д. Статистические методы контроля качества: пер. с англ. / Д. Коуден; под ред. Б.Р. Левина. – М.: Физматгиз, 1961. – 623 с.
10. Логанина, В.И.Стойкость защитно-декоративных покрытий наружных стен зданий / В.И.Логанина, Л.П. Орентлихер. – М.: АСВ, 2001. – 104 с.
11. Логанина, В.И. Применение статистических методов управления качеством строительных материалов: монография / В.И. Логанина, А.А.Федосеев, Л.П. Орентлихер. – М.: АСВ, 2004. – 104 с.

References

1. Karjakina, M.I. Physico-chemical basis of formation and aging of coatings / M.I. Karjakina. – M.: Chemistry, 1980. – 216 p.
2. Suhareva, L.A. Durability of polymer coatings / L.A. Suhareva. – M.: Chemistry, 1984. – 240 p.
3. Evaluation decorative properties of coatings / V.I. Loganina [etc.] // Coating materials and their application. – 2004. – № 8. – P. 10–12.

4. Loganina, V.I. To the question of the regulation of technological processes of production of concrete / V.I. Loganina // News of higher educational institutions. Building. – 2009. – № 3-4. – P. 42–45.

5. Loganina, V.I. To the question of reliability of the control in the production of concrete / V.I. Loganina, A.N. Kruglova // Bulletin of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. – 2011. – № 4. – P. 24–26.

6. Loganina, V.I. On the question of the quality control system in the enterprises of building industry / V.I. Loganina, T.V. Uchaeva // Regional architecture and engineering. – 2010. – № 1. – P. 31–33.

7. Adler, Y.P. Series of articles on statistical process control / Y.P. Adler, V.L. Shper // Methods of Quality Management. – 2003. – № 1,3,5,7,11; 2004. – № 2,3,6.

8. Adler, Y.P. Statistical control – condition improving product quality (of G. Taguchi methods and their application) / Y.P. Adler // US auto industry. – 1987. – № 11. – P. 30–38.

9. Ile, L. Benefits of quality function / Ile L. // US auto industry. – 1987. – №7. – P. 12–13.

8. Kouden, D. Statistical methods for quality control: Trans. from English / D. Kouden; ed. B.R. Levin. – M.: Phizmatgiz. 1961. – 623 p.

10. Loganina, V.I. Resistant protective and decorative coating of exterior walls of buildings / V.I.Loganina, L.P. Orentlikher. – M. Univ DIA, 2001. – 104 p.

11. Loganina, V.I. Application of statistical methods for quality control of building materials: monograph / V.I. Loganina, A.A. Fedoseev, L.P. Orentlikher. – M.: Publishing association civil engineering universities, 2004. – 104 p.

УДК [658.562:005.13]:69

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Макарова Людмила Викторовна,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: Mak.78_08 @ inbox.ru

Тарасов Роман Викторович,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»

Паутова Ирина Андреевна,
студент

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Makarova Ludmila Viktorovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Quality management and construction technologies»
E-mail: Mak.78_08 @ inbox.ru

Tarasov Roman Viktorovich,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Quality management and construction technologie »

Pautova Irina Andreevna,
Student

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, И.А. Паутова

Представлена система контроля качества, предполагающая выявление «ненадежных» показателей качества продукции и определение их взаимосвязи с другими показателями качества выпускаемой продукции.

Ключевые слова: контроль качества, строительная продукция, методы математической статистики

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF CONTROLLED QUALITY PARAMETERS IN THE MANUFACTURE OF CONSTRUCTION PRODUCTS

L.V. Makarova, R.V. Tarasov, I. A. Pautova

The system of quality control, involving the identification of «unreliable» indicators of the quality of products and determination of their correlation with other indicators of quality of manufactured products is given.

Keywords: quality control, construction products, methods of mathematical statistics

Повышение конкурентоспособности строительной продукции должно основываться на постоянном совершенствовании качества процессов производства и качества готовой продукции [1…4]. В этих условиях особое значение имеет разработка эффективной системы контроля качества продукции и технологических процессов на различных этапах жизненного цикла продукции.

Решение этой задачи включает в себя несколько основных этапов:

– проверку качества исходных сырьевых материалов;

– организацию системы операционного контроля технологических процессов;

– оценку показателей качества готовой продукции на соответствие нормативным требованиям регламентирующих документов.

Традиционно особое место в системе контроля качества продукции занимает приемочный контроль готовой продукции, обеспечение достоверности которого с учетом снижения его трудоемкости способствует повышению эффективности производства.

Современная система приемочного контроля качества представляет собой совокупность объектов контроля, видов, методов и средств оценки качества продукции и профилактики возникновения различных дефектов и основывается на широком применении статистических методов.

Приемка готовой продукции осуществляется в соответствии с требованиями нормативной документации по основным показателям качества и должна учитывать возможное наличие связей между оцениваемыми показателями [5].

Проведем анализ для значений показателей качества ЛДСП в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52078–2003. Нормативные значения показателей качества представлены в табл. 1.

Таблица 1

Нормативные значения показателей по ГОСТ

Показатель качества продукции	Предел прочности при изгибе, МПа, не менее	Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа, не менее	Покоробленность, мм, не более	Удельное сопротивление при нормальном отрыве покрытия, МПа, не менее	Твердость защитно-декоративного покрытия, мкм, не более
Нормативное значение ГОСТ Р 52078–2003	18,0	0,35	1,2	0,80	60

Результаты испытаний образцов ЛДСП по пяти показателям качества представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты испытаний

№ п/п	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа	Покоробленность, мм	Удельное сопротивление при нормальном отрыве покрытия, МПа	Твердость защитно-декоративного покрытия, мкм, не более
1	2	3	4	5	6
1	20	0,37	0,7	1,15	52
2	23,2	0,38	0,69	1,19	69
3	19,2	0,36	0,56	1,43	35
4	18,8	0,38	0,88	0,84	34
5	14,9	0,36	0,89	1,51	49
6	20,1	0,37	0,75	1,09	47
7	22,3	0,4	0,96	1,44	55
8	23,7	0,38	0,84	1,09	25
9	15,4	0,37	0,69	1,35	36
10	21,6	0,36	0,89	1,43	48
11	21,9	0,39	0,78	1,42	48
12	20,7	0,42	0,92	1,49	82

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
13	20,2	0,43	0,94	1,4	45
14	20,3	0,39	0,45	1,05	66
15	21	0,33	0,78	1,44	69
16	18	0,39	0,36	1,35	62
17	15,3	0,41	0,56	1,33	59
18	17,4	0,38	0,58	1,08	45
19	16,2	0,35	0,96	1,19	78
20	15,9	0,32	0,74	1,33	75
21	21,5	0,35	1,03	1,2	75
22	21,4	0,33	1,08	1,36	65
23	18,6	0,34	0,79	1,26	62
24	17,7	0,27	0,68	1,31	45

Для изучения количественных характеристик генеральной совокупности использовалась выборочная совокупность объемом $n = 24$ (табл. 2).

При анализе выборочной совокупности необходимо определить несмещенные оценки таких статистических показателей, как выборочное среднее и исправленное среднее квадратическое отклонение, по формулам [6]:

$$\overline{x}_{\text{в}} = \frac{1}{n\sum_{i=1}^{n} x_i}, \; s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \overline{x}_{\text{в}}\right)^2}. \qquad (1)$$

Полученные оценки позволяют определить для каждого показателя качества доверительные интервалы для математического ожидания a при неизвестном среднем квадратическом отклонении:

$$\overline{x}_{\text{в}} - \frac{t_{\text{v}} s}{\sqrt{n}} < a < \overline{x}_{\text{в}} + \frac{t_{\text{v}} s}{\sqrt{n}},$$

где число t_v – значение критерия Стьюдента при заданном объеме выборки n и уровне значимости $p = 0,05$.

Полученные значения несмещенных оценок представлены в табл. 3.

Таблица 3

Несмещенные оценки

Оценки	Предел прочности при изгибе, МПа	Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа	Покоробленность, мм	Удельное сопротивление при нормальном отрыве покрытия, МПа	Твердость защитно-декоративного покрытия, мкм, не более
1	2	3	4	5	6
Выборочное среднее $\overline{x}_{\text{в}}$	2,58	0,03	0,18	0,17	15,31
Исправленное среднее квадратическое отклонение s	1,09	0,01	0,08	0,07	6,45

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6
Доверительный интервал: – левая граница – правая граница	18,30 21,97	0,35 0,40	0,69 0,95	1,21 1,45	48,80 70,56

Проведем сравнительную оценку нормативных значений показателей качества с доверительными интервалами (границами) (см. табл. 1 и 3). На этом этапе необходимо определить все показатели, доверительные интервалы которых не соответствуют требованиям нормативной документации. Такие показатели качества требуют более тщательного контроля, как наиболее ненадежные с точки зрения выполнения требований нормативных документов.

В нашем случае таким показателем является твердость защитно-декоративного покрытия. Этот показатель исследуем на возможность связи с другими показателями качества. Для этого определим выборочный коэффициент корреляции r для каждой пары, содержащей обязательно ненадежный показатель. В табл. 4 представлены значения выборочных коэффициентов корреляции.

Таблица 4

Значения выборочных коэффициентов корреляции

Ненадежный показатель	Надежный показатель	r
Твердость защитно-декоративного покрытия, мкм	Предел прочности при изгибе, МПа	$r_1 = -0{,}015$
Твердость защитно-декоративного покрытия, мкм	Предел прочности при растяжении перпендикулярно пласти, МПа	$r_2 = -0{,}084$
Твердость защитно-декоративного покрытия, мкм	Покоробленность, мм	$r_3 = 0{,}144$
Твердость защитно-декоративного покрытия, мкм	Удельное сопротивление при нормальном отрыве покрытия, МПа	$r_4 = 0{,}210$

Для оценки значимости коэффициента корреляции необходимо при заданном уровне значимости α проверить нулевую гипотезу $H_0{:}r_{\text{г}} = 0$ о равенстве нулю генерального коэффициента корреляции при конкурирующей гипотезе $H_0{:}r_{\text{г}} \neq 0$. Если нулевая гипотеза не подтверждается, то это означает, что выборочный коэффициент значимо отличается от нуля, а сравниваемые показатели связаны линейной зависимостью.

Для этого были определены критические точки $t_{\text{крит}}$ и рассчитаны значения критерия $T_{\text{набл}}$ для каждого выборочного коэффициента корреляции:

$$t_{\text{крит}} = t_{\text{крит}}\left(\alpha; n-2\right) = t_{\text{крит}}\left(0{,}05; 22\right) = 2{,}0739,$$

$$T_{\text{набл}} = r_{\text{в}} \frac{\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{\text{в}}^2}},$$

где α – уровень значимости. В итоге были получены следующие результаты:

$$T_{\text{набл}}(r_1) = 0{,}069,\ T_{\text{набл}}(r_2) = 0{,}395,\ T_{\text{набл}}(r_3) = 0{,}683,\ T_{\text{набл}}(r_4) = 0{,}101.$$

Наблюдаемые значения $T_{\text{набл}}$ меньше критического значения $t_{\text{крит}}$, что свидетельствует об отсутствии линейной связи между оцениваемыми показателями качества.

Таким образом, связи между исследуемыми показателями не существенны, следовательно, мероприятия по особому контролю или же устранению брака в готовой продукции нужно производить только по ненадежному показателю.

Список литературы

1. Логанина, В.И. Квалиметрия и управление качеством / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 304 с.

2. Макарова, Л.В. Квалиметрический подход к оценке конкурентоспособности строительной продукции / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, О.Ф. Акжигитова // Вестник гражданских инженеров: науч.-техн. журнал. – Раздел: Строительные материалы и изделия. – СПб., 2014. – №3(44).– С. 203–208.

3. Макарова, Л.В. Оценка конкурентоспособности строительной продукции / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, К.С. Резевич // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: http://www.science-education.ru/121-17215 (дата обращения: 30.01.2015).

4. Макарова, Л.В. Методический подход к обеспечению стабильности и качества технологических процессов / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, Д.В. Тарасов, О.Ф. Петрина // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова: науч.-теор. журнал. – 2015. – № 1. – С.120–124.

5. Тарасов, Д.В. Совершенствование контроля качества продукции строительного назначения / Д.В. Тарасов, Р.В. Тарасов, Л.В. Макарова, Я.А. Ермишина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: http://www.science-education.ru/121-17591.

6. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – 11-е изд. – М.: Высш. шк., 2005. – 479 с.

References

1. Loganina, V.I. Qualimetry and quality management / V.I. Loganina, L.V. Makarova, R.V. Tarasov. – Penza: PGUAS, 2014. – 304 p.

2. Makarova, L.V. Qualimetric approach to assessing the competitiveness of the construction-products / L.V. Makarova, R.V. Tarasov, O.F. Akzhigitova // Bulletin of Civil Engineers: Scientific and technical journal. – Section: Construction materials and products. – St. Petersburg, 2014. – №3 (44). – P. 203–208.

3. Makarova, L.V. Evaluation of competitiveness of construction products / L.V. Makarova, R.V. Tarasov, K.S. Rezevich // Modern problems of science and education. – 2015. – № 1. – URL: http://www.science-education.ru/121-17215 (reference date: 30.01.2015).

4. Makarova, L.V. Methodical approach to ensuring stability and quality of technological processes / L.V. Makarova, R.V. Tarasov, D.V. Tarasov, O.F. Petrina // Bulletin of BSTU named after. V. G. Shukhov: Scientific-theoretical journal. – 2015. – № 1. – P. 120–124.

5. Tarasov, D.V. Improving the quality control of construction products / D.V. Tarasov, R.V. Tarasov, L.V. Makarova, J.A. Ermishina // Modern problems of science and education. – 2015. – № 1. – URL: http://www.science-education.ru/121-17591.

6. Gmurman, V.E. Probability theory and mathematical statistics / V.E. Gmurman. – 11th ed. – M.: Higher school, 2005. – 479 p.

УДК 658.562.3:625.855.32

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Макарова Людмила Викторовна,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»
E-mail: Mak.78_08 @ inbox.ru

Тарасов Роман Викторович,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства»

Жидкова Алина Евгеньевна,
студент
E-mail: zhidckova.alina@yandex.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Makarova Ludmila Viktorovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Quality management and construction technologies»
E-mail: Mak.78_08 @ inbox.ru

Tarasov Roman Viktorovich,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Quality management and construction technologie »

Zhidkova Alina Evgenyevna,
student
E-mail: zhidckova.alina@yandex.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УРОВНЯ КАЧЕСТВА И СТАБИЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, А.Е. Жидкова

Долговечность асфальтобетонных покрытий в значительной степени зависит от организации системы контроля качества при производстве. В этих условиях эффективным инструментом анализа уровня качества продукции является индекс качества технологического процесса, учитывающий стабильность технологического процесса производства и качество готовой продукции. Применение предлагаемой методики позволит обеспечить заявленный уровень качества асфальтобетонной смеси.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, индекс качества, уровень качества продукции, воспроизводимость технологического процесса

PROVIDING THE LEVEL OF QUALITY AND STABILITY OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION OF ASPHALT CONCRETE MIX

L.V. Makarova, R.V. Tarasov, A.E. Zhidkova

The durability of asphalt concrete coverings substantially depends on the organization of the monitoring system of quality in the process of production. In these conditions the effective tool of the analysis of the level of quality of production is the index of quality of technological process considering stability of technological process of production and quality of finished goods. Application of the offered technique allows to provide the declared level of quality of asphalt concrete mix.

Keywords: road concrete mix, quality index, level of product quality, process reproducibility

Состояние дорожной сети, как важнейшего элемента инфраструктуры, является значимым показателем роста экономического потенциала страны. Значительное увеличение количества автомобильного транспорта в Российской Федерации требует особых условий создания дорожных покрытий, обладающих высокими эксплуатационными характеристиками, удовлетворяющими требованиям самых высоких стандартов качества, в том числе и международных [1, 2].

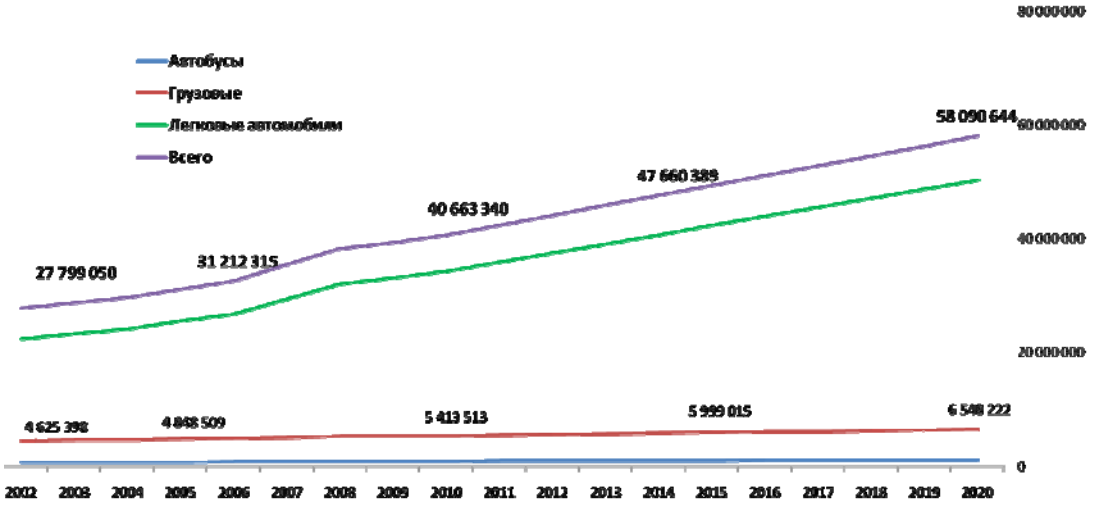


Рис. 1. Динамика изменения количества автомобильного транспорта в Российской Федерации

Пензенский регион имеет достаточно разветвленную сеть автомобильных дорог протяженностью 3722 км, из них с асфальтобетонным покрытием – 3599 км, со щебеночным покрытием – 123 км. На обслуживаемой сети автодорог находится 3404 шт. искусственных сооружений (198 мостов, 3206 водопропускных труб). Финансирование дорожных работ осуществляется в рамках ДЦП «Повышение безопасности дорожного движения, развитие территориальной сети автомобильных дорог и транспортного комплекса Пензенской области на 2011-2014 годы». Асфальтобетонную смесь для дорожных покрытий выпускают несколько основных предприятий с различной долей охвата рынка сбыта (табл. 1).

В рыночных условиях успешность предприятий строительной индустрии зависит от их способности предложить продукцию, соответствующую интересам и нуждам потребителей. Ввиду этого основное внимание следует уделять уровню качества и конкурентоспособности строительной продукции и постоянно находиться в поиске инструментов, способных обеспечить или повысить их [3…10].

