

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. В.Г. ШУХОВА

Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова

Главный редактор: проф. В.С. Лесовик
Ведущий специалист: Н.И. Алфимова
Ответственный секретарь: В.Ф. Носачева
Зам. ответственного секретаря: А.И. Нечкин (РИЦ)

Редакционная коллегия по основным направлениям работы журнала:

д-р. техн. наук, проф. Ю.М. Баженов, д-р. техн. наук, проф. П.В. Беседин,
д-р. техн. наук, проф. П.Г. Бондаренко, д-р. техн. наук, проф. В.С. Богданов,
д-р. физ-мат. наук, проф. А.Г. Брусенцев, д-р. экон. наук, проф. С.М. Бухонова,
д-р. техн. наук, проф. А.М. Гридчин, д-р. экон. наук, проф. Ю.А. Дорошенко,
д-р. техн. наук, проф. Е.И. Евтушенко, д-р. техн. наук, проф. В.К. Классен,
д-р. техн. наук, проф. П.Г. Комохов, д-р. техн. наук, проф. Н.И. Корсунов,
д-р. экон. наук, проф. С.В. Куприянов, д-р. техн. наук, проф. Л.А. Куцев,
д-р. архитектуры, проф. Г.И. Лаврик, д-р. техн. наук, проф. В.С. Лесовик,
д-р. техн. наук, проф. К.И. Логачев, д-р. техн. наук, проф. В.А. Минко,
д-р. техн. наук, проф. Н.И. Минько, д-р. архитекруты, проф. В.П. Мироненко,
д-р. техн. наук, проф. М.Н. Нестеров, д-р. техн. наук, проф. В.И. Павленко,
д-р. техн. наук, проф. Ю.Е. Пивинский, д-р. техн. наук, проф. А.А. Погонин,
д-р. техн. наук, проф. О.Д. Проценко, д-р. техн. наук, проф. Ш.М. Рахимбаев,
д-р. техн. наук, проф. В.Г. Рубанов, д-р. экон. наук, проф. А.А. Рудычев,
д-р. техн. наук, проф. В.С. Севостьянов, д-р. экон. наук, проф. И.А. Слабинская,
д-р. техн. наук, проф. Г.А. Смоляго, д-р. техн. наук, проф. В.В. Строкова,
д-р. техн. наук, проф. В.М. Табурчак, д-р. техн. наук, проф. Е.М. Чернышов,
д-р. экон. наук, проф. Е.Н. Чижова, д-р. техн. наук, проф. Н.А. Шаповалов,
д-р. техн. наук, проф. В.Н. Шульженко, д-р. техн. наук, проф. А.И. Шутов,
д-р. коном. наук, проф. Е.Д. Щетинина, д-р. техн. наук, проф. А.Г. Юрьев,
д-р. техн. наук, проф. В.В. Ядыкина, канд. техн. наук, проф. Н.Г. Горшкова,
канд. техн. наук, проф. И.А. Дегтев, канд. техн. наук, проф. С.В. Свергузова,
канд. техн. наук, проф. Н.В. Солодов, канд. техн. наук, доцент. В.М. Поляков,

Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова» включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук.

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ВЕСТНИК БГТУ им. В.Г. ШУХОВА

№ 2, 2011 год

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Лесовик В. С., Володченко А. А. ДОЛГОВЕЧНОСТЬ БЕЗАВТОКЛАВНЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО НАНОРАЗМЕРНОГО СЫРЬЯ	6
Смоляго Г. А., Дронова А. В. ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАЧЕСТВ НАРУЖНЫХ СТЕН ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛОЭТАЖНЫХ «ПАССИВНЫХ» ДОМОВ	12
Пыкин А. А., Лукутцова Н. П., Костюченко Г. В. К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СВОЙСТВ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА МИКРО- И НАНОДИСПЕРСНЫМИ ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ ШУНГИТА	16
Рахимбаев Ш. М., Тольпина Н. М. СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАКЦИЙ МЕЖДУ ЩЕЛОЧАМИ И ЗАПОЛНИТЕЛЕМ	21
Наумова Л. Н. ВЛИЯНИЕ КИСЛОЙ СРЕДЫ НА СВОЙСТВА ХРИЗОТИЛЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ	24
Матюхин П. В., Павленко В. И., Ястребинский Р. Н., Бондаренко Ю. М. ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОКОНСТРУКЦИОННЫХ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ МЕТАЛЛОКОМПЗИТОВ	27
Никифоров Е. А., Логанина В. И., Симонов Е. Е. ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНОЙ АКТИВАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДИАТОМИТА	30
Лютенко А. О., Строкова В. В., Лебедев М. С., Дмитриева Т. В., Николаенко М. А. АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ С ПОЗИЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	33
Ковалева Е. Г., Радоуцкий В. Ю. ЭПОКСИДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ	39
Жакипбаев Б. Е., Есимов Б. О., Бессмертный В. С. ПОЛУЧЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛА НА ОСНОВЕ КРЕМНИСТЫХ ПОРОД ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	43
Авренюк А. Н., Латыпов В. М., Асянова В. С., Кантор П. Л. ОБ ОПАСНОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЯ СТРУКТУРЫ БЕТОНА НА ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД РЕМОНТОМ КОНСТРУКЦИЙ	47
Володченко А. Н. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАГНЕЗИАЛЬНОЙ ГЛИНЫ С ГИДРОКСИДОМ КАЛЬЦИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ НОВООБРАЗОВАНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ	51
Алфимова Н. И. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ КАМНЕЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ	56
Клюев А. В. СТАЛЕФИБРОБЕТОН ДЛЯ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	60
Чудакова О. А., Лукутцова Н. П., Хотченков П. В. ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ НАНОМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ	64
Сартаков М. П., Косач А. Ф., Ванькова М. Н., Березкина Ю. В., Гутарева Н. А. ПРИМЕНЕНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИМЕРЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФОВ ОБЪ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ	67
Сулейманова Л. А., Кара К. А. ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ, РАЗМЕРА ПОР И ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ НА СРЕДНЮЮ ПЛОТНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ НЕАВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА	71
Строкова В. В., Соловьева Л. Н., Гринев А. П. МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АО ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	74