Таблица 1

Основные предприятия по производству асфальтобетонной смеси в Пензенской области

№ п/п	Наименование предприятия	Адрес	Доля рынка, %
1	ОАО «ДЭП-270»	Пензенская область, Каменка, ул. Гражданская, 1	12
2	ООО «Пензадорстрой»	г. Пенза, ул. Бийская, 1-а	31
3	ООО «Асфальтобетонный завод №1»	г. Пенза, ул. Рябова, 3	19
4	ООО «Автодорога»	г. Пенза, ул. 40 лет Октября, 18-а	28
5	ООО «АС-СТРОЙ»	г. Саранск, ул. Зеленского 38А	10

Для получения объективной оценки уровня качества продукции можно использовать индекс качества технологического процесса, учитывающий стабильность технологического процесса и качество готовой продукции. Индекс качества $I_к$ рассчитывается по следующей формуле [3]:

$$I_k = \frac{C_p - 1}{1 - Q}, \quad (1)$$

где Q – нормированная оценка уровня (показателя) качества продукции; C_p – индекс воспроизводимости процесса [11].

Рассмотрим методику расчета индекса качества на примере горячей асфальтобетонной смеси мелкозернистой плотной типа Б, марки II ОАО «Автодорога». По результатам экспертной оценки [10] было установлено, что наиболее значимыми показателями качества являются сдвигоустойчивость, предел прочности при сжатии при 20 и 50 °С. Значения абсолютных показателей качества асфальтобетонных смесей представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения абсолютных показателей качества горячей асфальтобетонной смеси мелкозернистой плотной типа Б, марки II

№ выборки	Абсолютные значения показателей качества АБС		
	Сдвигоустойчивость	Предел прочности при сжатии при 20°С, МПа	Предел прочности при сжатии при 50°С, МПа
1	1,0	4,5	1,3
2	1,0	4,6	1,3
3	0,99	4,5	1,3
4	0,98	4,5	1,4
5	0,97	4,3	1,3
6	1,0	4,6	1,4
7	1,1	4,5	1,4
8	0,99	4,5	1,3
9	0,98	4,3	1,3
10	1,0	4,6	1,4
11	0,97	4,5	1,3
12	1,0	4,3	1,3
13	0,99	4,6	1,4
14	0,98	4,3	1,4
15	0,96	4,5	1,3
Требования ГОСТ 9128–2013	Не менее 0,83	Не менее 2,2	Не менее 1,2

Обобщенный показатель качества вычисляли по формуле [9]:

$$Q_{BA} = \omega \sum_{i=1}^{n} M_i K_i \,, \tag{2}$$

где ω – функция вето; M_i – коэффициент весомости показателей качества АБС; K_i – нормируемое значение показателей качества АБС; n – количество учитываемых показателей качества АБС.

Нормированные оценки для показателей качества K_i, входящих в уравнение (2), рассчитываются по формуле [9]:

$$k_j = \exp\left\{-\exp\left[0,5 - 3,5R\right]\right\}, \tag{3}$$

где для перевода натуральных значений показателей качества r в нормированный вид R используются следующие зависимости:

– для откликов, ограниченных с одной стороны,

$$R = \begin{cases} (r - r_{\min}) / 2J_r, r \in \left[r_{\min}; r_{\max}\right]; \\ (r_{\max} - r) / 2J_r, r \in \left[r_{\min}; r_{\max}\right]; \\ 0, r < \mathrm{r}_{\min} \\ 0, r > r_{\max} \end{cases} \tag{4}$$

– для откликов, ограниченных с двух сторон,

$$R=\begin{cases}(r-r_{\min})/J_r, r\in[r_{\min};0{,}5(r_{\max}+r_{\min})];\\(r_{\max}-r)/J_r, r\in[0{,}5(r_{\max}+r_{\min});r_{\max}];\\0, r<\mathrm{r}_{\min}\\0, r>r_{\max}\end{cases}\qquad(5)$$

В соотношениях (4), (5) J_r=0,5($r_{\max}$ – $r_{\min}$) – интервал варьирования.

Полученные значения обобщенных показателей качества представлены в табл. 3.

Таблица 3

Значения нормированных и обобщенных показателей качества горячей асфальтобетонной смеси мелкозернистой плотной типа Б, марки II

№ выборки	Сдвигоустойчивость		Предел прочности при сжатии при 20°С, МПа		Предел прочности при сжатии при 50°С , МПа		$Q_{ВА}$
	$R_1^{(1)}$	$K_1^{(1)}$	$R_2^{(1)}$	$K_2^{(1)}$	$R_3^{(1)}$	$K_3^{(1)}$	
1	0,63	0,83	0,96	0,94	0,5	0,75	0,840
2	0,63	0,83	1	0,95	0,5	0,75	0,843
3	0,59	0,81	0,96	0,94	0,5	0,75	0,833
4	0,56	0,79	0,96	0,94	1	0,95	0,893
5	0,52	0,77	0,88	0,93	0,5	0,75	0,817
6	0,63	0,83	1	0,95	1	0,95	0,910
7	1	0,95	0,96	0,94	1	0,95	0,947
8	0,59	0,81	0,96	0,94	0,5	0,75	0,833
9	0,56	0,79	0,88	0.93	0,5	0,75	0,823
10	0,63	0,83	1	0,95	1	0,95	0,910
11	0,52	0,77	0,96	0,94	0,5	0,75	0,820
12	0,63	0,83	0,88	0,93	0,5	0,75	0,837
13	0,59	0,81	1	0,95	1	0,95	0,903
14	0,56	0,79	0,88	0,93	1	0,95	0,890
15	0,48	0,74	0,96	0,94	0,5	0,75	0,810

Значения исходных данных, используемых для расчета, и результат расчета индекса качества сведены в табл. 4.

Таблица 4

Исходные данные и результаты расчета

Наименование объекта исследования	Нормированное значение показателя качества продукции, $\overline{Q}$	Воспроизводимость технологического процесса, C_p	Индекс качества технологического процесса, $I_к$
Горячая асфальтобетонная смесь мелкозернистая плотная типа Б, марки II ОАО «Автодорога»	0,86	2,42	10,17

Для технологического процесса, находящегося в удовлетворительном состоянии, значение индекса $I_к$ должно находиться в диапазоне 0< $I_к$<∞.

При этом можно выбрать следующую шкалу [8,9]:

интервал значений «1» («очень хорошо») – значения $I_к$ в диапазоне [3;∞];

интервал значений «2» («хорошо») – значения $I_к$ в диапазоне [1;3];

интервал значений «3» («удовлетворительно») – значения $I_к$ в диапазоне [1/2;1];

интервал значений «4» («плохо») – значения $I_к$ в диапазоне [1/4;1/2];

интервал значений «5» («очень плохо») – значения $I_к$ в диапазоне [0;1/4].

Таким образом, значение индекса качества технологического процесса на ОАО «Автодорога» входит в интервал значений «1», что свидетельствует о высоком уровне качества выпускаемой продукции.

Список литературы

1. Дороги России: сайт о качестве российских дорог. – URL: http://catalogr.ru/sport/dorogi-rossii-sajt-o-kachestve-rossijskix-dorog/

2. Левитин, И.Е. Повышение эффективности строительства и эксплуатации автомобильных дорог / И.Е. Левитин // Материалы Совещания по вопросу повышения эффективности строительства и эксплуатации автомобильных дорог (Москва, 30.05.2011).

3. Макарова, Л.В. Оценка конкурентоспособности строительной продукции / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, К.С. Резевич // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: http://www.science-education.ru/121-17215 (дата обращения: 30.01.2015).

4. Козицына, А.В. Инструменты качества как эффективный способ повышения уровня качества продукции / А.В. Козицына, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 4. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/04/33360 (дата обращения: 09.04.2014).

5. Козицына, А.В. Инструменты повышения уровня качества и конкурентоспособности продукции / А.В. Козицына, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов //Вестник магистратуры. – 2014. – № 5(32). – С.76–80.

6. Макарова, Л.В. Квалиметрический подход к оценке конкурентоспособности строительной продукции / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, О.Ф. Акжигитова // Вестник гражданских инженеров: науч.-техн. журнал. – Раздел: Строительные материалы и изделия. – СПб., 2014. – №3(44).– С. 203–208.

8. Макарова, Л.В. Методический подход к обеспечению стабильности и качества технологических процессов / Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов, Д.В. Тарасов, О.Ф. Петрина // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова: науч.-теор. журнал. – 2015. – № 1. – С.120–124.

9. Makarova, L.V. A methodical approach to ensure the stability and quality of technological processes / L.V. Makarova, R.V. Tarasov // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 6. – P.257–261. – URL: HIKARI Ltd, www.m-hikari.com http://dx.doi.org/10.12988/ces.2015.5125

10. Логанина, В.И. Квалиметрия и управление качеством / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, Р.В. Тарасов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 304 с.

11. ГОСТ Р 50779.44–2001. Статистические методы. Показатели возможностей процессов. Основные методы расчета.

References

1. Roads of Russia: website about the quality of Russian roads. – URL: http://catalogr.ru/sport/dorogi-rossii-sajt-o-kachestve-rossijskix-dorog/

2. Levitin, I.E. Improving the efficiency of construction and maintenance of roads / I. Levitin // Meeting on improving the efficiency of construction and operation of highways (Moscow, 30.05.2011).

3. Makarova, L.V. Assessment of competitiveness of construction products / L.V. Makarova, R.V. Tarasov, K.S. Ruzevich // Modern problems of science and education. – 2015. – № 1. – URL: http://www.science-education.ru/121-17215 (reference date: 30.01.2015).

4. Kozitsyna, A.V. Quality tools as an effective way to improve product quality / V.A. Kozitsyna, L.V. Makarova, R.V. Tarasov // Modern scientific research and innovation. – 2014. – № 4. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2014/04/33360 (accessed: 09.04.2014).

5. Kozitsyna, A. B. Tools to improve the quality and competitiveness of products / V.A. Kozitsyna, L.V. Makarova, R.V. Tarasov //Bulletin of Magistracy. – 2014. – № 5(32). – P. 76–80.

6. Makarova, L.V. Qualimetric approach to assessing the competitiveness of construction products / L.V. Makarova, R.V. Tarasov, O.F. Akjigitova // Bulletin of Civil Engineers: Scientific and technical journal. – Section: Construction materials and products. – St. Petersburg, 2014. – №3(44). – P. 203–208.

8. Makarova, L.V. Methodical approach to ensuring stability and quality of technological processes / L. V. Makarova, R. V. Tarasov, D. V. Tarasov, O. F. Petrina // Bulletin of BSTU named after V. G. Shukhov: Scientific-theoretical journal. – 2015. – № 1. – P. 120–124.

9. Makarova, L.V. Methodical approach to ensure the stability and quality of technological processes / L.V. Makarova, R.V. Tarasov // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 6. – P.257–261. – URL: HIKARI Ltd, www.m-hikari.com http://dx.doi.org/10.12988/ces.2015.5125

10. Loganina, V.I. Qualimetry and quality management / V.I. Loganina, L.V. Makarova, R.V. Tarasov. – Penza: PGAS, 2014. – 304 p.

11. GOST R 50779.44–2001. Statistical methods. The performance capabilities of the processes. Basic methods of calculation.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

PEDAGOGICAL SCIENCES

УДК 372.8

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77
Каргина Елена Михайловна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Иностранные языки»
E-mail: kargina-elena@mail.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77
Kargina Elena Mikhaylovna,
Candidate of Pedagogical Sciences,
Associate Professor of the department «Foreign Languages»
E-mail: kargina-elena@mail.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПРИНЦИП В МЕТОДИКЕ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫМ ЯЗЫКАМ

Е.М. Каргина

Рассматривается функциональный принцип (обучение речевой деятельности на основе естественного функционирования компонентов акта речи) в методике обучения иностранным языкам. Указывается возможность применения функционального принципа для отбора лингвистических данных и методического анализа речи.

Ключевые слова: иностранные языки, методика обучения, функциональный принцип, естественное функционирование, отбор лингвистических данных, методический анализ речи

FUNCTIONAL PRINCIPLE IN THE TECHNIQUE OF FOREIGN LANGUAGES TRAINING

E.M. Kargina

Functional principle (speech activity training on the basis of natural functioning of the speech act components) in the technique of foreign languages training is considered. Application of the functional principle for selection of linguistic data and the methodical analysis of the speech is analyzed.

Keywords: foreign languages, training technique, functional principle, natural functioning, selection of linguistic data, methodical analysis of speech

Методические принципы изучения иностранного языка должны формулироваться на основе важных психологических закономерностей. Значительные положительные результаты в теоретических исследованиях и практике обучения иностранным языкам были получены вследствие рассмотрения и использования данных смежных наук с так называемой «методической точки зрения» [1]. Эта «методическая точка зрения» не является продуктом, полученным из данных какой-либо смежной науки, а объективно существует в виде заранее избираемой позиции, с которой данные смежных наук рассматриваются и используются.

Весь ход развития методики представляет собой процесс становления «методической точки зрения», т.е. процесс становления содержания методики как самостоятельной науки. Этот процесс связан с преодолением мнения, что методика занимается лишь приложением данных смежных наук [2].

Исторические основы решения данных проблем в виде целостной концепции изложены И.Д. Салистрой [3]. Важную роль в данной концепции играют принцип речевой направленности учебного процесса и принцип учета родного языка. Первый из них связан с фактором целей обучения, второй – с фактором взаимодействия двух языков в ходе обучения.

Очевидно, что принцип направленности всего учебного процесса на овладение речью универсален, охватывает все стороны и компоненты процесса обучения иностранному языку. Но относительно этих разных сторон и компонентов принцип речевой направленности будет приобретать качественно неодинаковое содержание. Это означает, что любой другой методический принцип, наличие которого может быть установлено, будет представлять собой частную конкретную форму принципа речевой направленности. Так, изучаемый иностранный язык взаимодействует в ходе обучения с родным языком обучающихся. Это взаимодействие накладывает свой отпечаток на весь учебный процесс и является объективно данным методическим фактором [4].

Сложным и многосторонним фактором процесса обучения иностранному языку является речевая деятельность. Она содержит в себе речевые навыки и умения, подлежащие выработке в процессе обучения, языковой материал в связи с речевой ситуацией, речевые операции, совершающиеся с языковым материалом при рецепции и продуцировании речи. Однако речевая деятельность, безотносительно ко времени и объему используемого языкового материала, оказывается расплывчатым понятием, что затрудняет и делает малопродуктивным его анализ. Этот недостаток устраняется, если в качестве объекта методического анализа взять акт речи – минимальную единицу речевой коммуникации, в которой есть все компоненты, характерные для речи.

При рассмотрении методического принципа речевой направленности относительно акта речи как методического фактора ведущим является функциональный принцип, который гласит, что для обучения речевой деятельности компоненты акта речи, их свойства и связи между ними должны рассматриваться с точки зрения их естественного функционирования в речи. Функциональный принцип применяется, во-первых, для отбора лингвистических данных и определения их методической значимости и, во-вторых, для методического анализа акта речи. Рассмотрим оба случая.

Лингвистические данные, которые поступают в распоряжение методики, неравноценны по своему характеру. Они отличаются неодинаковой степенью адекватности отражения сущности языковых явлений и обычно представляют собой результаты рассмотрения языка с разных позиций. Так, данные, получаемые при исследовании языка в лингвистических трудах логико-грамматического или структурно-функционального направлений, характеризуются существенными различиями по своему содержанию. Кроме того, применение математических методов в лингвистических исследованиях способствует установлению понятий и закономерностей с очень высокой степенью абстракции. Возникающее вследствие этого общее представление о языке и его частных аспектах сильно отличается от трактовки языка в традиционной лингвистике. Поэтому использование в методике столь разнородных лингвистических данных без помощи специфического собственно-методического ориентира либо совсем невозможно, либо отдаляет от главной цели обучения – овладения речью.

Обратимся к конкретным примерам. Понимание предложения как языкового аналога двучленного суждения не распространяется на значительную часть предложений, состав которых не аналогичен составу суждения. Однако в методике для синтаксического уровня имеются в виду, главным образом, модели «полных» предложений. Согласно функциональному принципу, моделированию для учебных целей подлежат все языковые элементы, допускающие образование по аналогии, в том числе все типичные высказывания любой степени развернутости, если они достаточны для речи.

В лингвистике существует несколько видов моделей, различающихся по степени абстракции и способам отражения структуры языка. В соответствии с функциональным принципом методика выбирает модели, являющиеся представителями ограниченных совокупностей аналогичных языковых форм. Эти модели должны быть конкретными независимо от степени абстракции механизма, который их производит. Учебные

модели языка, воплощая в себе образ и форму естественного функционирования языка, служат средством выработки речевых навыков и предназначены для употребления в речи.

Рассмотренные в историческом контексте, попытки использования в методике разграничения языка и речи, весьма неясного в лингвистике, не привели к каким-либо положительным результатам. Например, деление упражнений на языковые и речевые или различение языковых и речевых моделей не оправдывается с точки зрения функционального принципа и не способствует овладению речевыми навыками и умениями.

Ряд авторов, стремясь найти новые ресурсы для лингвистического («от лингвистики к методике») и психологического («от психологии к методике») обоснования методики, фактически пришли к одному и тому же источнику и используют в качестве основы теоретических построений категории логики – понятие и суждение [3]. Однако классификация знаковых ярусов языка, которая строится на понятии и суждении, не соответствует действительным фактам языка и тем самым усугубляет недостатки используемой в методике традиционной классификации.

Столь же малоосновательны попытки исходить из логической категории понятия при анализе психологических особенностей усвоения лексики иностранного языка. Лингвистические факты говорят о том, что при употреблении многих слов в процессе речевого общения понятие не выступает на первом плане в их значениях, иначе говоря, не является лингвистически релевантным. Психологические особенности образования и функционирования понятий не являются характерными для реального речевого общения и не могут быть использованы для сколько-нибудь надежных выводов, способствующих улучшению процесса усвоения иностранного языка.

Очевидно, что трактовка знаковой и психологической сторон языка с помощью единиц логики для потребностей обучения языку не отвечает методическому функциональному принципу и не может быть признана плодотворной в методике. Среди используемых в методике лингвистических данных немалое место принадлежит правилам языка. Роль функционального принципа должна особенно заметно проявляться в том, чтобы отобрать только необходимые лингвистические данные и придать им вид действенных указаний для верного осуществления акта речи [5], выдвинув для этого на первый план существенные моменты функционирования изучаемого элемента.

Применение функционального принципа для методического анализа акта речи дает два главных результата:

а) членение акта речи по операциям, которые совершаются с определенными категориями языкового материала в процессе естественной речи;

б) собственно методические критерии типологии и системы упражнений.

Опора на аспекты языка при разработке упражнений была оправдана в те времена, когда преобладающее место в целевой установке занимало развитие логического мышления обучающихся, чему служили грамматические упражнения [6]. Но аспектные упражнения не дают положительных результатов, если ставится цель усвоения языка как практической коммуникативной деятельности. Они не отвечают этой цели, так как членение языкового материала на аспекты само по себе является нарушением тех связей, в которых единицы языка употребляются в речи.