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Богданов В. С., Воронов В. П., Потапов Ф. П. РАСЧЕТ СРЕДНЕГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ГОТОВОГО ПРОДУКТА ПРИ КАСКАДНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ	78
Фадин Ю. М. РАСЧЕТ МАКСИМАЛЬНОГО РАДИУСА ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ НАКЛОННОЙ ПЕРЕГОРОДКИ В ТРУБНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ	82
Чалов В. А., Кушев Л. А., Шапала В. Г. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ	85
Семикопенко И. А., Воронов В. П., Пензев П. П., Вялых С. В., Гордеев С. И. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ ВЫХОДА ЧАСТИЦ МАТЕРИАЛА В РАЗГРУЗОЧНЫЙ ПАТРУБОК КАМЕРЫ ПОМОЛА ДЕЗИНТЕГРАТОРА	90

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Золотарев С. Н. ФИНАНСОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ФИНАНСОВОГО МЕНЕДЖМЕНТА	92
Вострецов А. И., Янгиров А. В. АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНСГРАНИЧНОГО ДВИЖЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)	95
Погорелый М. Ю., Селиверстов Ю. И. ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС РОССИИ В СИСТЕМЕ ФАКТОРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	101
Андреева О. Н. ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НА ЗАТРАТОЕМКОСТЬ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ	105

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лазько Е. А., Минько Н. И., Бессмертный В. С., Лазько А. А. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ СТЕКОЛЬНОГО БОЯ	109
Намазов А. А. ИЗУЧЕНИЕ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В СОСТАВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ МЕТОДОМ ИОНЭКСКЛЮЗИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	113
Павленко В. И., Едаменко О. Д., Ястребинский Р. Н., Тарасов Д. Г. РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫЙ МЕТАЛЛООЛИГОМЕРНЫЙ НАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПЗИТОВ	117
Бондаренко Н. И., Бессмертный В. С., Стадничук В. И., Вдовина С. Ю. ПОЛУЧЕНИЕ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ БЕТОНА МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ	121
Везенцев А. И., Макридина О. И. СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ИНГРЕДИЕНТОВ НЕОТВЕРЖДЕННОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ НАНОКЛАСТЕРОВ АМОРФНЫХ ГИДРОСИЛИКАТОВ КАЛИЯ	124

ЭКОЛОГИЯ

Свергузова Ж. А., Киреев Ю. Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА ВОДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ КОМБИНАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА	130
--	-----

Моржавин А. В., Локтионова О. Г., Минко В. А. ВИБРАЦИОННЫЙ ФИЛЬТР С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ РЕЖИМАМИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ	134
Полуянов В. П. ПЛАНИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА	137
Ельников Д. А., Свергузова Ж. А., Свергузова С. В. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕФЕКТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ОТ КРАСИТЕЛЕЙ	144
Щедрина Г. Г., Кобелев В. Н., Щедрин П. Ю., Минко В. А. ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА ВОЗДУШНЫХ ПРОСЛОЕВ ПАНЕЛЕЙ С ВНУТРЕННИМИ КРИВОЛИНЕЙНЫМИ КАНАВКАМИ	148

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Шапгала В. Г., Радоуцкий В. Ю., Шапгала В. В. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	152
Потапенко Е. А., Солдатенков А. С. РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ	155

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Добровольский В. С., Радоуцкий В. Ю. КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ – ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОСНОВА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	161
Шипицына Г. М., Полякова Е. С. ЭТИЧЕСКИЕ КОДЕКСЫ СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ БАНКОВ И КОМПАНИЙ	165
Полуянов В. П. ВРЕМЯ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ПРИРОДЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДУШИ	170
Егоров Д. Е., Добровольский В. С., Северин Н. Н., Радоуцкий В. Ю. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	175

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Северин Н. Н., Радоуцкий В. Ю., Ковалева Е. Г., Литвин М. В. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ ГПС МЧС РОССИИ	179
--	-----

НАШИ АВТОРЫ	184
-------------	-----

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Лесовик В. С., чл.-корр. РААСН, д-р. техн. наук, проф.,
Володченко А. А., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ БЕЗАВТОКЛАВНЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО НАНОРАЗМЕРНОГО СЫРЬЯ*

volodchenko@intbel.ru

Установлено, что на основе природного наноразмерного сырья, представленного песчано-глинистыми породами Курской магнитной аномалии можно получать атмосферостойкие безавтоклавные стеновые силикатные материалы с низкими энергос затратами. Морозостойкость составляет 15 циклов, что соответствует показателям рядового кирпича. В качестве вяжущего можно использовать молотую известь или известково-глино-песчаное вяжущее. Выбор вяжущего зависит от вещественного состава используемых песчано-глинистых пород.