В естественном акте речи имеет место сложная операция комбинирования (рецептивного и продуктивного). Языковым материалом этой операции являются слова и словосочетания. Обнаружение учебных трудностей в соответствии с функциональным принципом означает, с одной стороны, вычленение частных операций, входящих в операцию комбинирования и обусловливающих ее, с другой стороны, выделение слов и словосочетаний этих языковых явлений, с которыми упомянутые операции совершаются.

Операция комбинирования включает несколько частных операций, автоматизированных (осуществляющихся в форме навыка) и неавтоматизированных (осуществляющихся в форме сложного вторичного умения). Между автоматизированными и

неавтоматизированными речевыми операциями и их компонентами, как известно, не существует резко выраженных границ, но в основном их соотношение определяется характером тех единиц языка, которые являются объектами соответствующих операций.

В форме автоматизированного навыка в акте речи совершаются:

а) операции опознавания и воспроизведения звуков, звукосочетаний, букв, буквосочетаний, а также моделей слов, словосочетаний. Поскольку они запечатлеваются в памяти как постоянные, образующие строй языка элементы, то операции их опознавания и воспроизведения имеют стереотипный характер;

б) та часть операций рецептивного и продуктивного комбинирования, в которой имеет место действие по аналогии со знакомыми моделями.

В форме неавтоматизированного вторичного умения в акте речи совершаются:

а) часть операции рецептивного комбинирования, в которой осуществляется соотнесение высказывания с речевой ситуацией или контекстом;

б) часть операций продуктивного комбинирования, которая связана с выбором языковых средств в соответствии с речевой ситуацией. Названные элементы не могут быть автоматизированы в силу большой изменчивости и разнообразия речевых ситуаций и контекстов.

По мере введения новых слов и словосочетаний в ходе упражнений вступают в действие модели. Модель языка, которую можно эффективно использовать для обучения языку, обладает постоянными методическими свойствами независимо от того, получается ли она в результате интерпретации традиционных правил морфологии, синтаксиса и словообразования или является продуктом формализованной лингвистической теории.

Существенным методическим свойством модели является способность служить основой для употребления по аналогии с ней другого языкового материала. Следовательно, единичные элементы языка, исключающие использование их в речи по аналогии, не могут представлять самостоятельные модели, а должны быть элементами более широких моделей.

В модели синтезированы разнородные элементы языка так, как они функционируют в естественной речи, и, по-видимому, существуют такие условия, при которых словообразовательные, морфологическое и фразеологические модели являются в то же время и синтаксическими моделями. Однако наибольшее значение должно придаваться не аспектной принадлежности моделей, а операциям, которые совершаются с ними и при помощи их (действие по аналогии в составе операций опознавания, воспроизведения и комбинирования).

Правила языка (под правилом понимается положение, выражающее закономерность, постоянные соотношения в чем-либо, и являющееся основанием какой-либо системы, какого-либо ряда явлений, действий) по своей сущности являются, с одной стороны, словесными выражениями моделей (или их частей), и с другой стороны, словесными указаниями способа выполнения соответствующей операции акта речи. Исходя из основных свойств моделей и характера операций в акте речи, ниже указываются основные виды правил:

а) правила выполнения операций с единичными элементами языка (например, правила артикуляции звуков или написания графических знаков);

б) правила, определяющие внутреннее строение моделей (или их частей);

в) правила, указывающие границы аналогии (во всех случаях использования моделей);

г) правила, указывающие оптимальный порядок действий при выполнении операций с языковым материалом (алгоритмы);

д) правила, определяющие характер связи модели с речевой ситуацией (эмоциональная окраска модели, признаки времени и места ее употребления, индивидуальные и социальные отношения участников речевого общения и др.).

Рассмотренное выше разделение акта речи с точки зрения функционального принципа представляет собой основу для разработки упражнений двух типов –

подготовительных и речевых – соответственно двум состояниям акта речи. Овладение операциями с категориями языкового материала в расчлененном акте речи осуществляется в подготовительных упражнениях. Для речевых упражнений акт речи не расчленяется, трудности их выполнения связаны, главным образом, с содержанием речи.

Для того чтобы какое-либо упражнение считалось подготовительным, ему надо обладать хотя бы одним из соответствующих признаков, указанных в таблице. Речевая направленность каждого упражнения состоит в том, что выполняемые в данном упражнении операции соответствуют реальным операциям в акте речи [7], воплощают их или являются их частью.

В разных видах речевой деятельности одна и та же операция, будь то опознавание, воспроизведение, рецептивное или продуктивное комбинирование, по причине различий в материальной природе используемых знаков обладает специфическими особенностями, которые должны найти отражение в составе учебных трудностей, учебных операций и, следовательно, в характере конкретных упражнений.

Таким образом, рассмотрение функционального принципа в методике обучения иностранным языкам позволяет сделать следующие выводы:

1) функциональный принцип является ведущим при рассмотрении методического принципа речевой направленности относительно акта речи как методического фактора;

2) функциональный принцип применяется для отбора лингвистических данных и определения их методической значимости; для методического анализа акта речи;

3) роль функционального принципа проявляется в том, чтобы отобрать только необходимые лингвистические данные и придать им вид действенных указаний для верного осуществления акта речи, выдвинув для этого на первый план существенные моменты функционирования изучаемого элемента;

4) применение функционального принципа для методического анализа акта речи дает два главных результата:

а) членение акта речи по операциям, которые совершаются с определенными категориями языкового материала в процессе естественной речи;

б) собственно методические критерии типологии и системы упражнений.

Список литературы

1. Брыксина, И.Е. Общедидактические и методические принципы обучения иностранным языкам в неязыковом вузе и условия их реализации / И.Е. Брыскина, О.В. Усачева // Социально-экономические явления и процессы. – 2011. – №3–4. – С. 431–436.
2. Kramsch, Claire. The Challenge of Globalization for the Teaching of Foreign Languages and Cultures / Claire Kramsch // Electronic Journal of Foreign Language Teaching. – 2014. – Vol. 11, № 2. – P. 249–254.
3. Салистра, И.Д. К вопросу о системе уроков иностранного языка / И.Д. Салистра // Иностранные языки в школе. – 2011. – №8. – С. 24–32.
4. Муковникова, Е.М. Реализация современных педагогических и методических принципов обучения иностранным языкам в вузе / Е.М. Муковникова // Вестник ВГУ. Серия: Лингвистика и межкультурная коммуникация. – 2011. – № 2. – С. 178–181.
5. Sambou, Aly. Functional approach to applied language teaching / Aly Sambou // Macabéa – Revista Eletrônica do Netlli, Crato. – 2012. – V.1, №2. – P. 161–182.
6. Гальскова, Н.Д. Теория обучения иностранным языкам. Лингводидактика и методика / Н.Д. Гальскова, Н.И Гез. – М.: Академия, 2008. – 333 с.
7. Richards, Jack C. Communicative Language Teaching Today / Jack C. Richards // Cambridge University Press, 2006.

References

1. Bryksina, I. Ye. Common didactic and methodical principles of foreign languages teaching in nonlinguistic higher school and conditions of their realization / I.Ye. Bryksina, O.V. Usacheva // Social and economic phenomena and processes. – 2011. – №3–4. – P. 431–436.

2. Kramsch, Claire. The Challenge of Globalization for the Teaching of Foreign Languages and Cultures / Claire Kramsch // Electronic Journal of Foreign Language Teaching. – 2014. – Vol. 11, № 2. – P. 249–254.

3. Salistra, I.D. To the question of foreign language lessons system / I.D. Salistra // Foreign languages at school. – 2011. – №8. – P. 24–32.

4. Mukovnikova, E.M. Realization of the modern pedagogical and methodical principles of foreign languages training at higher education institution / E.M. Mukovnikova // Bulletin of the Voronezh State University. Series: Linguistics and cross-cultural communication. – 2011. – №2. – P. 178–181.

5. Sambou, Aly. Functional approach to applied language teaching / Aly Sambou // Macabéa – Revista Eletrônica do Netlli, Crato. – 2012. – V.1, №2. – P. 161–182.

6. Galskova, N.D. Theory of foreign languages training. Lingvodidactics and technique / N.D. Galskova, N.I Gez. – M.: Academy, 2008. – 333 p.

7. Richards, Jack C. Communicative Language Teaching Today / Jack C. Richards // Cambridge University Press, 2006.

УДК 69:81’42:003

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Горбунова Валентина Сергеевна,
кандидат филологических наук,
доцент кафедры «Иностранные языки»
E-mail: VAL-SG@yandex.ru

Гринцова Ольга Васильевна,
кандидат филологических наук, доцент,
зав. кафедрой «Иностранные языки»
E-mail: english@pguas.ru

Кузяева Наталия Андреевна,
студентка архитектурного факультета
E-mail: Kusyaev@hotmail.com

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Gorbunova Valentina Sergeevna,
Candidate of Philological Sciences, Associate Professor of the Department «Foreign languages»
E-mail: VAL-SG@yandex.ru

Grintsova Olga Vasilyevna,
Candidate of Philological Sciences,
Associate Professor, Head of the department «Foreign languages»
E-mail: english@pguas.ru

Kuzyaeva Nataliya Andreevna,
Student of Architectural faculty
E-mail: Kusyaev@hotmail.com

СПОСОБЫ КОДИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИИ В ТЕКСТАХ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

В.С. Горбунова, О.В. Гринцова, Н.А. Кузяева

Представлены результаты исследования текстов сферы строительного производства на английском языке с целью выявления способов кодирования информации с помощью специальных словосочетаний (СпС). В состав используемых СпС входит ядерное существительное, которое служит для наименования предмета, процесса или строительного материала, и адъюнкт, содержащий дополнительную информацию. Кодирование происходит по способу: наименование характеристики предмета + наименование предмета. Например, pressed brick – прессованный кирпич: brick that was pressed. Выявлено 12 основных способов кодификации информации с помощью СпС.

Ключевые слова: кодирование информации, специальные словосочетания, ядерное существительное, адъюнкт, предмет, процесс, строительный материал

WAYS OF INFORMATION ENCODING IN THE FIELD OF CONSTRUCTION INDUSTRY

V. S. Gorbunova, O. V. Grintsova, N. A. Kuzyaeva

This paper presents results of the study of English texts in the sphere of construction in order to identify ways of encoding information using special phrases (SpC – special word combination). SpC includes core noun that is used to name the object, process or building material and adjunct containing additional information about it. Encoding is based on the following principle: object characterization’s name + object’s name. For example, pressed brick (brick that was pressed). 12 main types of information encoding by means of SpC are revealed.

Keywords: information encoding, special phrases, core noun, adjunct, object, process, building material

Введение

Целью статьи является представление способов кодирования информации с помощью специальных словосочетаний (СпС) английского языка, выявленных в процессе использования текстов строительной тематики. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) подбор аутентичных текстов на английском языке из английских и американских источников; 2) выбор СпС, именующих предметы, процессы и строительные материалы сферы строительства; 3) анализ

СпС, их классификация и определение способов кодификации информации с помощью данных наименований. Специальными в данной работе именуются тематические словосочетания сферы строительного производства, называющие предметы (технические устройства, сооружения, различные вспомогательные средства и т.п.), строительные материалы и процессы, характерные для сферы строительства. Это беспредложные субстантивные словосочетания регрессивного типа. Материалом исследования послужили аутентичные тексты различной тематики, специальные словосочетания, используемые для наименования предметов, процессов, строительных материалов.

Методика исследования

Как известно, в процессе переработки информации человеком создаются определенные когнитивные структуры, смысл которых реализуется с помощью языкового кода, принятого для данного языка [1]. В каждой сфере деятельности человека принят свой определенный код, с помощью которого передается вся необходимая информация. Доступность информации и ее понимание зависят от знания языкового кода, которым пользуется автор. Для знакомства с тем или иным кодом языка нужны фоновые знания. Это помогает проникнуть в суть того или иного явления. При определении когнитивного потенциала исследуемых СпС на основе анализа по непосредственно составляющим (НС) было выявлено, какая информация кодируется с помощью данных СпС, какими лексическими средствами она выражена, с какой целью они используются. Кодирование информации определяется как «перевод сообщения на язык, специально приспособленный к данному каналу для повышения его пропускной способности» [2]. С помощью специальных субстантивных словосочетаний регрессивного типа в английском языке кодируется информация о предметах, используемых в разных сферах деятельности человека, их свойствах и состояниях, процессах, которые являются неотъемлемыми атрибутами любой сферы деятельности человека.

Ядерные существительные, входящие в состав исследуемых СпС, обозначают конкретные предметы и процессы и служат для наименования предметов (артефактов), процессов и строительных материалов, а адъюнкты содержат информацию об их назначении, свойствах и о других характеристиках. Ядерные существительные используются, как правило, в одном значении. Адъюнкты содержат дополнительную информацию об именуемых предметах, процессах и строительных материалах.

Информация, кодируемая с помощью СпС, используемых в отрасли строительного производства, имеет большое значение в процессе познания окружающего мира. Эта информация дает возможность познакомиться с научной стороной этой сферы деятельности, а анализ языковых средств, используемых при этом, знакомит нас с языковой картиной [3].

Экспериментально-исследовательская часть

Предваряя исследование, была выдвинута гипотеза о том, что кодификация информации в сфере строительного производства может осуществляться не только с помощью наименований, представленных в виде существительных, но и с помощью словосочетаний.

При рассмотрении конкретных видов информации были выявлены ее особенности. Так, анализ показал, что с помощью СпС сообщаются сведения о назначении предмета. Например, СпС asphalt laying machine передает следующую информацию: machine for laying of asphalt. Другая машина называется: concrete spreader. Это СпС передает информацию следующим способом: spreader of concrete. Эта машина называется бетонораспределительной машиной. Один из видов зданий называется: drying house, то есть: house, used for drying (сушильня).

С помощью СпС передаются сведения о форме предмета. Например, СпС flat roof именует крышу плоской формы (roof made flat). Есть плотина, которая называется dome dam. При этом информация о плотине кодируется следующим образом: dam made in the form of a dome – дамба, построенная в форме купола, т.е. *купольная плотина*.

Информация о весе кодируется с помощью СпС следующим способом. Адъюнкт содержит информацию о весе строительного материала, а ядро-существительное именует материал. Например, СпС lightweight concrete означает concrete having light weight (легкий бетон). Информация о весе бетона кодируется с помощью прилагательного light. Информация о весе заполнителя кодируется аналогичным способом. Информация о заполнителе, имеющем легкий вес, кодируется с помощью СпС light aggregate и lightweight aggregate. Адъюнкты light и lightweight информируют о небольшом весе заполнителя. Это СпС имеет значение: aggregate having light weight (легкий заполнитель). Информация о заполнителе, имеющем тяжелый вес, кодируется с помощью СпС heavy aggregate. Смысл этого СпС декодируется так: aggregate having heavy weight (тяжелый заполнитель) [4].

С помощью исследуемых СпС можно познакомиться с информацией о составной части (частях) какого-либо предмета. Например, информация о составной части крана кодируется с помощью СпС crane boom, что означает the boom of crane – стрела крана. При этом ядерное существительное СпС именует составную часть предмета, а адъюнкт – существительное crane – сам предмет. Информация о составной части другого предмета кодируется аналогичным способом с помощью СпС barrow frame, что означает the frame of barrow, т.е. рама тачки. Ядерное существительное называет составную часть предмета – раму (frame), а адъюнкт (barrow) называет сам предмет – тачку.

С помощью СпС можно кодировать информацию о строительном материале, который был подвергнут воздействию. Например, некоторые строительные материалы в процессе их изготовления подвергаются специальному воздействию. Такая информация также кодируется с помощью СпС. Например, при изготовлении кирпича его прессуют. В результате получаем прессованный кирпич: pressed brick – brick that was pressed. Ядерное существительное именует строительный материал, а адъюнкт информирует о способе воздействия, которому он был подвергнут. В данном случае речь идет о прессовании.

Артефакты (здания, всевозможные технические средства, строения, сооружения и их составные части), используемые в строительстве, также могут подвергаться определенному воздействию. С помощью СпС кодируется информация этого вида. Например, штампованная балка называется pressed girder. Профессионала информируют о балке, которая была подвергнута воздействию штамповкой – girder that was pressed. Такая балка называется штампованной балкой, так как она изготовлена методом штамповки. Информация о здании, которое было предварительно изготовлено и собрано из составляющих его частей на месте строительства, кодируется с помощью СпС prefabricated house, что означает house that was prefabricated – дом, который был предварительно изготовлен и собран из составляющих компонентов. Такое здание называется *сборный дом*.

Специальная информация отрасли строительного производства может представлять собой сведения о составе строительного материала или предмета-артефакта. Например, при кодировании информации такого вида о строительном материале бетоне он именуется с помощью СпС glass concrete, slag concrete, gypsum concrete и др. Препозиционный компонент СпС именует тип вещества, входящего в состав данного строительного материала, – стекла (glass concrete), шлака (slag concrete), гипса (gypsum concrete). Аналогичным способом кодируется информация о составе другого строительного материала – кирпича. С помощью СпС clay brick, chrome brick, slack brick мы узнаем о том, что в состав кирпича входит глина (clay brick), хром (chrome brick), шлак (slack brick).

Таким же способом кодируется информация о составе других строительных материалов. Адъюнкт именует составной компонент строительного материала, называемого ядерным существительным. Информацию о составе предмета-артефакта можно выявить также с помощью адъюнкта-существительного. Например, о составе блока узнаем по его препозиционному компоненту. Бетонный блок называется concrete block. Блок, в состав которого входит гипс, называется гипсовый блок – gypsum block.

Другой артефакт именуется concrete border, в зависимости от того, что входит в его состав. Бордюр, сделанный из бетона, называется concrete border, а бордюр, сделанный из гранита, называется granite border. В названиях других артефактов может также отражаться их состав [4, с.124].

С помощью СпС, используемых в отрасли строительного производства, можно узнать, где добывается и применяется строительный материал. Например, с помощью СпС pit sand мы узнаем о месте добычи песка: sand taken from the pit. Значит, этот песок взят из карьера. Он называется карьерный песок. Песок, добываемый на морском побережье, называется sea sand (sand taken out from the sea) или beach sand (sand taken from the beach), а песок, добываемый на речном берегу, называется bank sand – sand taken from the bank of the river. О месте применения строительного материала можно узнать с помощью СпС exterior stucco – stucco used for exterior – штукатурка, используемая для наружной части здания. Этот строительный материал называется *наружная штукатурка*. Однако с помощью этого СпС кодируется не только место применения материала, но и назначение материала.

Место добычи глины – составной части кирпича – можно узнать с помощью СпС Accrington brick. Так называется красный твердый кирпич из аккрингтонской глины, содержащий оксид железа. Место производства кирпича другого сорта можно определить с помощью СпС Leeds brick. Однако такой кирпич русскими специалистами называется глазурованный кирпич. Очевидно, что в данном случае для русскоязычного строителя главное не то, где кирпич производится, а то, что он собой представляет. Место применения строительного материала можно определить при знакомстве с СпС subaqueous concrete (подводный бетон). Адъюнкт subaqueous своим значением указывает на место применения бетона – под водой.

СпС-наименования балок содержат информацию о месте их применения. Например, балка, расположенная на верхней части здания, называется roof beam – beam used for making roof. Другой тип балок называется ceiling beam – потолочная балка. Однако следует отметить, что передаваемая информация характеризует не только место использования предмета, но и его назначение как строительной конструкции – составной части здания.

Рассмотрим смысл и значения, передаваемые с помощью СпС-наименований вентиляторов. Это словосочетания ceiling fan и wall fan. Их значения можно декодировать следующим способом: ceiling fan, т.е. fan placed at the ceiling (потолочный вентилятор). СпС wall fan сообщает информацию о том, что вентилятор располагается в другом месте – на стене: fan placed on the wall (настенный вентилятор).

Кроме того, СпС отрасли строительного производства могут передавать информацию о цвете предмета и строительного материала. Такими СпС являются следующие: black bolt – черный болт, white metal – белый металл, opal glass – опаловое (молочное) стекло, colored glass – цветное стекло, gray cement – серый цемент, colored cement – цветной цемент и др. Адъюнкт, называющий цвет предмета или цвет строительного материала, характеризует его с другой стороны. Информация, кодируемая адъюнктом таких СпС, указывает в некоторой степени и на назначение предмета или материала. Очевидно, цветной цемент используется как отделочный материал. Цветное стекло – для декоративных целей, а опаловое стекло – в том случае, когда вместо прозрачного стекла нужно матовое [4, с.126].

СпС-наименования процессов могут так же, как и СпС-наименования предметов-артефактов и наименования строительных материалов, содержать информацию о их назначении и применении. Так, отопление с целью обогрева зданий называется house heating. При этом сообщается информация о назначении данного процесса – обогревать здание. Вытяжная вентиляция именуется exhaust ventilation или drawing ventilation [5]. Назначение этого типа вентиляции заключается в том, чтобы удалять загрязненный воздух из помещений: to draw the air out of a building. Информация о назначении другого типа вентиляции передается с помощью СпС plenum ventilation. Цель этого типа вентиляции – to draw the air into the building. Этот тип вентиляции называется приточной вентиляцией, при которой свежий воздух нагнетается в

помещение. Информация о назначении еще одного типа вентиляции передается с помощью СпС balanced ventilation. При такой вентиляции создается баланс воздуха в помещении. Это так называемая приточно-вытяжная вентиляция, при которой одновременно загрязненный воздух удаляется из помещения, а чистый воздух нагнетается в него.

СпС-наименования процессов могут передавать информацию о способах их осуществления. Такая информация передается с помощью СпС-наименований процессов отопления. Например, gas heating – это отопление, осуществляемое с помощью газа, т.е. газовое отопление. Адъюнкт указывает на тип топлива, используемый при отоплении (gas). Другой тип отопления называется electric heating. В этом случае показан способ его осуществления – с помощью электричества. Это так называемое электрическое отопление. Информация о способе нагрева конвекцией передается при использовании СпС space heating [6]. Информация о месте осуществления процесса кодируется, например, с помощью СпС district heating – районное отопление, central heating – центральное отопление с нагревом пола у плинтуса.

Результаты исследования

Результаты проведенного исследования показали, что предполагаемая гипотеза подтвердилась. Информация сферы строительного производства кодируется с помощью простых и многокомпонентных специальных словосочетаний английского языка различных типов. Кроме того, были выявлены определенные схемы кодификации.

В итоге можно представить следующие схемы кодирования информации с помощью СпС английского языка, используемых для номинации в отрасли строительного производства (см. таблицу).

Способы кодирования информации отрасли строительного производства с помощью СпС английского языка

№ п/п	Адъюнкт, кодирующий сведения о характеристиках предмета, процесса, строительного материала	Ядерное существительное, кодирующее информацию о наименовании предмета, процесса, строительного материала
1	О назначении предмета, строительного материала, процесса	Наименование предмета, процесса, строительного материала
2	О форме предмета	Наименование предмета
3	О способе воздействия на предмет, строительный материал	Наименование предмета, строительного материала
4	О составе предмета, строительного материала	Наименование предмета, строительного материала
5	О месте применения предмета, строительного материала, процесса	Наименование предмета, строительного материала, процесса
6	О цвете предмета, строительного материала	Наименование предмета, строительного материала
7	О наименовании предмета	Наименование составной части предмета
8	О способах осуществления процесса	Наименование процесса
9	О весе строительного материала	Наименование строительного материала
10	О структуре строительного материала	Наименование строительного материала
11	О качестве строительного материала	Наименование строительного материала
12	О скорости протекания процесса	Наименование процесса

Выводы

Итак, исследуемые СпС кодируют информацию о предмете, строительном материале, процессе в зависимости от назначения; о предмете, строительном материале в зависимости от его состава; о строительном материале в зависимости от его структуры; о предмете в зависимости от его формы, о строительном материале в

зависимости от его веса, предмете, процессе и строительном материале в зависимости от места их применения; об артефакте или строительном материале в зависимости от способа воздействия на них; о составной части (частях) предмета; о строительном материале или предмете в зависимости от их цвета; о процессах в зависимости от способов их осуществления и скорости протекания; о строительном материале в зависимости от его качества. Многокомпонентные СпС могут кодировать несколько видов информации благодаря наличию нескольких адъюнктов [7].

Таким образом, выявлено 12 основных способов кодирования информации с помощью исследуемых СпС. Используя схемы кодирования специальной информации, можно определить потенциал СпС строительной отрасли. Он достаточно широк. СпС могут именовать предметы, процессы и строительные материалы не только в настоящем, но и в будущем по соответствующим схемам. С появлением, например, нового строительного материала появится и новое СпС – его наименование. Если этот материал будет иметь новый состав, то в языке для специальных целей появится новое наименование, построенное по одной из указанных схем: адъюнкт, кодирующий наименование нового составляющего ингредиента + ядерное существительное, кодирующее наименование известного строительного материала.

Список литературы

1. Арнольд, И.В. Стилистика. Современный английский язык / И.В. Арнольд. – М.: Флинта: Наука, 2002. – 384 с.
2. Гальперин, И.Р. Текст как объект лингвистического исследования / И.Р. Гальперин. – М.: КомКнига, 2006. – 144 с.
3. Колшанский, Г.В. Объективная картина мира в познании и в языке / Г.В. Колшанский. – URL: www.twirpx.com/file/369495 (дата обращения: 6.04.2015)
4. Горбунова, В.С. Специальные словосочетания английского языка в текстах строительного профиля: номинативно-когнитивный потенциал: дис. … канд. филол. наук / В.С. Горбунова. – М.: МГЛУ. – 214 с. – URL: www.disertant.ru/index.php?cat=10&st=3930 (дата обращения: 2.02.2015)
5. Википедия. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Construction (дата обращения: 14.03.2015)
6. Википедия. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Building_materials (дата обращения: 21.03.2015)
7. Миллер, Дж. А. Магическое число 7±2. О некоторых пределах нашей способности перерабатывать информацию / Дж.А. Миллер // Инженерная психология. – URL: www.koob.ru/miller_d/magical_number_severn (дата обращения: 3.04.2015)

References

1. Arnold, I.V. Stylistics. Modern English / I.V. Arnold. – M.: Flinta: Nauka, 2002. – 384 p.
2. Galperin, I.R. Text as an object of linguistic research / I.R. Galperin. – M.: KomKniga, 2006. – 144 p.
3. Kolshanskii, G.V. Objective picture of the world in knowledge and language / G.V. Kolshanskii. – URL: www.twirpx.com/file/369495/ (дата обращения: 6.04.2015)
4. Gorbunova, V.S. Special word combinations of the English language in construction sphere texts: nominative-cognitive potential: dis. … candidate. philol. sciences / V.S. Gorbunova. – M.: MGLU. – 214 p. – URL: www.disertant.ru/index.php?cat=10&st=3930 (date of use: 2.02.2015)
5. Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Construction (date of use: 14.03.2015).
6. Wikipedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Category:Building_materials (date of use: 21.03.2015).
7. Miller, J.A. The magic number 7 ± 2. Some Limits on Our Capacity for Processing Information. Engineering psychology / J.A. Miller. – URL: www.koob.ru/miller_d/magical_number_severn (date of use: 3.04.2015)

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS

УДК 519.7

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Гарькина Ирина Александровна,
доктор технических наук, профессор
кафедры «Математика и математическое моделирование»
E-mail: fmatem@pguas.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Garkina Irina Aleksandrovna,
Doctor of Sciences, Professor
of the department «Mathematics and Mathematical Modeling»
E-mail: fmatem@pguas.ru

МОДЕЛИ КИНЕТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОМПОЗИТАХ

И.А. Гарькина

Приводится опыт линеаризации кинетических процессов в полидисперсных системах с использованием замены переменных различного вида. Указываются методы решения основных задач управления свойствами композитов как многокритериальных сложных систем.

Ключевые слова: композиты, полидисперсные системы, кинетические процессы, линеаризация, управление свойствами

MODELS OF KINETIC PROCESSES IN COMPOSITES

I.A. Garkina

Examining linearization of kinetic processes in polydisperse systems using a change of variables of different types is given. Methods for solving basic management tasks by properties of composites as multicriterial complex systems are consider.

Keywords: composites, polydisperse systems, kinetic processes, linearization, control properties

Как правило, кинетические процессы формирования физико-механических характеристик композитов являются нелинейными. Приведение их к линейному виду существенно облегчает аналитические исследования. Для этого использовались замены переменных:

$$Y' = a + bX', \quad X' = U(X), \quad Y' = V(X).$$

При выборе между степенными и показательными функциями пользовались простыми графическими правилами. По экспериментальным данным (x_i, y_i), $i = 1, \cdots, m$ определялись точки $A_i = (\ln x_i, \ln y_i)$, $B_i = (x_i, \ln y_i)$ и наносились на график. Коэффициент b приближенной прямой принимался за начальное приближение параметра β показательной или степенной функции.

В случае планируемых измерений выбирались две последовательности точек: $X_{i+1} = X_i + h$ (арифметическая прогрессия); $X'_{i+1} = qX'_i$, $q > 1$ (геометрическая прогрессия). Определялись соответствующие выходные величины: Y_i – в точке X_i, Y'_i – в точке X'_i, $i = 1, \cdots, m$; вычислялись отношения последовательных результатов

$$r_i = \frac{Y_{i+1}}{Y_i}, \quad r'_i = \frac{Y'_{i+1}}{Y'_i}, \; i = 1, \cdots, (m-1).$$

При $r_i \approx const$ выбиралась показательная функция, и оценивался ее параметр:

$$\beta = \frac{\ln\left(\dfrac{\sum\limits_i r_i}{m-1}\right)}{h};$$

при $r'_i \approx const$ выбиралась степенная функция, а ее показатель оценивался в виде:

$$\beta = \frac{\left(\dfrac{\sum\limits_1 r'_i}{\ln q}\right)}{m-1}.$$

Приведем основные замены переменных, использовавшихся при линеаризации:

$\tilde{Y} = \ln Y$ – для показательной функции $Y = \alpha e^{\beta X}$,

$\begin{cases} \tilde{X} = \dfrac{1}{x}, \\ \tilde{Y} = \ln Y \end{cases}$ – для показательной функции $Y = \alpha e^{\frac{\beta}{X}}$,

$\tilde{Y} = \dfrac{1}{Y}$ – для дробно-линейной $Y = (\alpha + \beta X)^{-1}$,

$\begin{cases} \tilde{X} = \dfrac{1}{X}, \\ \tilde{Y} = \dfrac{1}{Y} \end{cases}$ – для дробно-линейной $Y = \dfrac{X}{\alpha + \beta X}$,

$\tilde{X} = \dfrac{1}{X}$ – для гиперболической $Y = \alpha + \dfrac{\beta}{X}$,

$\tilde{X} = \ln X$ – для логарифмической $Y = \alpha + \beta \ln X$,

$\tilde{X} = \dfrac{1}{\ln X}$ – для логарифмической $Y = \alpha + \dfrac{\beta}{\ln X}$,

$\begin{cases} \tilde{X} = \ln X, \\ \tilde{Y} = \ln Y \end{cases}$ – для степенной $Y = \alpha X^{\beta}$.

Степень аппроксимирующего полинома определялась с использованием разложения по ортогональным полиномам Чебышева $P_j(X)$. Исходили из справедливости гипотез: значения X_i известны точно; значения Y_i содержат погрешности с прибли-

женно гауссовским распределением и дисперсиями, равными $S_i^2 = \frac{S^2}{\omega_i}$. По данным (X_i, Y_i) последовательно строились, используя МНК, приближения полиномами со степенями $L = 1, \ldots, l$:

$$f_l(X) = \sum_{j=0}^{l} b_j P_j(X),\ b_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} \omega_i Y_i P_j(X_i)}{\sum_{i=1}^{m} \omega_i P_j^2(X_i)}.$$

Максимальная степень полинома определялась, исходя из конкретной задачи (в большинстве случаев $L = 5$).

Тогда для остаточных сумм квадратов

$$Q_l = \sum_{i=1}^{m} \omega_i Y_i^2 - \sum_{j=0}^{m} b_j^2 H_j$$

оценки дисперсии равны

$$S_l^2 = \frac{Q_l}{m - l - 1}$$

(соответствуют различным степеням l).

Степень полинома увеличивалась, пока оценки S_i^2 заметно убывали. Выбор степени l полинома производился, исходя из точности (по значению l, при котором оценка S_i^2 минимальна – $S_l^2 < S_{l-1}^2$, $S_l^2 < S_{l+1}^2$, или по значению l, после которого оценка S_i^2 перестает заметно убывать – $S_{l+1}^2 > 0,8 S_l^2$). Если при всех степенях $l < L$ выбранное условие не достигалось, то принимали максимальную степень полинома L.

Для выбора степени полинома использовались и методы перекрестного выбора. Все данные разбивались на $l + 2$ группы. Одна из групп являлась проверочной, а по медианным точкам остальных групп строился полином $f_l(X)$. Согласие полинома с исходными данными оценивалось по его отклонению от медианы проверочной выборки:

$$d(l, n) = \left| f\left(X_{med}^n\right) - Y_{med}^n \right|.$$

Описанная процедура многократно повторялась, принимая последовательно каждую из групп за проверочную. В итоге определялся суммарный показатель адекватности полинома $f_l(X)$ исходным данным:

$$d(l) = \sum_{n=1}^{l+2} d(l, n).$$

В качестве искомой степени полинома принималось то значение l, для которого показатель $d(l)$ минимален.

Указанные способы использовались при идентификации процессов формирования *отдельных свойств* (*частных критериев*) композиционных материалов [1…3]. В последующем результаты использовались при определении аналитического выражения *обобщенной целевой функции* по выбранному множеству частных критериев. При этом, естественно, возникает проблема многокритериальности [4, 5]: оптимизация по векторному критерию при, вообще говоря, противоречивых частных критериях. Пока большинство авторов ограничивается однокритериальной оптимизацией без надлежащего ранжирования критериев и минимизации размерности критериального пространства.

Заключение о качестве композита, равно как эффективности функционирования любой сложной системы, невозможно сделать на основании регистрации какого-либо

одного показателя: *оценка в общем случае является многокритериальной и не сводится к стандартной оценке качества по одному критерию.* Задания всей совокупности критериев обычно недостаточно для выделения важнейшего: необходима дополнительная информация об относительной важности каждого из них.

Ограничимся только детерминированными задачами управления, в которых множеством критериев полностью определяется качество управления. В них критериями $K_i, i=\overline{1,n}$ являются числовые функции, заданные на множестве стратегий управления. Без нарушения общности рассуждений можно полагать, что по каждому из критериев качество системы тем выше, чем больше значение критерия (если не оговорено противное). Если стратегия u предпочтительнее стратегии v, то:

$$K_i(u) \geq K_i(v), i=\overline{1,n};$$

хотя бы одно из неравенств – строгое. При $K_i(u)=K_i(v)$ стратегии u и v считаются одинаковыми по качеству.

Не менее важно решение *проблемы неопределенности* в постановке исходной задачи для оценки качества как отдельных процессов, так и систем. С этим непосредственно связаны *проблемы: нормализации* множества критериев качества, задания *приоритетов* для элементов множества критериев.

В ряде случаев возможна оценка процесса или системы по некоторому обобщенному *глобальному критерию* качества K (некоторая функция локальных критериев K_i). При такой оценке обычно используются *два метода*.

В первом оценка сводится к решению *задачи с ограничениями*, имеющей *две модификации*. В первой из всего множества критериев выделяется основной критерий K_m, по которому и проводится оценка качества; остальные критерии K_i $i \neq m$ ограничиваются условиями: «не меньше, чем» или «не больше, чем». Во второй множество критериев представляется в виде упорядоченного по степени важности множества, а затем проводится последовательная оценка качества. *Критерий оптимальности из всего множества критериев выбирается субъективно.*

Второй метод состоит в формировании глобального критерия качества в виде суммы локальных, взятых со своими весовыми коэффициентами (скаляризация, свертывание критериев). Эффективность метода зависит от степени объективности этих констант.

Нормализация связана с различными размерностями локальных критериев. Она может проводиться с учетом оптимального значения K_{i0} для каждого локального критерия и определения отклонений $K_i - K_{i0}$. *Успешное решение проблемы нормализации зависит от того, насколько точно определены оптимальные значения локальных критериев.*

При оценке *качества композита* частными критериями K_i служили *свойства*: прочность, твердость, реологические свойства и т.д. (определялись через параметры кинетических процессов – точки экстремума, экстремальные значения, точки перегиба и т.д.). Весовые константы определялись, исходя из коэффициентов корреляции между обобщенным критерием и частными критериями, а также частных критериев и параметров кинетических процессов.

Список литературы

1. Garkina, I. Modeling of kinetic processes in composite materials / I. Garkina // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, №10. – P.421–425.
2. Danilov, A. Systems approach to the modeling and synthesis of building materials / A. Danilov, I. Garkina / Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, №5. – P.219–225.

3. Гарькина, И.А. Опыт разработки композиционных материалов: некоторые аспекты математического моделирования / И.А. Гарькина, А.М. Данилов // Известия ВУЗов. Строительство. – 2013. – №8 (656). – С.28–33.

4. Budylina, E. Control of multiobjective complex systems / E. Budylina, A., Danilov I. Garkina //Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 9. – P. 441–445.

5. Данилов, А.М. Итеративный теоретико-экспериментальный метод построения критериев качества многоцелевых систем / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Я.И. Сухов // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – № 2 (23). – С. 120–124.