Ключевые слова: песчано-глинистые породы, нанодисперсное сырье, известь, известково-песчано-глинистое вяжущее, тепловлажностная обработка, силикатные материалы, долговечность.

К приоритетному направлению развития экономики нашей страны относится жилищная программа. Решение этой программы связано с внедрением новых эффективных строительных материалов и изделий, к которым в полной мере можно отнести силикатные материалы, отличающиеся высокими эксплуатационными и технико-экономическими показателями. По традиционной технологии для производства автоклавных силикатных материалов используется кварцевый песок. В качестве сырья можно также использовать промышленные отходы, и, в частности, вскрышные песчано-глинистые породы, которые попадают в зону горных работ при добыче полезных ископаемых [1, 2]. Это сырье, обладающее свойствами природных наноразмерных частиц, ускоряет процесс взаимодействия порообразующих минералов с вяжущим компонентом не только при автоклавной обработке, но и в тепловлажностных условиях при атмосферном давлении, что позволяет получать безавтоклавные силикатные материалы с высокими физико-механическими характеристиками [3].

Одним из важных критериев качества силикатных материалов является их долговечность, которая определяется способностью материала сопротивляться комплексному воздействию атмосферных и других факторов в условиях эксплуатации. Несмотря на высокие технико-экономические показатели силикатных материалов, образом составом цементирующего соединения, а наличие в сырьевой смеси глинистых минералов может оказать отрицательное влияние прочность цементирующей связки, долговечность для таких материалов становится весьма актуальной.

Цель настоящей работы – изучение долговечности безавтоклавных силикатных материалов на основе природного наноразмерного сырья и получение эффективных стеновых строительных материалов по энергосберегающей технологии.

Для исследований в качестве природного наноразмерного сырья использовали песчано-глинистую породу региона Курской магнитной аномалии. Гранулометрический состав породы представлен в табл. 1.

Таблица 1

Гранулометрический состав породы								
Содержание фракций, мас. %, размер сит, мм								
более 0,315	0,315–0,20	0,20–0,125	0,125–0,10	0,10–0,05	0,05–0,04	0,04–0,01	0,01–0,005	менее 0,005
1,3	2,95	5,10	6,35	12,90	5,82	42,95	5,70	16,93

По гранулометрическому составу и числу пластичности (6) породу можно охарактеризовать как супесь пылеватую. По данным термо-

графического и рентгенографического анализа глинистая фракция породы представлена наноразмерными минералами: монтмориллонитом,

гидроslудой, каолинитом и смешаннослойными образованиями.

В качестве известкового компонента использовали негашеную комовую известь ОАО «Стройматериалы» (г. Белгород). Активность извести составляла 78,3 мас. %, температура гашения 97,5 °С, время гашения – 4 мин 30 сек.

Образцы готовили методом полусухого прессования. Предварительно измельченную известь и супесь перемешивали в заданном соотношении, увлажняли необходимым количеством воды и выдерживали в герметичной камере до полного гашения извести. Сырьевые смеси готовили с содержанием извести 5, 8, 10, 12 и 15 мас. %. Формовочная влажность смеси составляла 10 %. Прессование проводили на лабораторном прессе ПСУ-10 при давлении 20 МПа.

Образцы подвергали гидротермальной обработке в пропарочной камере при температуре 90–95 °С по режиму 1,5+8+1,5 ч. Для полученных образцов определяли предел прочности при сжатии, среднюю плотность, водопоглощение, коэффициент размягчения. Для оценки влияния действия воды на прочностные свойства полученного материала образцы каждого состава выдерживали в течение 1 года в водопроводной воде. Каждые 2 месяца воду меняли. По истечении указанного времени образцы испытывали на прочность в водонасыщенном состоянии. Результаты экспериментов приведены в табл. 2 и на рис. 1.

Таблица 2

Физико-механические характеристики	Содержание извести, мас. %				
	5	8	10	12	15
Предел прочности при сжатии, МПа	17,80	18,60	22,58	17,50	16,70
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, МПа	14,00	14,4	18,35	17,46	15,73
Коэффициент размягчения	0,79	0,78	0,81	0,99	0,94
Средняя плотность, кг/м ³	1880	1855	1850	1815	1755
Водопоглощение, %	13,03	13,20	13,85	14,26	16,76
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов после года хранения в воде, МПа	22,10	25,24	28,10	34,71	29,45

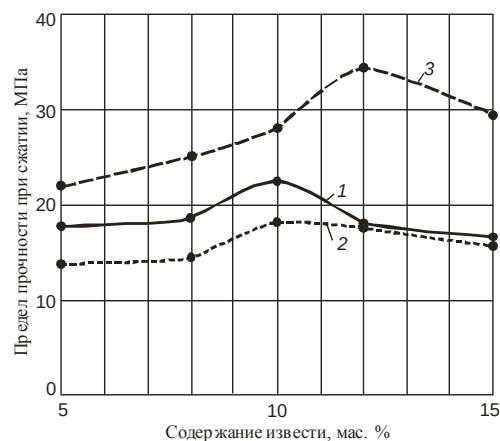
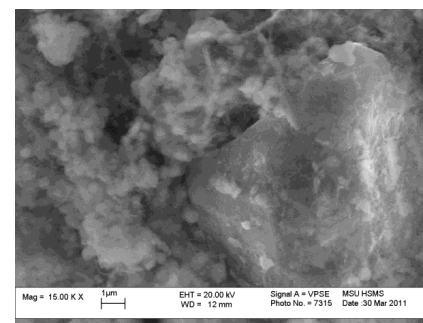


Рисунок 1. Предел прочности при сжатии образцов в зависимости от содержания извести:
1 – образцы после 2-х сут выдержки при комнатной температуре; 2 – водонасыщенные образцы;
3 – водонасыщенные образцы после года хранения в воде

Увеличение содержания извести с 5 до 10 мас. % повышает прочность образцов с 17,8 до 22,58 МПа (см. рис. 1, *кривая 1*). Увеличение содержания извести до 15 мас. % снижает прочность до 16,7 МПа. Максимальная прочность образцов в водонасыщенном состоянии (18,35 МПа) также соответствует содержанию извести 10 мас. % (см. рис. 1, *кривая 2*). Коэффициент размягчения составляет 0,78–0,99, что свидетельствует о высокой водостойкости полученного материала (см. табл. 2). Средняя плотность с увеличением содержания извести уменьшается с 1880 до 1755 кг/м³, водопоглощение увеличивается с 13,03 до 16,75 %.

Результаты испытаний водонасыщенных образцов, выдержанных 1 год в воде, показали значительное повышение прочности в сравнении с водонасыщенными образцами, которые не подвергались длительному хранению в воде (см. рис. 1, *кривая 3*). Максимальной прочности 34,71 МПа образцы достигают при содержании извести 12 мас. %. При этом прочность, в сравнении с образцами без длительного хранения в

а



б

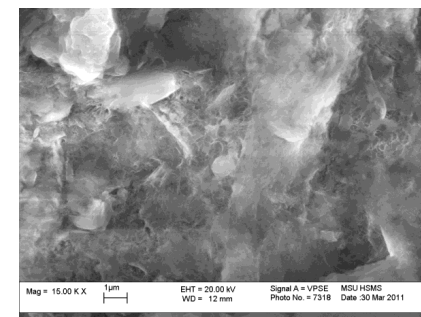


Рисунок 2. Микроструктура образцов на основе супеси с содержанием 10 мас. % извести, РЭМ:
а – исходный образец; б – после года хранения в воде

Микроструктура образца после года хранения в воде существенно отличается от исходного образца (см. рис. 2, б). Количество глобул становится значительно меньше. В тоже время увеличивается количество слабоокристаллизованных гидросиликатов кальция, которые, образуя сплошную сетку, практически полностью заполняют поры, покрывают поверхность заполнителя и скрепляют между собой его зерна. Можно сделать вывод, что глобулы представляют собой промежуточные соединения, образующиеся при синтезе новообразований из тонкодисперсной части породообразующих минералов породы, и, прежде всего глинистой составляющей и извести. В водной среде во времени

воде повысилась в два раза (см. табл. 2). Это связано с тем, что породообразующие минералы породы и, в частности, ее наноразмерная составляющая обеспечивают синтез цементирующего соединения, обладающего гидравлическими свойствами.

На микрофотографии исходного образца (рис. 2, а), содержащего 10 мас. % извести, наблюдается скопление глобул размером до 0,5 мкм, которые связаны сеткой из слабоокристаллизованных низкоосновных гидросиликатов кальция. Глобулы, вероятно, представляют собой промежуточные соединения, образующиеся при синтезе новообразований из тонкодисперсной части породообразующих минералов песчано-глинистой породы, и, прежде всего глинистых минералов и извести. Новообразования покрывают также поверхность заполнителя. Здесь происходит формирование кристаллизационной структуры. Это обеспечивает полученному материалу высокую прочность и водостойкость.

процесс образования гидросиликатов кальция продолжается, что приводит к формированию более прочной микроструктуры цементирующего соединения. Кроме этого слабоокристаллизованные гидросиликаты кальция представляют собой нестабильную фазу, способную во времени, и особенно в водной среде, подвергаться перекристаллизации, что также приводит к изменению структуры цементирующего соединения. Вероятно, эти процессы обеспечивают гидравлические свойства полученных силикатных материалов.

В представленных выше результатах экспериментов в качестве вяжущего использовалась молотая негашеная известь. С целью интенсификации

фикации синтеза новообразований в дальнейших экспериментах часть песчано-глинистой породы подвергалась совместному помолу с известью. Сырьевую смесь готовили путем смешивания полученного известково-песчано-глинистого вяжущего (ИПГВ) с исходной супесью. Общее содержание извести в сырьевой смеси составляло 10 мас. %. В экспериментах использовались составы с ИПГВ, в которых соотношение извести к супеси составляло 1:1, 1:1,5, 1:2, 1:2,5. Образцы формировали из сырьевых смесей влажностью 12 % при давлении 20 МПа. Образцы подвергали гидротермальной обработке в пропарочной камере при температуре

90–95 °С по режиму 1,5+8+1,5 ч. Для полученных образцов определяли предел прочности при сжатии, среднюю плотность, водопоглощение, коэффициент размягчения, морозостойкость, а также подвергали воздействию попеременного увлажнения и высушивания. Для этого образцы выдерживали в воде 4 ч и затем высушивали в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 4 ч. Образцы испытывали после 100 циклов переменного увлажнения и высушивания. Результаты экспериментов приведены в табл. 3 и на рис. 3.