References

1. Garkina, I. Modeling of kinetic processes in composite materials / I. Garkina // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, №10. – P.421–425.

2. Danilov, A. Systems approach to the modeling and synthesis of building materials / A. Danilov, I. Garkina / Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, №5. – P.219–225.

3. Garkina, I.A. Experience in the development of composite materials: some aspects of mathematical modeling / I.A. Garkina, A.M. Danilov // Proceedings of Universities. Construction. – 2013. – №8 (656). – P.28–33.

4. Budylina, E. Control of multiobjective complex systems / E. Budylina, A., Danilov I. Garkina //Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 9. – P. 441–445.

5. Danilov, A.M. Iterative theoretical-experimental method for constructing of quality criteria of multi-purpose systems / A.M. Danilov, I.A. Garkina, Ya.I. Sukhov // Regional architecture and engineering. – 2015. – №2 (23). – P.120–124.

УДК 519.87 : 66.087

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77
Кузина Валентина Владимировна,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Информационно-вычислительные системы»
E-mail: kuzina@pguas.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77
Kuzina Valentina Vladimirovna,
Candidate of Sciences, Associate Professor of the department «Information and computing systems»
E-mail: kuzina@pguas.ru

ПОДСИСТЕМА БАЗЫ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА И ГРАФИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕГИОНА

В.В. Кузина

Описывается разработанная подсистема базы данных информационной системы для анализа и графического описания водных ресурсов, которая включает редактор базы данных с визуальным интерфейсом.

Ключевые слова: информационная система, подсистема базы данных, интерфейс, ориентированный граф, массоперенос в водной среде, математическое моделирование

DATABASE SUBSYSTEM OF INFORMATION SYSTEM FOR ANALYSIS AND GRAPHIC DESCRIPTION OF WATER RESOURCES OF THE REGION

V.V. Kuzina

Developed database subsystem of information system for analysis and graphical descriptions of water resources, which includes a database editor with a visual interface is given.

Keywords: information system, database subsystem, interface, oriented graph, mass transfer in water environment, mathematical modeling

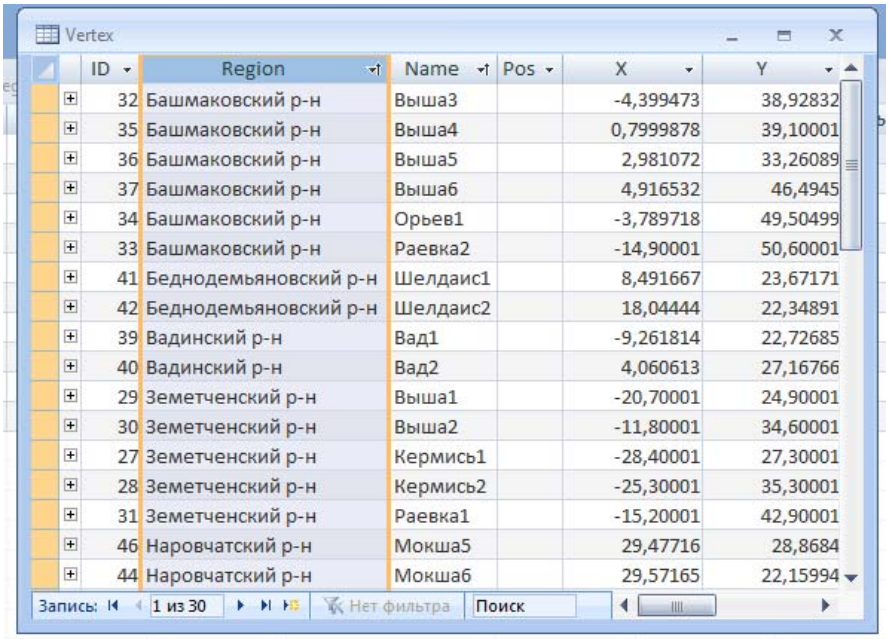
В основу информационной системы (ИС), предназначенной для мониторинга экологических процессов в водной среде региона [1–3], положено: математическое моделирование распространения веществ в водной среде; атрибутивная база данных (БД) водных ресурсов; визуальное представление водной сети в виде графа.

Структура ИС состоит из следующих подсистем (компонентов): подсистемы управления БД водных ресурсов; интерфейсной подсистемы; прикладного программного обеспечения (ПО); векторного графического редактора водных ресурсов.

В рассматриваемой ИС топология водной сети представлена в виде ориентированного взвешенного графа, вершинами которого являются контрольные точки водной системы – места изменения гидродинамических характеристик водоемов, а также места слияния и разветвления потоков [1–4]. Ребрами являются участки водоемов с однородными свойствами. Веса ребер составляют совокупности следующих характеристик водоемов: расхода воды ($м^3/с$); скорости течения (м/с); протяженности (км); среднего уклона дна (%); площади поперечного сечения русла ($м^2$). В ИС реализована привязка вершин графа к регионам.

Подсистема базы данных водных ресурсов (редактор БД) представляет собой компонент с визуальным интерфейсом и предназначена для редактирования регионов рассматриваемой местности, ребер и вершин графа. Редактирование в контексте

данного компонента предполагает выполнение операций добавления и удаления объектов, изменения свойств объектов. Визуальный интерфейс компонента представлен в виде трех типов таблиц: для редактирования регионов, ребер и вершин графа (рис. 1). Предусмотрены возможность отбора объектов БД – регионов, ребер, вершин – с указанными параметрами и вывод статистической информации по отобранным объектам.



Vertex

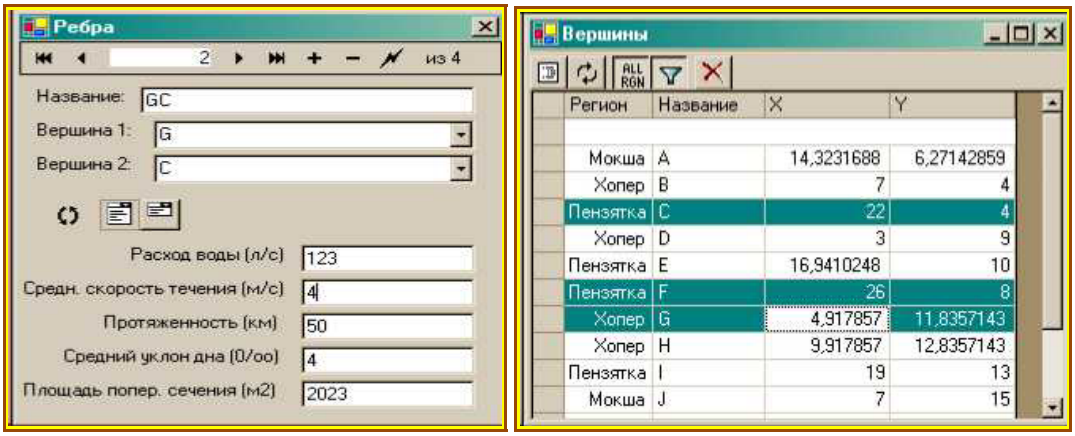
ID	Region	Name	Pos	X	Y
32	Башмаковский р-н	Выша3		-4,399473	38,92832
35	Башмаковский р-н	Выша4		0,7999878	39,10001
36	Башмаковский р-н	Выша5		2,981072	33,26089
37	Башмаковский р-н	Выша6		4,916532	46,4945
34	Башмаковский р-н	Орьев1		-3,789718	49,50499
33	Башмаковский р-н	Раевка2		-14,90001	50,60001
41	Беднодемьяновский р-н	Шелдаис1		8,491667	23,67171
42	Беднодемьяновский р-н	Шелдаис2		18,04444	22,34891
39	Вадинский р-н	Вад1		-9,261814	22,72685
40	Вадинский р-н	Вад2		4,060613	27,16766
29	Земетченский р-н	Выша1		-20,70001	24,90001
30	Земетченский р-н	Выша2		-11,80001	34,60001
27	Земетченский р-н	Кермись1		-28,40001	27,30001
28	Земетченский р-н	Кермись2		-25,30001	35,30001
31	Земетченский р-н	Раевка1		-15,20001	42,90001
46	Наровчатский р-н	Мокша5		29,47716	28,8684
44	Наровчатский р-н	Мокша6		29,57165	22,15994

Запись: 1 из 30 Нет фильтра Поиск

Рис. 1. Фрагмент таблицы «Вершины»

Пользовательский интерфейс подсистемы БД содержит два типа форм: табличные и анкетные. Анкетная форма наглядно отображает все параметры одного объекта (рис. 2). В табличной форме строки таблицы представляют собой объекты, столбцы – свойства объектов, что удобно для обзора отобранных объектов (рис.3).

а б



Ребра

2 из 4

Название: GC

Вершина 1: G

Вершина 2: C

Расход воды (л/с) 123

Средн. скорость течения (м/с) 4

Протяженность (км) 50

Средний уклон дна (0/оо) 4

Площадь попер. сечения (м2) 2023

Вершины

Регион	Название	X	Y
Мокша	A	14,3231688	6,27142859
Хопер	B	7	4
Пензятка	C	22	4
Хопер	D	3	9
Пензятка	E	16,9410248	10
Пензятка	F	26	8
Хопер	G	4,917857	11,8357143
Хопер	H	9,917857	12,8357143
Пензятка	I	19	13
Мокша	J	7	15

Рис. 2: а – анкетная форма «Ребра»; б – табличная форма «Вершины»

Форма «Регионы» (рис. 3) служит для управления деревом регионов и для отбора объектов отмеченных регионов. В рассматриваемой ИС вершины графа речной сети можно привязывать к регионам (одну вершину – к одному региону). Регионы имеют древовидную структуру. Эта структура имеет два типа узлов: папки и регионы (папки нужны для хранения внутри них других папок и регионов).

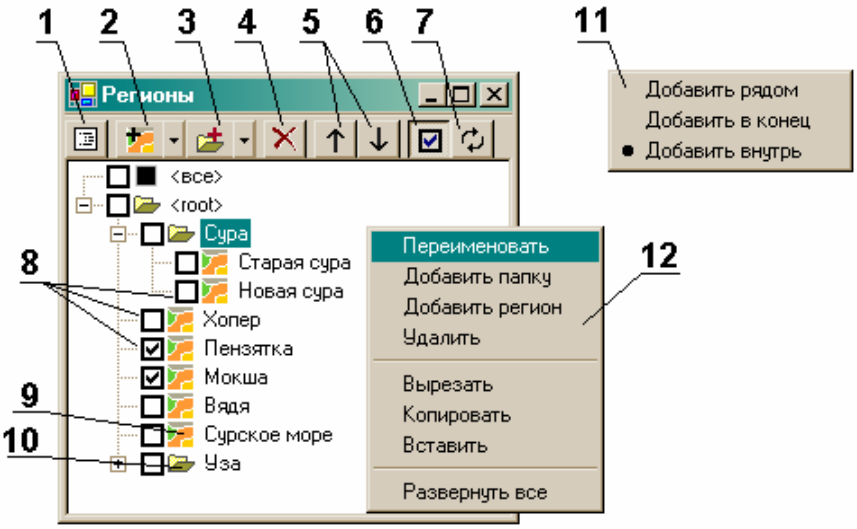


Рис. 3. Форма «Регионы»:
1-7 – кнопки панели инструментов: 1 – отбор объектов выделенного или отмеченных регионов; 2 – добавление региона; 3 – добавление папки; 4 – удаление узла (региона или папки) вместе с дочерними узлами; 5 – перемещение узла (вверх-вниз внутри уровня); 6 – отображение-скрытие переключателей (8); 7– обновление дерева регионов; 8 – переключатели (позволяют отметить несколько узлов); 9 – значок региона; 10 – значок папки; 11 – контекстное меню для добавления регионов и узлов (вызывается при нажатии стрелочки над кнопками 2 и 3); 12 – контекстное меню узлов дерева (вызывается при нажатии правой кнопки мыши над узлом дерева)

Все операции можно выполнять с помощью кнопок (1) – (7) панели инструментов или вызовом команд контекстного меню (12).

Для добавления регионов и папок нужно выделить любой узел дерева, кроме узла «все», обозначающего все регионы, и нажать стрелочку кнопки (2) – для добавления региона или (3) – для добавления папки. Откроется контекстное меню (11) для выбора необходимого действия. Пункты «Добавить рядом» и «Добавить в конец» создают новый узел над выделенным или в конце текущего уровня дерева соответственно. Пункт «Добавить внутрь» можно использовать, только если выделена папка для добавления в нее нового узла.

Кнопка (6) панели инструментов показывает или скрывает колонку переключателей (8). Переключатели используются для выделения одного или нескольких узлов. Перемещать узлы вверх-вниз внутри одного уровня можно с помощью кнопок (5).

Для удаления узлов нужно выделить один или несколько узлов (с помощью переключателей) и нажать кнопку (4). При этом дочерние узлы также удаляются.

Кнопка (7) служит для обновления дерева регионов.

Чтобы переименовать любой узел, достаточно выделить его и нажать левую кнопку мыши – узел перейдет в режим редактирования.

Описанные выше действия можно также осуществлять с помощью контекстного меню (12), которое вызывается щелчком правой кнопкой мыши над узлом.

Копирование и перенос поддерева осуществляются только с помощью контекстного меню. Для этого используются пункты «вырезать», «копировать» и «вставить», которые осуществляют одноименные действия над узлами дерева (вместе с их дочерними узлами).

Табличная форма «Вершины» (рис. 4) позволяет добавлять, удалять, редактировать вершины графа, а также осуществлять их отбор по заданным критериям с помощью строки фильтра. В анкетной форме «Вершины» можно перемещаться по отобранным вершинам и корректировать их параметры. Здесь же реализованы функции добавления и удаления.

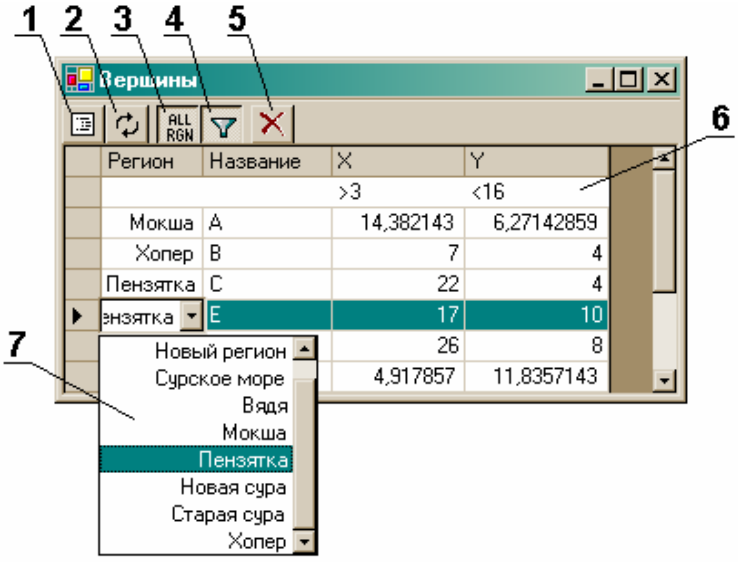


Рис. 4. Форма «Вершины»:
1-5 – кнопки панели инструментов: 1 – вывод ребер, смежных выделенным вершинам; 2 – обновление таблицы вершин; 3 – заполнение списка регионов (7) всеми регионами или только теми регионами, вершины которых отображены в таблице; 4 – показать-спрятать строку фильтра; 5 – удаление выделенных вершин; 6 – строка фильтра; 7 – список регионов для привязки вершин к регионам

Аналогичные функции имеют табличная и анкетная формы «Ребра» (рис. 5).

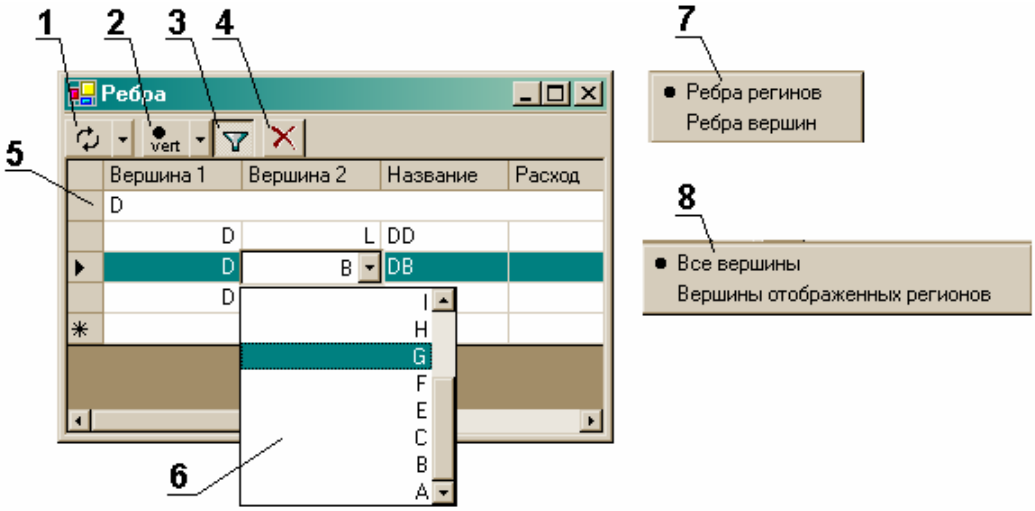


Рис. 5. Форма «Ребра»:
1-4 – кнопки панели инструментов: 1 – обновить; в зависимости от выбранного пункта меню (7) отображает в таблице либо ребра отмеченных регионов, либо смежные ребра выделенных вершин; 2 – заполняет список вершин (6) либо всеми вершинами, либо вершинами регионов, ребра которых отображены в таблице; 3 – показывает-скрывает строку фильтра; 4 – удаляет выделенные ребра; 5 – строка фильтра; 6 – список вершин для редактирования ребер; 7 – контекстное меню для обновления таблицы ребер; 8 – контекстное меню для заполнения списка вершин (6)

Альтернативным и более наглядным инструментом для редактирования водной сети является редактор графов (рис. 6). Он создан на основе векторного графического редактора путем наследования от него всех функциональных возможностей и добавления специфических функций, таких, как рисование вершин и ребер графа. Редактор

водной сети позволяет рисовать и удалять объекты, выделять и перемещать вершины, масштабировать и панорамировать изображение.

Для создания представленной ИС были выбраны следующие инструменты: среда разработки Microsoft Visual Studio .NET, объектно-ориентированный язык программирования C#, формат БД Access. Таким образом, разработанная программа выполняется на платформе .NET Framework под управлением ОС Windows. Выбор технологии .NET обусловлен множеством ее функциональных возможностей, инкапсулированных в высокоуровневую библиотеку классов, которая упрощает разработку пользовательского интерфейса, работу с графикой и базами данных.

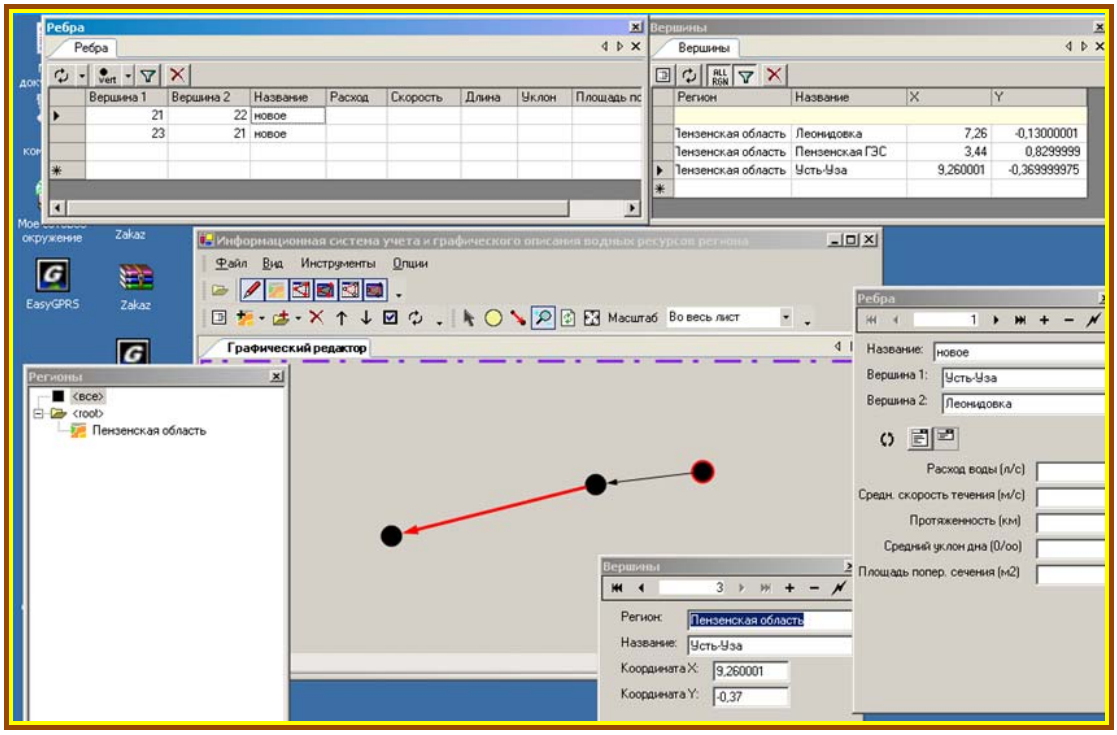


Рис. 6. Окно работы с информационной системой

Разработанная информационная система имеет удобный графический интерфейс для ввода, редактирования и обработки информации; хранение данных организовано в единой БД водных ресурсов. Применение ее позволит сократить время на обработку данных, повысить точность расчетов и наглядность выводимой информации.

Список литературы

1. Кузина, В.В. Разработка автоматизированной системы управления и контроля над состоянием водной среды региона / В.В. Кузина, А.Н. Кошев // Автоматизация и современные технологии. – 2013. – № 4. – С. 44–48.

2. Кузина, В.В. Математическое моделирование в задачах мониторинга состояния водной среды: монография / В.В. Кузина, А.Н. Кошев. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 144 с.

3. Кузина, В.В. Проектирование информационной системы учета и графического описания водных ресурсов / В.В. Кузина, А.В. Шмелев // Компьютерные и вычислительные технологии в задачах естествознания и образования: сб. материалов Междунар. науч.-техн. конф. – Пенза, ПГСХА, 2005. – С. 160–163.

4. Кошев, А.Н. Дискретная математика: учеб. пособ.: в 2-х ч. Ч.I. Элементы дискретной математики. Ч.II. Элементы теории графов / А.Н. Кошев, В.В. Кузина. – Пенза: ПГАСА, 2002. – 156 с.

References

1. Kuzina, V.V. Development of an automated control system and monitoring over a condition of aqueous medium of the region / V.V. Kuzina, A.N. Koshev //Automation and modern technologies. – 2013. – № 4. – P. 44–48.

2. Kuzina, V.V. Mathematical modeling in problems of monitoring of the condition of water environment: monograph / V.V. Kuzina, A.N. Koshev. – Penza: PGUAS, 2014. – 144 p.

3. Kuzina, V.V. Design of information system of accounting and graphical descriptions of water resources / V.V. Kuzina, A.V. Shmelev // Computer and computing technologies in science and education: collection of materials of International scientific-technical conference. – Penza, PGSKHA, 2005. – P. 160–163.

4. Koshev A.N., Kuzina V.V. Discrete mathematics: manual: in two parts. Part I. Elements of discrete mathematics. Part II. Graph theory elements / A.N. Koshev, V.V. Kuzina. – Penza: PGASA, 2002. – 156 p.

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ, УПРАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ (ПО ОТРАСЛЯМ)

SYSTEM ANALYSIS, MANAGEMENT AND INFORMATION PROCESSING (ON BRANCHES)

УДК 519.7

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77

Гарькина Ирина Александровна,
доктор технических наук, профессор
кафедры «Математика и математическое моделирование»
E-mail: fmatem@pguas.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77

Garkina Irina Aleksandrovna,
Doctor of Sciences, Professor
of the department «Mathematics and Mathematical Modeling»
E-mail: fmatem@pguas.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СИСТЕМ: ПРАКТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ

И.А. Гарькина

Рассматриваются методы оценки качества сложных систем различной природы и их формализация в приложении к проектированию композиционных материалов.

Ключевые слова: сложные системы, анализ и синтез, методы оценки качества, формализация

QUALITY EVALUATION SYSTEM: PRACTICAL METHODS AND FORMALIZATION

I.A. Garkina

Methods of evaluating the quality of complex systems of various nature and their formalization in the annex to the design of composite materials are given.

Keywords: complex systems, analysis and synthesis, methods of quality assessment, formalization

Качество системы как объективная характеристика системы есть совокупность ее свойств и их синергизм; оценивается по отношению к качествам других аналогичных однородных систем или *эталонной* системы. *Количественная оценка качества* составляет *предмет квалиметрии* (часть комплексной науки о качестве). *Контроль качества* производится по некоторой процедуре оценки соответствия системы требованиям (на основе наблюдений, измерений, испытаний и т.д.). Качество системы определяется ее свойствами (объективными особенностями). *Численное выражение* каждого из контролируемых параметров является результатом измерения и *количественного оценивания* (измеряемые величины могут быть как размерными, так и безразмерными).

Объективные сведения о свойствах системы получаются на этапе метрологического измерения свойств. Выбор же эталона качества, с данными которого сопоставляются сведения о свойствах исследуемой системы, является *субъективным*, равно как и *итоговая характеристика уровня качества* системы.

Качество определяется не только внутренней, но и внешней определенностью системы. Должны учитываться как отдельные свойства в их совокупности, так и признаки и характеристики внутренней определенности: уровень внутренней структурированности, устойчивости структуры и ее элементов и/или их приспособляемости к изменяющимся условиям функционирования и т.п. С метрологической (в частности, с квалиметрической) позиции достаточно учесть только внешние проявления качества (качествообразующие свойства). Такой подход к измерению качества хоть и неошибочен, но неполон и имеет большую погрешность. Полученный квалиметрический результат (численный показатель уровня качества исследованного объекта по отношению к качеству эталона) – это еще не окончательная оценка качества, а лишь основа оценки качества. Дополнительно требуется установить, в какой степени полученным уровнем качества определяется соответствие интересам или потребностям (*никакой выбранный эталон качества не может удовлетворить всех*).

Низший иерархический уровень показателей определяется единичными показателями простейших свойств, формирующих качество. Показателем качества высшего иерархического уровня является интегральный показатель. Показатель любого обобщения, кроме самого нижнего (исходного) уровня, предопределяется соответствующими показателями предшествующего иерархического уровня.

При комплексной оценке качества все *разноразмерные* показатели свойств должны быть преобразованы и приведены к одной размерности или выражены в безразмерных единицах измерения. В комплексном показателе качества каждый показатель отдельного свойства должен быть скорректирован коэффициентом его весомости (сумма численных значений коэффициентов весомостей всех показателей качества на любых иерархических ступенях оценки имеет одинаковое значение). *Недопустимо использование взаимообусловленных, дублирующих показателей одного и того же свойства.*

Естественно, указанными выше методологическими принципами не исчерпываются все концептуальные положения оценки качества. Однако они являются основополагающими. Превентивное или корректирующее воздействия на объект с целью изменения качества осуществляются по результатам оптимизации показателей свойств и качества в целом; прогнозирования качества; определения конкурентоспособности и др.

Таким образом, для оценки качества необходимо:

– указать перечень *тех* свойств, совокупность которых в достаточно полной мере *характеризует качество*;

– измерить свойства (численные значения);

– аналитически сопоставить полученные данные с подобными характеристиками другой системы, принимаемой за образец или эталон качества (*квалиметрическая оценка качества* системы не может быть получена без базовых значений показателей качества эталона!). Предполагается решение трех основных проблем: *гарантированность, подтверждаемость и управляемость* [1].

Определение и обеспечение *гарантированного качества* в рамках какой-либо теории возможны лишь приближенно, так как представления о формировании структуры и свойств системы всегда приближенные (всегда в описании системы что-то будет оставаться неучтенным; нельзя получить абсолютно точные результаты измерений и т.д.). Речь может идти лишь о том, чтобы значения показателей лежали в *обоснованных допустимых пределах*, чтобы полученный уровень гарантированности качества позволял оценить риск (количественно) от невыполнения заданных требований.

Проблема подтверждаемости связана с экспериментальной проверкой *модельных показателей качества*.

Проблема управляемости включает:

– формирование иерархической системы целей,

– многокритериальность,

– объективный анализ эффективности системы,

– выбор наиболее рационального варианта,

– определение глобального критерия качества, отражающего всю совокупность свойств рассматриваемой системы.

Все указанные проблемы в той или иной мере решаются с применением вероятностных методов (корреляционный анализ, экспертные оценки, ранговая корреляция и т.д.).

На практике наибольшее распространение получили экспертные оценки. Они связаны с наличием неопределенностей, сложностью и новизной проблемы, трудностями математической формализации. Несмотря на отсутствие единых правил подготовки и проведения экспертизы, выделяются ее основные этапы: формулировка цели экспертного анализа; формирование группы организаторов экспертизы; разработка процедур проведения экспертной оценки; подбор экспертов; получение экспертных оценок; обработка результатов опроса и анализ полученных данных; установление степени достижения цели экспертизы.

Среди методов экспертных оценок основными являются *индивидуальные* (интервью и аналитическая экспертиза) и *коллективные*. При аналитической экспертизе результаты анализа оформляются в виде экспертного заключения. В *методах коллективной экспертизы* возможны компенсация возможных ошибок эксперта и получение обобщенного коллективного мнения. По характеру взаимодействия между экспертами различаются *методы открытой дискуссии* и *опроса с помощью анкет*. Экспертиза всегда продолжается до получения близких оценок.

Особое место занимает *формирование экспертных комиссий*. Предполагается использование концепции и методов многовариантной коллективной экспертизы (список кандидатов в эксперты; выявление *существенно* различных точек зрения; классификация экспертов, а также групп неконфликтующих экспертов; оценка их условной компетенции и др.). Не исключается возможность использования специальных методик классификационного анализа (многомерная автоматическая классификация и автоматический выбор начальных условий, человеко-машинная процедура нахождения оптимального числа классов). При экспертных оценках используются различные *шкалы* (с разными возможностями формализации):

– *номинальная* (упорядочение по двухэлементной шкале: нуль, единица);

– *порядковая* (упорядочение по предпочтительности одного объекта перед другим при выбранном критерии оценки);

– *интервальная* (упорядочение по предпочтительности с выставлением баллов);

– *отношения* (используется для количественных факторов).

При оценке по порядковой или интервальной шкале в основном используются методы *ранговой корреляции*.

Эффективность использования методов экспертных оценок многократно подтверждалась при когнитивном моделировании сложных систем [2, 3]. Так, оценка качества материала осуществлялась по известным сведениям о его свойствах (единичных показателях), например в факторном пространстве ($x_1, x_2, \ldots x_p$) определялся некоторый комплексный (обобщённый) показатель Y, учитывающий влияние принятых единичных показателей y_i:

$$Y = f(y_1, y_2, \ldots, y_m).$$

Наиболее простым путем формирования функционала является аппроксимация функции отклика некоторой приближающей функцией; в частности, представление комплексного показателя в виде линейной или квадратичной функции единичных или частных критериев (показателей). Коэффициенты этой функции будут *весовыми коэффициентами* соответствующих *частных критериев* [4, 5]. В случае линейной функции

$$Y = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i y_i, \quad \sum_{i=1}^{m} \alpha_i = 1.$$

При использовании итерационной процедуры поиска коэффициентов α_i она продолжается до выполнения условия

$$\left|\alpha_i^{(h)} - \alpha_i^{(h-1)}\right| < \varepsilon, \quad i = \overline{1, m},$$

ε – заданная малая величина. Результатом описанной итерационной процедуры является получение матрицы весовых коэффициентов

$$A^h = \left[\alpha_1^{(h)}, \alpha_2^{(h)}, \ldots, \alpha_m^{(h)}\right]^T = \left[\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_m\right]^T.$$

В частности, были определены весовые коэффициенты для оценки качества эпоксидного композита. Результаты приводятся в таблице.

Свойства	Эксперты					$\alpha_i^{(1)}$
	1	2	3	4	5	
Плотность	0,2	0,3	0,1	0,3	0,1	0,2
Пористость	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3
Прочность	0,5	0,4	0,6	0,3	0,7	0,5

На первой итерации «степень доверия» ко всем экспертам принималась одинаковой ($k_j^{(0)} = 1$).

На второй итерации весовые коэффициенты определялись с учётом разнородности экспертов и их различной компетентности (коэффициенты $k_j^{(1)}$ отличаются друг от друга). Поэтому на второй итерации весовые коэффициенты определялись в виде:

$$\alpha_i^{(r)} = \frac{1}{r}\sum_{j=1}^{r} k_j^{(1)} \alpha_{ij}, \; i = \overline{1, m}.$$

Для вычисления коэффициентов $k_j^{(1)}$ вводилась мера

$$\delta_j^{(1)} = \sum_{j=1}^{m} \left|\alpha_i^{(1)} - \alpha_{ij}\right|, \quad j = \overline{1, r}.$$

Принималось:

$$\begin{cases} k_j^{(1)} = \dfrac{\alpha}{1 + \delta_j^{(1)}}, j = \overline{1, r}; \\ \sum\limits_{j=1}^{r} k_j^{(1)} = r. \end{cases}$$

При указанных условиях

$$k_j^{(1)} = \frac{r\prod\limits_{\omega=1}^{r}\left(1 + \delta_\omega^{(1)}\right)}{\left(1 + \delta_j^{(1)}\right)\sum\limits_{\mu=1}^{r}\left[\prod\limits_{\omega=1}^{r}\left(1 + \delta_\omega^{(1)}\right)\cdot\dfrac{1}{1 + \delta_\mu^{(1)}}\right]}, \quad i = \overline{1, r};$$

с учетом

$$\delta_j^{(1)} = \sum_{i=1}^{3} \left|\alpha_i^{(1)} - \alpha_{ij}\right|, \quad j = \overline{1, r}$$

получили $\delta_1^{(1)} = 0$; $\delta_2^{(1)} = 0{,}2$; $\delta_3^{(1)} = 0{,}2$; $\delta_4^{(1)} = 0{,}4$; $\delta_5^{(1)} = 0{,}4$.

По значениям

$$\prod_{\omega=1}^{\gamma}\left(1+\delta_{\omega}^{(1)}\right)=2,82\,, \qquad \sum_{\mu=1}^{r}\left(\prod_{\omega=1}^{\gamma}\left(1+\delta_{\omega}^{(1)}\right)\cdot\frac{1}{1+\delta_{\mu}^{(1)}}\right)=11,55$$

были определены коэффициенты

$$k_1^{(1)}=1,22\,;\; k_1^{(1)}=\frac{5\cdot 2,82}{1\cdot 11,55}=1,22\,;\; k_2^{(1)}=k_3^{(1)}=1,02\,;\;\; k_4^{(1)}=k_5^{(1)}=0,87\,.$$

Далее определялись весовые коэффициенты $\alpha_i^{(2)}=\frac{1}{r}\sum_{j=1}^{r}k_j^{(1)}\alpha_{ij}$:

$$\alpha_1^{(2)}=0,2;\ \alpha_2^{(2)}=0,3;\ \alpha_3^{(2)}=0,5.$$

Комплексный показатель является линейной функцией единичных (частных) показателей (критериев):

$$Y=0,2\,y_1+0,3\,y_2+0,5\,y_3.$$

Как видим, наиболее значимым показателем является прочность.

Предложенная методика дала возможность определить аналитическую зависимость обобщенного критерия качества по полиномиальным зависимостям частных критериев в факторном пространстве, полученным с использованием методом планирования эксперимента:

$$Y=Y\left(x_1,x_2,\ldots,x_p\right)=Y\left(y_1\left(x_1,x_2,\ldots,x_p\right),y_2\left(x_1,x_2,\ldots,x_p\right),\ldots,y_m\left(x_1,x_2,\ldots,x_p\right)\right).$$

Достоинством метода является возможность произвольного выбора начальных значений весовых коэффициентов.

Список литературы

1. Системный анализ в строительном материаловедении: монография / Ю.М. Баженов, И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев. – М.: МГСУ: Библиотека научных разработок и проектов, 2012. – 432 с.
2. Гарькина, И.А. Когнитивное моделирование при синтезе композиционных материалов как сложных систем / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев // Известия ВУЗов. Строительство. – 2009. – № 3/4. – С. 30–37.
3. Данилов, А.М. Гомеостатическая концепция моделирования систем в строительном материаловедении / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Д.С. Сорокин // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 4. – С. 24–30.
4. Budylina, E. Control of multiobjective complex systems / E. Budylina, A. Danilov, I. Garkina // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 9. – P. 441–445.
5. Гарькина, И.А. Управление структурой и свойствами композитов для защиты от радиации / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, В.А. Смирнов // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – №2.3(32). – С. 340–344.

References

1. System analysis in building materials science: monograph / Yu.M. Bazhenov, I.A. Garkina, A.M. Danilov, E.V. Korolev. – M.: Moscow State University of Civil Engineering: Library of scientific developments and projects, 2012. – 432 p.
2. Garkina, I.A. Cognitive modeling for composite materials synthesis as complex systems / I.A. Garkina, A.M. Danilov, E.V. Korolev // Proceedings of the universities. Construction. – 2009. – № 3/4. – P.30–37.
3. Danilov, A.M. Homeostatic concept of modeling systems in building materials / A.M. Danilov, I.A. Garkina, D.S. Sorokin // Regional architecture and engineering. – 2014. – № 4. – P. 24–30.
4. Budylina, E. Control of multiobjective complex systems / E. Budylina, A. Danilov, I. Garkina // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 9. – P. 441–445.
5. Garkina, I.A. Management of structure and properties of composites for protection against radiation / I.A. Garkina, A.M. Danilov, V.A. Smirnov // Control systems and Information technology. – 2008. – №2.3(32). – P. 340–344.