Таблица 3

Физико-механические свойства силикатных материалов на основе ИПГВ

Физико-механические характеристики	Соотношение известь:супесь в вяжущем			
	1:1	1:1,5	1:2	2,5
Предел прочности при сжатии, МПа	18,90	19,60	20,02	20,20
Предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов, МПа	14,40	14,24	15,84	14,24
Коэффициент размягчения	0,76	0,73	0,79	0,71
Средняя плотность, кг/м ³	1890	1900	1910	1855
Водопоглощение, %	10,63	10,07	10,87	10,85
Предел прочности при сжатии после 100 циклов попеременного увлажнения и высушивания, МПа	28,20	30,28	34,17	32,85
Предел прочности при сжатии после 100 циклов попеременного увлажнения и высушивания в водонасыщенном состоянии, МПа	19,91	23,67	23,67	23,67
Коэффициент размягчения образцов после испытания на атмосферостойкость, %	0,71	0,78	0,70	0,73
Потеря прочности после 15 циклов попеременного замораживания и оттаивания, %	0,78	0,81	0,73	0,77

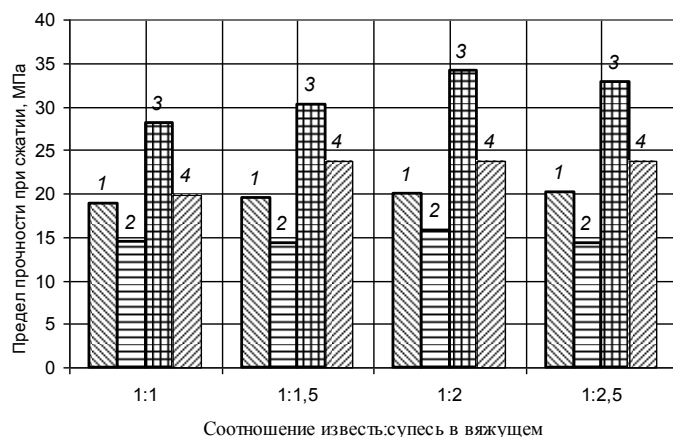


Рисунок 3. Предел прочности при сжатии образцов на основе ИПГВ в зависимости от состава вяжущего: 1 – после пропарки; 2 – водонасыщенные; 3 – после 100 циклов попеременного увлажнения и высушивания; 4 – после 100 циклов попеременного увлажнения и высушивания в водонасыщенном состоянии

Изменение соотношения извести к супеси с 1:1 до 1:2,5 приводит лишь к незначительному повышению прочности образцов с 18,9 до 20,2 МПа (см. табл. 3 и рис. 3). Необходимо отметить, что прочность образцов, для которых в качестве вяжущего использовалась только молотая известь, составляет 22,58 МПа (см. табл. 2). Можно сделать вывод, что использование в качестве вяжущего ИПГВ вместо молотой извести не повышает прочности изделий, а даже несколько снижает.

Можно предположить, что содержание минералов наноразмерного уровня в исходной супеси достаточно для формирования прочной микроструктуры цементирующего вещества и увеличение тонкодисперсной составляющей за счет дополнительного помола части породы приводит к формированию состава новообразований, снижающих прочностные показатели материала. При помоле супеси в сырьевой смеси увеличивается содержание тонкодисперсного кварца, за счет которого в условиях пропарки синтезируется больше слабокристаллизованных гидросиликатов кальция, т.е. увеличивается доля гелевидных новообразований. При этом вероятно, нарушается оптимальное соотношение между гелевидной и кристаллической составляющей, что и приводит к снижению прочности.

Средняя плотность образцов при изменении соотношения извести к супеси с 1:1 до 1:2 увеличивается с 1890 до 1910 кг/м³ и далее снижается до 1855 кг/м³. Причем, для всех этих составов средняя плотность выше, чем для образцов,

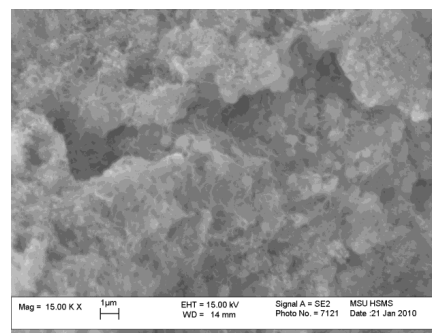
в которых в качестве вяжущего использовалась молотая известь (см. табл. 2 и 3). Соответственно, за счет увеличения плотности упаковки материала снижается водопоглощение. Значения коэффициента размягчения (0,71–0,79) свидетельствуют о хорошей водостойкости полученных образцов (см. табл. 3).