УДК 519.7

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77
Данилов Александр Максимович,
доктор технических наук, профессор,
советник РААСН, зав. кафедрой «Математика и математическое моделирование»
E-mail: fmatem@pguas.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77
Danilov Alexander Maksimovich,
Doctor of Sciences, Professor, Adviser of the Russian Academy of Architectural and Construction Sciences,
Head of the department «Mathematics and Mathematical Modeling»
E-mail: fmatem@pguas.ru

УПРАВЛЕНИЕ В ПРОСТРАНСТВЕ: ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

А.М. Данилов

Рассматриваются практические методы оценки параметров переходных процессов как в разомкнутой, так и в замкнутой системах. Производится учет запаздывания в объекте и собственно системе управления.

Ключевые слова: эргатическая система, переходные процессы, оценка параметров запаздывания, практические методы, реализация

CONTROL IN SPACE: ESTIMATION OF PARAMETERS OF TRANSIENT PROCESSES

A.M. Danilov

We consider practical methods for estimating parameters of transient processes in open and closed systems. Delays in the control system are taken into account.

Keywords: ergatic system, transients processes, parameters estimation of the delay, practical methods, implementation

В инженерной практике часто анализ переходных процессов с короткой продолжительностью и отчетливо выраженными началом и концом допустим как детерминированных. Однако требуется правильная интерпретация результатов. Теоретически переходный процесс можно анализировать, как и любой нестационарный, путем осреднения по ансамблю. Аналогичные методы используются при определении нестационарных корреляционных функций, оценок плотности распределения, переменных во времени среднего значения и среднего значения квадрата. Практически изучение спектральной структуры переходных процессов во многих случаях возможно и более простыми методами.

Действительно, рассмотрим реализацию $x_k(t)$ переходного процесса $\{x(t)\}$, принимающую значения, отличные от нуля, только в интервале $0 \le t \le T_1$. Пусть $\{x(t)\}$ поступает на вход системы с весовой функцией $\omega(\tau)$. Тогда

$$\{x(t)\} = 0 \text{ при } 0 > t > T_1,$$

$$h(t) > 0 \text{ при } \tau > T_1.$$

Спектром Фурье $X_k(f)=\int\limits_{-\infty}^{+\infty} x_k(t)e^{-j2\pi ft}dt=\int\limits_{0}^{T_1} x_k(t)e^{-j2\pi ft}dt$ (преобразование Фурье функции $x_k(t)$) описываются спектральные свойства функции $x_k(t)$. В тригонометрической форме $X_k(f)=X_k(f)e^{-j\theta_k(f)}$, $|X_k(f)|$ – модуль, $\theta_k(f)$ – аргумент $X_k(f)$.

Для энергетической спектральной плотности переходного процесса $\{x(t)\}$ справедливо:

$$Y_k(f)=\begin{Bmatrix} 2M\left[X_k(f)^2\right], f\ge 0 \\ 0, f<0 \end{Bmatrix};$$

а переходная взаимная спектральная плотность процессов $\{x(t)\}$, $\{y(t)\}$ имеет вид:

$$Y_{xy}(f)=2M\left[X_k^*(f)Y_k(f)\right].$$

Если

$$G_x(f)=\begin{cases} 2S_x(f),\ 0\le f\le\infty \\ 0, f<0 \end{cases};\ G_{xy}(f)=\begin{cases} 2S_{xy}(f),\ 0\le f\le\infty \\ 0, f<0 \end{cases}$$

есть односторонние спектральные плотности, то при известной реализации $x(t)$ длительностью $T\ge T_1$ имеет место

$$Y_x(f)=TG_x(f),\ Y_{xy}(f)=TG_{xy}(f).$$

Откуда с учетом

$$G_{xy}=W(f)G_x(f)$$

оценку частотной характеристики можно определить в виде

$$\hat{W}(jf)=\frac{Y_{xy}(f)}{Y_x(f)}.$$

Заметим, наиболее эффективное подавление случайных ошибок при оценке частотных характеристик достигается при осреднении по ансамблю оценок, вычисленных для независимых реализаций входных и выходных переходных процессов. Известно, оценка частотной характеристики $\hat{W}(jf)$ не зависит от длины реализации *T*. Поэтому увеличение *T* не приведет к повышению точности оценки $\hat{W}(jf)$. Скорее наоборот, при увеличении *T* случайные ошибки могут возрасти, поскольку при этом увеличится вклад внешних помех при расчете функций $\hat{Y}_x(f)$ и $\hat{Y}_{xy}(f)$.

Таким образом, очевидна *последовательная процедура оценки частотной характеристики одномерной разомкнутой системы*:

$$X_k(f), Y_k(f), |X_k(f)|, X_k^*(f), |X_k(f)|^2, \sum_k |X_k(f)|^2, \sum_k X_k^*(f)Y_k(f);$$

$$\hat{W}(jf)=\frac{\sum\limits_k X_k^*(f)Y_k(f)}{\sum\limits_k |X_k(f)|^2}.$$

Для системы *с одним выходом и со многими коррелированными входами* частотные характеристики $W_\alpha(jf)$ могут быть определены из решения системы линейных уравнений:

$$Y_{xy}(f)=\sum_{\alpha=1}^{n} W_\alpha(f)Y_{x_ix_j}(f), \alpha=\overline{1,n};$$

$\{x_i(t)\}$ – входные процессы, $\{y(t)\}$ – выходной процесс; $X_k(f), Y_k(f)$ целесообразно определять методом быстрого преобразования Фурье.

Далее. Детерминированная функция $A(t) = M\left[X(t)\right] = M\left[\{x(t)\}\right]$ определяет среднюю реакцию системы на некоторый средний входной сигнал (детерминированную функцию). Для уяснения физического смысла происходящих в системе процессов обычно производится сглаживание реализаций $\{x(t)\}$.

Простейшим методом является осреднение ординат кривой $x_k(t)$ на некотором интервале около фиксированного t (скользящая средняя). Оценка математического ожидания случайного процесса $X(t) = \{x(t)\}$ по одной реализации $x_k(t)$ определится в виде:

$$m_k^*(t) = \frac{1}{2T_0}\int_{t-T_0}^{t+T_0} x_k(s)ds;$$

используя формулу прямоугольников, получим:

$$m_k^*(t) = \frac{1}{2m+1}\sum_{\gamma-k-m}^{m} x_k\left(t+\gamma\frac{T_0}{m}\right).$$

Предполагается, что в интервале длиной $2T_0$ с центром в точке t математическое ожидание $m_x^*(t)$ является приблизительно линейным (более строго требуется также малость среднего значения корреляционной функции $R_{xk}(t,t')$ в квадрате с центром в точке (t,t') и стороной $2T_0$). При дополнительном усреднении по ансамблю N реализаций получим:

$$\hat{A}(t) = \frac{1}{N(2m+1)}\sum_{k=1}^{N}\sum_{\gamma=-m}^{m} x_k\left(t+\gamma\frac{T_0}{m}\right).$$

На практике нередко используется глазомерное сглаживание, несмотря на его субъективность (предыдущий метод лишен этого недостатка).

Изложенный прием сглаживания использовался для *определения корреляционной функции* (некоторое математическое ожидание). По экспериментальной кривой $x(t)$ случайного процесса $X(t)$ строились графики функции

$$y_\tau(t) = \left[x(t+\tau) - m_x^*(t+\tau)\right]\left[x(t) - m_x^*(t)\right]$$

для различных значений τ. После сглаживания получалась *оценка значений корреляционной функции* $R_x(t+\tau,t)$.

Для разомкнутой линейной системы ($x(t)$, $y(t)$ – соответственно вход и выход; $A(t) = M\left[x(t)\right], B(t) = \left[y(t)\right]$) в результате прямого преобразования Фурье получим комплексные частотные спектры детерминированных функций

$$A(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} A(t)e^{-j\omega t}dt,\ B(j\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} B(t)e^{-j\omega t}dt;$$

$W(j\omega) = \dfrac{B(j\omega)}{A(j\omega)}$ характеризует в среднем частотную *передаточную функцию системы для неустановившегося режима*; $A(j\omega)$, $B(j\omega)$ могут быть получены методом БПФ. В частном случае, когда $A(t)$ есть дельта-функция, $B(t)$ будет представлять собой *импульсную переходную функцию*

$$\omega(t) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{+\infty} W(j\omega)e^{-j\omega t}d\omega.$$

Во многих случаях изложенные способы оказались основными при анализе и синтезе эргатических систем; входным сигналом здесь является управляющее воздействие (некоторая функция ошибки), выходом – регулируемая величина.

Далее остановимся на оценке влияния запаздывания в канале управления на формирование выходных координат. А именно сравним управление двумя объектами (при наличии запаздывания и без него) с уравнениями движения соответственно вида:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t),\ u(t) = Px(t); \tag{1}$$

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t),\ u(t) = Px(t-\tau). \tag{2}$$

Предполагая τ достаточно малым и пренебрегая для упрощения вычислений величинами порядка τ^2, запишем решения задач в виде:

$$x(t) = x(t-\tau) + \tau A_1 x(t),\ x(t-\tau) \equiv x_0 \text{ при } t-\tau \le 0, \tag{3}$$

$$y(t) = y(t-\tau) + \tau\left(Ay(t) + B_1 y(t-\tau)\right),\quad y(t-\tau) \equiv x_0 \text{ при } t-\tau \le 0. \tag{4}$$

Так как при малом τ существуют операторы $\left(E-\tau A_1\right)^{-1}$ и $\left(E-\tau A\right)^{-1}$, то (3) и (4) можно переписать в виде:

$$x(t) = \left(E-\tau A_1\right)^{-1} x(t-\tau),\ x(t-\tau) \equiv x_0 \text{ при } t-\tau \le t_0,$$

$$y(t) = \left(E-\tau A\right)^{-1}\left(E+\tau B_1\right) y(t-\tau),\quad y(t-\tau) \equiv x_0 \text{ при } t-\tau \le t_0.$$

Для $t_k = t_0 + k\tau$, введем $x_k \overset{\Delta}{=} x(t_k),\ y_k \overset{\Delta}{=} y(t_k)$, получим

$$x_k = \left(E-\tau A_1\right)^{-k} x_0,\quad k \ge 1.$$

Заметим также, что

$$x_1 = x_0 + \tau A_1 x_0,\quad \tau A_1 x_0 = x_1 - x_0,$$

$$y_1 = y_0 + \tau\left(Ay_0 + B_1 y(t_0-\tau)\right) = x_0 + \tau A_1 x_0 = x_1.$$

Таким образом, $x_0 = y_0,\quad x_1 = y_1$.

С точностью до τ^2 аппроксимация резольвент и операторов, стоящих в правых частях для x_k и y_k, дает:

$$x_k = \left(E-\tau A\right)^{-k} x_0 = x_0 + k\tau A_1 x_0 + \frac{k(k+1)}{2}\tau A_1 \tau A_1 x_0 =$$

$$= x_0 + k\left(x_1 - x_0\right) + \frac{k(k+1)}{2}\tau A_1\left(x_1 - x_0\right),$$

$$y_k = \left[\left(E-\tau A\right)^{-1}\left(E+\tau B_1\right)\right]^k x_0 = \left[E + \tau A_1 + \tau A\cdot\tau A_1\right]^k x_0 = \left[E + \left(E+\tau A\right)\tau A_1\right]^k x_0 =$$

$$= x_0 + k\left(E+\tau A\right)\left(x_1 - x_0\right) + \frac{k(k+1)}{2}\left(E+\tau A\right)^2 \tau^2 A_1^2 x_0.$$

Или $y_k = x_0 + k\left(x_1 - x_0\right) + \dfrac{k(k+1)}{2}\tau\left(A+BP\right)\left(x_1 - x_0\right) + \tau kBP\left(x_1 - x_0\right)$.

Таким образом,

$$x_k - y_k = \tau kBP\left(x_1 - x_0\right) \text{ при } k \ge 2.$$

Или окончательно

$$x_k - y_k = \tau^2 kBP\left(A+BP\right)x_0 \text{ при } k \ge 2. \tag{5}$$

Можно воспользоваться и методом Эйлера. Примем шаг интегрирования равным τ. Будем иметь:

$$x_1 = x_0 + \tau\left(A+B\right)x_0, \quad y_1 = x_0 + \tau\left(A+B_1\right)x_0,$$
$$x_2 = x_1 + \tau\left(A+B_1\right)x_1, \quad y_2 = x_1 + \tau\left(Ax_1 + B_1x_0\right),$$
$$x_3 = x_2 + \tau\left(A+B_1\right)x_2, \quad y_3 = y_2 + \tau\left(Ay_2 + B_1x_1\right),$$
$$x_1 = y_1, \; x_2 - y_2 = \tau B_1\left(x_1 - x_0\right).$$

Так как

$$\tau A\left(x_2 - y_2\right) = \tau^2 AB_1\left(x_1 - x_0\right), \quad \tau B_1\left(x_2 - x_1\right) = \tau B_1\left(x_1 - x_0 + \tau A_1\left(x_1 - x_0\right)\right),$$
$$x_3 - y_3 = \left(x_2 - y_2\right) + \tau A\left(x_2 - y_2\right) + \tau B_1\left(x_2 - x_1\right),$$

то $x_3 - y_3 = 2\tau B_1\left(x_1 - x_0\right) + 0\left(\tau^2\right)$.

Аналогично

$$x_k - y_k = \tau\left(k-1\right)B_1\left(x_1 - x_0\right) = \tau^2 BP\left(k-1\right)\left(A+BP\right)x_0. \tag{6}$$

Как видим, есть незначительная разница в оценках (5) и (6) (вместо k в (6) стоит $\left(k-1\right)$). Это связано с характером аппроксимации решения.

Для получения более точных оценок, учитывающих величины порядка τ^2, аппроксимируем решения на каждом шаге в виде:

$$x\left(t\right) = x\left(t-\tau\right) + \tau A_1 x\left(t\right) + \frac{\tau^2}{2}A_1^2 x\left(t\right) + 0\left(\tau^3\right) .$$

Тогда

$$y\left(t\right) = y\left(t-\tau\right) + \tau\left(Ay\left(t\right) + B_1 y\left(t-\tau\right)\right) +$$
$$+\frac{\tau^2}{2}\left(A\left(Ay\left(t\right) + B_1 y\left(t-\tau\right)\right) + B_1\left(Ay\left(t-\tau\right) + B_1 y\left(t-2\tau\right) + 0\left(\tau^3\right)\right)\right).$$

Здесь усложняются вычисления, а результат, по существу, не меняется.

Если в методе Эйлера принять шаг интегрирования $\delta = \tau m$, то

$$x_1 = \delta\left(A+B_1\right)x_0 + x_0, \quad \delta A_1 x_0 = x_1 - x_0, \quad y_1 = \delta\left(A+B_1\right)x_0 + x_0, (x_1 = y_1).$$

Учитывая, что для $k \le m$ справедливо $y\left(t_k - \tau\right) \equiv x_0$, то

$$x_k = x_{k-1} + \delta\left(A+B_1\right)x_{k-1}, \; y_k = y_{k-1} + \delta A y_{k-1} + \delta B_1 x_0.$$

Поэтому для $k \le m$ справедливо:

$$x_2 - y_2 = \delta B_1\left(x_1 - x_0\right),$$
$$x_3 - y_3 = x_2 - y_2 + \delta A\left(x_2 - y_2\right) + \delta B_1\left(x_2 - x_0\right) =$$
$$= \delta B_1\left(x_1 - x_0\right) + \delta B_1\left(x_2 - x_0\right) + 0\left(\delta^2\right) = \delta B_1\left(x_1 + x_2 - 2x_0\right) + 0\left(\delta^2\right), \tag{7}$$
$$x_4 - y_4 = x_3 - y_3 + \delta B_1\left(x_3 - x_0\right) = \delta B_1\left(x_1 + x_2 + x_3 - 2x_0\right) + 0\left(\delta^2\right),$$
$$x_k - y_k = \delta B_1\left(x_1 + x_2 + \ldots + x_{k-1} - \left(k-1\right)x_0\right) + 0\left(\delta^2\right), \quad k \le m.$$

Так как $x_j = \left(E + \delta A_1\right)^j x_0, \; j \ge 1,$ то с точностью до $0\left(\delta^2\right)$ имеем

$$x_j = \left(E + j\delta A_1\right)x_0 \approx x_0 + j\left(x_1 - x_0\right), \; \left(x_1 - x_0 = \delta A_1 x_0\right).$$

Так что

$$\sum_{j=1}^{k=1} x_j = \left(k-1\right)x_0 + \frac{k\left(k-1\right)}{2}\left(x_1 - x_0\right). \tag{8}$$

Подставляя $\sum x_j$ из (8) в (7), получим $x_k - y_k = \delta B_1 \frac{k(k-1)}{2}(x_1 - x_0),\ k \le m.$

Откуда $x_k - y_k = \frac{k(k-1)}{2}\delta^2 BP(A+BP)x_0,\quad k \le m.$

Отметим, что можно получить оценки и для $k > m$. Однако выявить общую закономерность довольно сложно. Так, при $k = m+1$

$$y(t_k - \tau) = y_1 = x_1,$$

откуда

$$x_{m+1} - y_{m+1} = x_m - y_m + \delta A(x_m - y_m) + \delta B_1(x_m - x_1) =$$

$$= \frac{m(m-1)}{2}\delta B_1(x_1 - x_0) + 0(\delta^2) + \delta B_1(x_0 + m(x_1 - x_0) - x_1) =$$

$$= \left(\frac{m(m-1)}{2} + (m-1)\right)\delta B_1(x_1 - x_0) \approx \frac{m(m+1)}{2}\delta BP(x_1 - x_0).$$

Для $1 < j \le m-1$ получим

$$x_{m+j+1} - y_{m+j+1} = x_{m+j} - y_{m+j} + \delta A(x_{m+j} - y_{m+j}) + \delta B_1(x_{m+j} - y_j) =$$

$$= \delta\left(\frac{m(m-1)}{2} + jm\right)BP(x_1 - x_0).$$

Результаты прошли апробацию при разработке ряда обучающих комплексов для подготовки операторов мобильных систем (настройка объекта эргатической системы [1…5]; учет характеристик рецепторов; процессов формирования идеомоторных реакций оператора; люфта в системе управления).