Испытания на морозостойкость показали, что полученные силикатные материалы выдерживают 15 циклов попеременного замораживания-оттаивания. По такому показателю морозостойкости силикатные кирпичи соответствуют рядовым.

После испытания на попеременное увлажнение-высушивание прочность образцов существенно возросла (см. табл. 3 и рис. 3). Повышение прочности составило от 49,2 % (для состава ИПГВ 1:1) до 87,7 % (для состава ИПГВ 1:2). Следовательно, оптимальное соотношение извести к супеси в вяжущем составляет 1:2. Коэффициент размягчения образцов после испытания на попеременное увлажнение-высушивание составил 0,73–0,81.

Микроструктура образцов с составом ИПГВ 1:1 была изучена с помощью растрового электронного микроскопа (рис. 4). Новообразования представлены слабокристаллизованными низкоосновными гидросиликатами кальция, образующими сплошную сетку, которая покрывает поверхность заполнителя и скрепляет между собой его зерна. В узлах поверхности сетки наблюдаются глобулы (см. рис. 4, а).

а



б

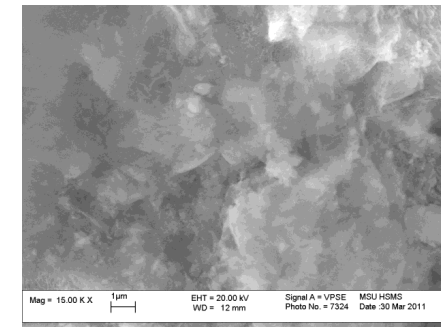


Рисунок 4. Микроструктура образца на основе ИПГВ состава 1:1, РЭМ: а – исходный образец; б – после 100 циклов попеременного увлажнения и высушивания

Большое количество наблюдаемой гелевидной фазы подтверждает высказанное выше предположение о снижении прочности образцов на основе ИПГВ за счет нарушения оптимально-

го соотношения между гелевидной и кристаллической составляющей в составе цементирующего соединения.

Микроструктура образца после 100 циклов попеременного увлажнения и высушивания существенно изменяется (см. рис. 4, б). Глобулы в структуре новообразований практически отсутствуют. Появляются участки с плотными образованиями, пространство между которыми заполнено сеткой слабокристаллизованных низкоосновных гидросиликатов кальция. Структура цементирующего соединения становится более плотной.

Можно сделать вывод, что повышение прочности композитов после попеременного увлажнения и высушивания связано с гидравлическими свойствами полученного материала. Очевидно, при нахождении образцов в воде дальнейшая гидратация и перекристаллизация новообразований оказывает большее влияние на повышение прочности материала, чем разрушающее действие при попеременном увлажнении и высушивании.

Таким образом, на основе изучаемого сырья можно получать атмосферостойкие безавтоклавные силикатные материалы, прочность которых в процессе эксплуатации может даже повышаться за счет гидравлических свойств цементирующего соединения. Морозостойкость составляет 15 циклов, что соответствует показателям рядового кирпича. Использование в качестве вяжущего ИПГВ вместо молотой извести несколько снижает прочностные показатели силикатных материалов. Оптимальное соотношение извести к супеси в вяжущем составляет 1:2. Выбор в качестве вяжущего молотой извести

или ИПГВ для получения высоких прочностных показателей силикатных материалов будет зависеть, вероятно, от вещественного состава используемых песчано-глинистых пород.

**Работа выполнялась при финансовой поддержке в рамках ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы и АВЦП "Развитие научного потенциала высшей школы" на 2009-2010 год.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик, В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород [Текст] / В.С. Лесовик. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 526 с.

2. Лесовик, В.С. Снижение материалоемкости автоклавных материалов [Текст] / В.С. Лесовик, А.Н. Володченко // Здоровье населения – стратегия развития среды жизнедеятельности: в 2 т.: сб. ст. к Общему собранию РААСН / Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – Т. 2. – С. 242–251. – ISBN 978-5-361-00067-8.

3. Лесовик, В.С. Влияние наноразмерного сырья на процессы структурообразования в силикатных системах [Текст] / В.С. Лесовик, В.В. Строкова, А.А. Володченко // Научно-теоретический журнал «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова», 2010. – № 1. – С. 13–17. – ISSN 2071-7318.

Смоляго Г. А., д-р техн. наук, проф.,
Дронова А. В., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КАЧЕСТВ НАРУЖНЫХ СТЕН ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛОЭТАЖНЫХ «ПАССИВНЫХ» ДОМОВ

DAV0212@yandex.ru

Предложено конструктивное решение малоэтажных «пассивных» домов с каркасом из монолитного керамзитобетона и стенами из монолитного пенобетона в несъемной опалубке из стружечно-цементной плиты (СЦП), в котором оптимально разграничиваются несущие и ограждающие функции конструктивных элементов.

Преимущества данного конструктивного решения составляют пространственная жесткость и конструктивная безопасность, увеличение срока службы утеплителя (пенобетона) по сравнению с существующими решениями, экологичность и более низкая стоимость по сравнению с традиционными решениями.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, «пассивные» дома; конструкции стен, каркас; бетоны.

Учитывая ограниченность глобальных энергоресурсов, проблема их разумного потребления – одна из наиболее актуальных на сегодняшний день. Комплекс мероприятий, направленных на решение этой задачи, заключается в создании конструктивных решений зданий, в которых достаточно малы расходы на отопление, что практически делает их энергонезависимыми. Такие дома получили названия «пассивные», а точнее – «энергопассивные». Их теплотери составляют 15–25 кВт/м² в год (для сравнения, в кирпичных домах 70-х, 80-х годов – 250–350 кВт/м² в год), а потребность в значительном отоплении дома возникает только при отрицательных температурах наружного воздуха.

За двадцать лет существования Института Пассивного дома (Passive House Institute, PHI), основанного доктором В. Файстом, были проведены глубокие исследования влияния на энергосбережение зданий многочисленных факторов как в процессе строительства, так и процессе эксплуатации, отработаны программы расчёта и технологии строительства. На базе сформированных знаний стало возможным широкое распространение «пассивных» домов не только в Германии, но и во всех странах Западной Европы. В «пассивных» домах применяются современные строительные материалы и конструкции, а также новейшее инженерное оборудование. На популярность «пассивных» домов также повлияло снижение стоимости их строительства, ее приближение к уровню стоимости домов традиционного типа благодаря развитию массовости строительства, совершенствования технологий строительства и инженерного оборудования.

К основным принципам «пассивного» дома можно отнести:

- усиленные герметизация и теплоизоляция ограждающих конструкций (в 2–3 раза превышающие сегодняшние нормативы);
- использование эффекта аккумуляции тепла, солнечной энергии, энергии земли;
- использование приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла и очисткой входящего воздуха, применение энергоэффективных архитектурно-планировочных решений (выбор энергоэффективной формы дома, энергетически рациональная ориентация дома по частям света и розе ветров, энергетически рациональное расположение буферных зон) и т.д.

С точки зрения строительства главной составляющей для пассивного дома является качественная наружная теплоизоляционная оболочка. Применяемая теплоизоляция должна обладать высокими теплотехническими характеристиками и укладываться без зазоров вокруг всего здания. В настоящее время при непосредственной поддержке PHI практически все крупные европейские производители теплоизоляционных материалов разработали отдельные концепции или решения для «пассивных» домов, расположенных в климатических условиях Германии, Австрии, Швейцарии и Скандинавии.

В частности, все применяемые сегодня стандартные решения несущих и ограждающих конструкций зданий в Германии адаптированы для «пассивного» дома с увеличением толщины слоя утеплителя. В уже построенных домах мы можем видеть такие решения, как, например, многослойные наружные стены, несущий слой

которых выполнен из монолитного бетона, кладки из кирпича или мелких блоков, сборные строительные элементы из легких бетонов, сборные железобетонные элементы, деревянные конструкции (классические или с использованием легких балок), несъемная опалубка, металлические конструкции и полупрозрачные элементы.

По данным [1] дополнительные затраты на строительство «пассивного» дома окупаются через 5–7 лет, соответственно материалы несущих конструкций и, в особенности, теплоизоляции должны отвечать современным требованиям и иметь срок службы более 25 лет. В настоящее время самыми распространенными утеплителями являются минераловатные плиты и экструзионный пенополистирол. Относительно пенополистирола (ППС) нужно отметить, что в момент испытаний после изготовления он обладает хорошими теплоизоляционными свойствами. Однако, противоречивые данные натурных наблюдений за поведением разных видов пенополистирола не позволяют в настоящее время с допустимой степенью риска прогнозировать достижение в период эксплуатации «порога накоплений» его дефектов, способных вызвать нарушение работоспособного состояния конструкций на его основе и комфортного микроклимата помещений, включая экологическую безопасность [2].

Следует также отметить, что долговечность большинства утеплителей существенно меньше, чем каменной кладки или железобетона. Гарантированный срок службы большинства отечественных и зарубежных утеплителей составляет 15–25 лет, что потребует в процессе эксплуатации дополнительного утепления наружных стен или полной замены используемого утеплителя.

С этой позиции каркасные системы, в которых оптимально разграничиваются несущие и ограждающие функции конструктивных элементов, являются наиболее рациональными. В таких системах в наибольшей степени используется эффект пространственной работы здания, способствующий повышению его жесткости и конструктивной безопасности, а также срок службы утеплителя (пенобетон) приближается во своему значению к сроку службы основных несущих конструкций.

Использование монолитных каркасных конструктивных систем приводит к существенному снижению материалоемкости на 20–30 % по сравнению с полносборным и кирпичным строительством, а, следовательно, и стоимости строительства. При использовании каркасных систем открываются широкие возможности по

разработке концептуальных принципов поэтапного строительства дома с выполнением пристроек и надстроек второго или мансардного этажей, что достаточно актуально в настоящее время [3]. Каркасная конструктивная система здания предполагает фундаменты в виде ростверков по сваям или столбчатым фундаментам, что заметно снижает материальные и трудовые затраты на их возведение.

В предложенной нами конструктивной системе [4] в качестве несущих элементов каркаса использованы колонны и ригели, которые выполняются из монолитного конструктивного керамзитобетона в несъемной опалубке из стружечно-цементных плит (СЦП), несущие стены из монолитного пенобетона марки по плотности D300 в несъемной опалубке из СЦП – (рис. 1).

Проектирование несущих конструкций – ригелей и колонн – производится в соответствии со статическим и конструктивным расчетами для каждого конкретного здания, с использованием различных программных комплексов.