Список литературы

1. Аналитическое определение имитационных характеристик тренажных и обучающих комплексов / Е.А. Будылина, И.А. Гарькина, А.М. Данилов, С.А. Пылайкин // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6. – С. 698.
2. Гарькина, И.А. Тренажеры и имитаторы транспортных систем: выбор параметров вычислений, оценка качества / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, С.А. Пылайкин // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 3 (42). – С. 115–120.
3. Данилов, А.М. Математическое моделирование управляющих воздействий оператора в эргатической системе / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, Э.Р. Домке // Вестник МАДИ. – 2011. – №2. – С.18–23.
4. Методологические принципы организации многопотоковой обработки данных с распараллеливанием вычислительных процессов / А.М. Данилов, Э.В. Лапшин, Г.Г. Беликов, В.Б. Лебедев // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2011. – № 4. – С. 26–34.
5. Budylina, E.A. Approximation of aerodynamic coefficients in the flight dynamics simulator / E.A. Budylina, A.M. Danilov // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 10. – P. 415–420. – URL: http://dx.doi.org/10.12988/ces.2015.5256.

References

1. Analytical determination of the characteristics of simulation and training systems trenazhnyh / E.A. Budylina, I.A. Garkina, A.M. Danilov, S.A. Pylaykin // Basic research. – 2014. – № 6. – P. 698.
2. Garkina, I.A. Trainers and simulators transport systems: the choice of parameters calculations, quality assessment / I.A. Garkina, A.M. Danilov, S.A. Pylaykin // World Transport and technological machines. – 2013. – № 3 (42). – P. 115–120.

3. Danilov, A.M. Mathematical modeling of operator control actions in the human-machine system / A.M. Danilov, I.A. Garkina, E.R. Domke // Herald MADI. – 2011. – №2. – P.18–23.

4. Methodological principles of multi-threaded data processing parallelization of computing processes / A.M., Danilov E.V. Lapshin, G.G. Belikov, V.B. Lebedev // Proceedings of the higher educational institutions. Volga region. Technical sciences. – 2011. – № 4. – P. 26–34.

5. Budylina, E.A. Approximation of aerodynamic coefficients in the flight dynamics simulator / E.A. Budylina, A.M. Danilov // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8, № 10. – P. 415–420. – URL: http://dx.doi.org/10.12988/ces.2015.5256.

УДК 519.7

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Россия, 440028, г. Пенза,
ул. Германа Титова, д.28,
тел.: (8412) 48-27-37; факс: (8421) 48-74-77
Данилов Александр Максимович,
доктор технических наук, профессор,
советник РААСН, зав. кафедрой «Математика и математическое моделирование»
E-mail: fmatem@pguas.ru

Penza State University of Architecture and Construction
Russia, 440028, Penza, 28, German Titov St.,
tel.: (8412) 48-27-37; fax: (8412) 48-74-77
Danilov Alexander Maksimovich,
Doctor of Sciences, Professor, Adviser of the Russian Academy of Architectural and Construction Sciences,
Head of the department «Mathematics and Mathematical Modeling»
E-mail: fmatem@pguas.ru

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НА ПОДВИЖНОМ ОСНОВАНИИ

А.М. Данилов

Рассматривается управление объектами на подвижном основании. Дается метод идентификации управляющих воздействий оператора эргатической системы, адаптированный к идентификации имитационных характеристик тренажных комплексов для подготовки операторов. Приводится алгоритм синтеза для случая целевой функции специального вида, сформированной по отобранным значениям резонансных частот и соответствующим им амплитудам.

Ключевые слова: системы управления, точность, объекты на подвижном основании, проектирование, управляющие воздействия оператора, целевая функция, планирование эксперимента, конструктивные подсистемы, виброзащита

RESULTS OF DESIGN OF CONTROL SYSTEMS FOR THE OBJECTS ON THE MOBILE BASIS

A.M. Danilov

We consider the design of control systems for objects on the mobile basis. The identification method of control actions of operator of ergatic sistem (adapted to identify the characteristics of simulation systems for training operators) are given. We present the synthesis algorithm for the case of the objective function of a special form, based on selected values of resonant frequency and corresponding amplitudes.

Keywords: control systems, precision of control, objects on a movable base, designing, the control actions of operator, the objective function, design of experiments, structural subsystems, vibration protection

Прежде всего рассмотрим актуальные задачи, связанные с дискретизацией непрерывных сигналов с возможностью восстановления непрерывной функции $F(t)$ по ее спектру. Если $F(t)$ имеет ограниченный спектр, то вместо мгновенных значений можно использовать коэффициенты разложения в ряд Фурье (например, при составлении вибрационных карт сложных конструкций). Здесь реакции подсистем обычно представляются экспоненциально-косинусными выражениями. Так, при определении параметров управляемого объекта можно использовать метод пробных воздействий (например, реакцию $F(t)$ объекта на отклонение органа управления).

В этом случае задача во многом сводится к применению теоремы В.А. Котельникова для простейшего случая квантования сигнала

$$f(t) = Ae^{-\beta t} \text{ или } f(t) = Ae^{\beta t},$$

A – амплитуда, $\beta = \frac{1}{\tau}$ (τ – постоянная времени). Частота квантования определяется исходя из условия, что спектр частот рассматриваемого сигнала ограничивается частотой f_c (выбирается из условия, что энергия суммы отброшенных гармоник не превышает энергии ошибки). Предполагается, что ошибка восстановления сигнала по его квантованным значениям не превышает $k\Delta p$ (Δp – шаг квантования по уровню, k – некоторый коэффициент). Тогда полная энергия $p_э$ сигнала $F(t)$ определяется в виде суммы двух слагаемых

$$p_э = p_c + p_0, \tag{1}$$

p_c и p_0 – соответственно энергия сигнала, ограниченного частотой f_c, и энергия отброшенных гармоник (равна энергии ошибки воспроизведения). Спектральная плотность для указанных видов экспонент:

$$S(\omega) = \frac{A}{\beta + j\omega}; \; S(\omega) = \frac{A}{j\omega - \beta}$$

или

$$S(\omega) = \frac{A}{\sqrt{\beta^2 + \omega^2}} e^{j\,\mathrm{arctg}\frac{\omega}{\beta}}.$$

Если сигнал содержит все гармоники от 0 до ∞, то:

$$p_0 = \int_0^\infty \left[f(t)\right]^2 dt = \frac{1}{2\pi}\int_0^\infty S(\omega) S^*(\omega) d\omega,$$

$S^*(\omega)$ – сопряженная с $S(\omega) = \frac{A}{\beta + j\omega}$. Отсюда следует:

$$p_э = \frac{1}{2\pi}\int_0^\infty \left[\frac{A}{\sqrt{\beta^2+\omega^2}} e^{-j\,\mathrm{arctg}\frac{\omega}{\beta}} \frac{A}{\sqrt{\beta^2+\omega^2}} e^{j\,\mathrm{arctg}\frac{\omega}{\beta}}\right] d\omega = \frac{1}{2\pi}\int_0^\infty \frac{A^2}{\beta^2+\omega^2} d\omega = \frac{A^2}{4\beta}.$$

Аналогично энергия сигнала p_c, ограниченного частотой f_c, будет иметь вид:

$$p_c = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\omega_c} \frac{A^2}{\beta^2+\omega^2} d\omega.$$

Среднее значение $p_э$ определится в виде:

$$p_э = \frac{1}{n\Delta p}\int_0^{n\Delta p} x^2 dx = \frac{n^2\Delta p^2}{3}$$

(по условиям измерения любое значение сигнала в пределах от 0 до $n\Delta p$, n – максимальное число шагов шкалы уровней, равновероятно). Тогда среднее значение энергии ошибки воспроизведения (предполагается, что любое значение энергии ошибки в пределах заданной величины $k\Delta p$ равновероятно) имеет вид:

$$p_0 = \frac{1}{k\Delta p}\int_0^{k\Delta p} x^2 dx = \frac{k^2\Delta p^2}{3}.$$

В силу предыдущего:

$$p_0 = \frac{k^2}{n^2} p_э = \delta^2 p_э = \frac{\delta^2 A^2}{4\beta},$$

$\delta = \dfrac{k}{n}$ – относительная ошибка.

Подставляя значения $p_э, p_c, p_0$ в (1), получим:

$$\frac{A^2}{4\beta} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\omega_c} \frac{A^2}{\beta^2+\omega^2}d\omega + \delta^2\frac{A^2}{4\beta},$$

$$\left(1-\delta^2\right)\frac{A^2}{4\beta} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\omega_c} \frac{A^2}{\beta^2+\omega^2}d\omega,$$

$$\left(1-\delta^2\right)\frac{A^2}{4\beta} = \frac{A^2}{2\pi}\frac{1}{\beta}\operatorname{arctg}\frac{\omega_c}{\beta}.$$

Из последнего выражения следует

$$\operatorname{arctg}\frac{\omega_c}{\beta} = \frac{\pi}{2}\left(1-\delta^2\right);\ \frac{\omega_c}{\beta} = \operatorname{tg}\frac{\pi}{2}\left(1-\delta^2\right).$$

С учетом $\beta = \dfrac{1}{\tau}$ и $\omega_c = 2\pi f_c$, имеем:

$$f_c = \frac{1}{\tau 2\pi} tg\frac{\pi}{2}\left(1-\delta^2\right).$$

Искомая частота квантования по теореме В.А. Котельникова определится в виде:

$$f = 2f_c = \frac{1}{\tau\pi} tg\frac{\pi}{2}\left(1-\delta^2\right)$$

(частота квантования экспоненциального сигнала зависит от заданной ошибки воспроизведения). В предположении восстанавливаемости сигнала внутри интервалов квантования Δt ошибка квантования порождается только за счет ограничения спектра частот этого сигнала (при соблюдении условий теоремы).

Отметим, квантование по времени фактически сводится к аппроксимации функции $\varphi(t)$ в заданном классе Φ. В частности, можно построить полином $\varphi(t)$ степени n, принимающий в точках $t_0, t_1, \ldots, t_n$ те же значения, что и функция $f(t)$:

$$\varphi(t_0) = f(t_0),\ \varphi(t_1) = f(t_1), \ldots,\ \varphi(t_n) = f(t_n);$$

задача сводится к определению коэффициентов a_i ($i = \overline{0,n}$) полинома

$$\varphi(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \ldots + a_n t^n$$

из уравнений:

$$a_0 + a_1 t_0 + a_2 t_0^2 + \ldots + a_n t_0^n = f(t_0),$$
$$a_0 + a_1 t_1 + a_2 t_1^2 + \ldots + a_n t_1^n = f(t_1),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$a_0 + a_1 t_n + a_2 t_n^2 + \ldots + a_n t_n^n = f(t_n).$$

Указанные методики широко использовались при определении параметров управляющих воздействий оператора (непрерывные функции, поток импульсов, выбросы и т.д.) для оценки имитационных характеристик тренажных и обучающих комплексов [1…4].

В качестве иллюстрации рассмотрим маломощную электромеханическую систему управления объектом на подвижном основании с уравнениями движения:

$$\begin{aligned} A\ddot{x} &= B\dot{x} + Cx + Vu + f^1 \\ \ddot{u} &= F\dot{x} + Mx + Wu + f^2; \end{aligned} \qquad (2)$$

где

$$x = \left(x_1, x_2, \ldots, x_n\right)^{\mathrm{T}},\ u = \left(u_1, u_2, \cdots, u_k\right)^{\mathrm{T}};$$

$A(c)$, $B(c)$, $C(c)$, $V(c)$, $F(c)$, $M(c)$, $W(c)$ есть $n\times n$-, $n\times n$-, $n\times n$-, $n\times R$-, $R\times n$-, $R\times n$-, $R\times R$- матрицы соответственно;

$$f^1=\left(f_1^1(x,u,c),\ldots,f_n^1(x,u,c)\right)^{\mathrm{T}},\ f^2=\left(f_1^2(x,u,c),\ldots,f_n^2(x,u,c)\right)^{\mathrm{T}}.$$

Система (2) легко приводится к виду

$$\ddot{z}=\tilde{A}\dot{z}+f,$$

$z=\left(z_1,z_2,\ldots,z_{2n+R}\right)^{\mathrm{T}}$; $z_i=\dot{x}_i, i=\overline{1,n}$; $z_i=x_i, i=\overline{n+1,2n}$; $z_i=u_i, i=\overline{2n+1,\ldots,2n+R}$.

Матрица $\tilde{A}$ и столбец f имеют блочную структуру:

$$\tilde{A}=\begin{bmatrix} A^{-1}B & A^{-1}C & A^{-1}V \\ E & 0 & 0 \\ F & M & W \end{bmatrix},\ f=\begin{bmatrix} A^{-1}f^1 \\ 0 \\ f^2 \end{bmatrix};$$

E – единичная матрица.

В случае *высоких требований к вибрации конструктивных элементов при работе электропривода* целевая функция принималась в виде:

$$Q=\sum_{i=1}^{n} A_i\omega_i,$$

A_i и ω_i – максимальные амплитуды и соответствующие им частоты в разложении в ряд Фурье ошибки системы:

$$A_{k-1}<A_k>A_{k+1},\quad A_k=\sqrt{a_k^2+b_k^2};\quad \omega_k=\frac{2\pi}{T}k;$$

a_k, b_k – коэффициенты Фурье.

Использовался приводимый ниже алгоритм синтеза:

– выбор структурной схемы системы управления при заданной конструктивной схеме (подсистемы, упругодемпфирующие связи) объекта;

– разработка математической модели (уравнения движения);

– определение области изменения параметров c по предварительным конструктивным и динамическим проработкам;

– определение (по результатам линейного синтеза) исходной точки в пространстве параметров.

Оптимизация параметров осуществлялась методом Бокса – Уилсона:

$$Q_{\text{опт}}=\inf Q(c),\ c\in U;\ c=c_{\text{опт}}\in U,\ Q(c_{\text{опт}})=Q_{\text{опт}},$$

$$U=\left\{c_s : c_{s\min}\le c_s\le c_{s\max}, s=\overline{1,r}\right\}.$$

Если требуемая точность САУ не достигалась, производилось уточнение структурной схемы САУ при прежней конструктивной схеме. Если требуемая точность и тогда не достигалась, то производилась *коррекция конструктивной схемы с использованием вибрационной карты конструкции*.

Итерационная процедура продолжалась до достижения требуемой точности.

Значения Q определялись в результате *интегрирования уравнений движения* с параллельным *разложением в ряд Фурье ошибки* САУ в интервале $[0,T]$; промежуток времени T, как и весь диапазон рассматриваемых частот, определялся из конструктивных соображений (для изучаемых систем $T\le 20$ с, $\omega_{\max}\le 50c^{-1}$).

Предварительно в пространстве параметров решалась задача: $\min\max\limits_s \alpha'_s$, α'_s – реальные части корней $\lambda'_s=\alpha'_s+j\omega'_s$ характеристического уравнения. Точка в пространстве параметров, полученная в результате решения задачи, принималась в качестве исходной. Далее методом Бокса – Уилсона [5] производилась *оптимизация*

параметров линейной системы по критерию $Q' = \sum_{\nu=1}^{m''} A'_\nu \omega'_\nu$; ω'_ν, A'_ν – *отобранные резонансные частоты* колебаний системы и соответствующие им *амплитуды*. Отбор требует большой осторожности при близких парциальных частотах (сложность сопоставления конструктивных подсистем с имеющимися на виброкарте частотами) и в связи с наличием нелинейностей конструктивных элементов [6…8].

Точка, оптимальная в смысле минимума Q', принималась за исходную точку при нелинейном синтезе.

Эффективность предложенного подхода неоднократно подтверждалась при синтезе ряда систем управления объектами на подвижном основании.

Список литературы

1. Данилов, А.М. Теория вероятностей и математическая статистика с инженерными приложениями / А.М. Данилов, И.А. Гарькина. – Пенза: ПГУАС, 2010. – 228 с.
2. Гарькина, И.А. Математическое моделирование управляющих воздействий оператора в эргатической системе / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Э.Р. Домке // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2011. – № 2. – С. 18–23.
3. Гарькина, И.А. Тренажеры и имитаторы транспортных систем: выбор параметров вычислений, оценка качества / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, С.А. Пылайкин // Мир транспорта и технологических машин. – 2013. – № 3 (42). – С. 115–120.
4. Аналитическое определение имитационных характеристик тренажных и обучающих комплексов / Е.А. Будылина, И.А. Гарькина, А.М. Данилов, С.А. Пылайкин // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 6–4. – С. 698–702.
5. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных: монография / И.А. Гарькина [и др.]; под ред. проф. А.М. Данилова. – М.: Палеотип, 2005. – 272 с.
6. Данилов, А.М. Корреляционные и спектральные методы при мониторинге сложных конструкций / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, И.Н. Гарькин // Региональная архитектура и строительство. – 2014. – № 1(18). – С.104–111.
7. Данилов, А.М. Защита от удара и сопровождающей вибрации: экспоненциально-тригонометрическая аппроксимация функций / А.М. Данилов, И.А. Гарькина, И.Н. Гарькин // Региональная архитектура и строительства. – 2012. – №3 (14). – С.85–89.
8. Будылина, Е.А. Приближенные методы декомпозиции при настройке имитаторов динамических систем / Е.А. Будылина, И.А. Гарькина, А.М. Данилов // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 150–156.

References

1. Danilov, A.M. Probability Theory and Mathematical Statistics with engineering applications / A.M. Danilov, I.A. Garkina. – Penza: PGUAS, 2010. – 228 p.
2. Garkina, I.A. Mathematical modeling of operator control actions in ergatic system / I.A. Garkina, A.M. Danilov, E.R. Domke // Bulletin of Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI). – 2011. – № 2. – P. 18–23.
3. Garkina, I.A. Simulators of transport systems: the choice of the calculation parameters, quality assessment / I.A. Garkina, A.M. Danilov, S.A. Pylaykin // World of transport and technological machines. – 2013. – №3 (42). – P.115–120.
4. Analytical determination of characteristics of simulation and training systems / E.A. Budylina, I.A. Garkina, A.M. Danilov, S.A. Pylaykin // Fundamental Research. – 2014. – № 6–4. – P. 698–702.
5. Experimental Design. Processing of experimental data: monograph / I.A. Garkina [et al.]; ed. prof. A.M. Danilova. – M.: PALEOTYPES, 2005. – 272 p.

6. Danilov, A.M. Correlation and spectral methods for monitoring of complex engineering / A.M. Danilov, I.A. Garkina, I.N. Garkin // Regional architecture and construction. – 2014. – № 1 (18). – P.104–111.

7. Danilov, A.M. Protection from shock and vibration accompanying: trigonometric, exponential approximation of functions / A.M. Danilov, I.A. Garkina, I.N. Garkin // Regional architecture and engineering. – 2012. – №3 (14). – P.85–89.

8. Budylina, E.A. Approximate decomposition methods when configuring simulators of dynamical systems / E.A. Budylina, I.A. Garkina, A.M. Danilov //Regional architecture and engineering. – 2013. – № 3. – P. 150–156.