К преимуществам применения керамзитобетона можно отнести:

- обеспечение больших объемов малоэтажного строительства;
- увеличение пролетов и этажности зданий;
- укрупнение монтажных элементов с использованием более простых и с меньшей грузоподъемностью механизмов для монтажа;
- повышение производительности труда и качества строительства;
- возможность изготовления бетона непосредственно на строительной площадке (ввиду его небольшого расхода) и как следствие всего вышесказанного, снижение стоимости строительства.

Технология получения керамзита – высокотемпературный обжиг глинистого сырья – обуславливает экологическую чистоту материала, высокую огнестойкость и длительное сохранение конструкционной прочности в условиях пожара, что обеспечивает безопасность людей в экстремальных ситуациях.

Стена с использованием СЦП в качестве несъемной опалубки и пенобетона как эффективного утеплителя обладает высокими теплоизолирующими свойствами. Проведенный теплотехнический расчет стены показал, что принятая конструкция полностью обеспечивает тепловую защиту здания – приведенное сопротивление теплопередаче стены больше нормируемых значений $R_0 = 3,43 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} > R_{\text{норм}} = 2,86 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ для Белгородской области.

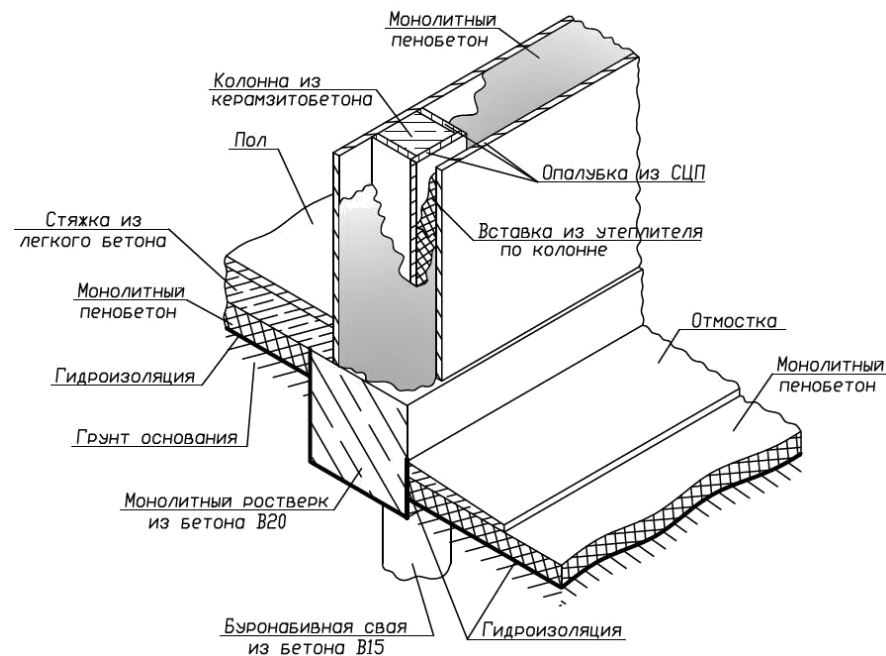


Рисунок 1. Конструктивное решение вертикальных несущих элементов

В зависимости от климатических условий и компактности зданий сопротивление теплопередаче для наружных стен в «пассивных» домах в Европе варьируется в среднем от 6,5 до $10 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$. Если взять за основу эти значения,

то минимальная толщина стены согласно теплотехническому расчету составит 700 мм (рис. 2), что сопоставимо с толщинами существующих решений стен «пассивных» домов.

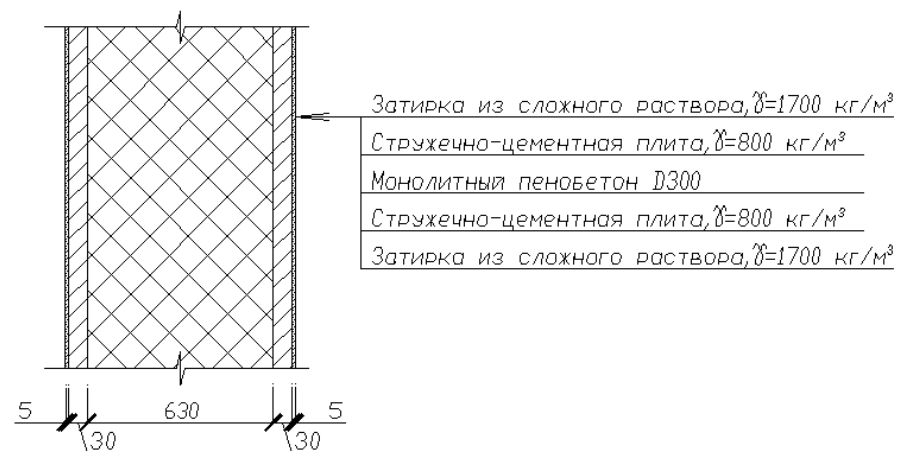


Рисунок 2. Конструктивное решение стен

Применение метода несъемной опалубки обеспечивает качественно новый уровень строительства благодаря следующим преимуществам:

- более чем в 1,5 раза сокращается время строительства по сравнению с традиционными методами;
- за счет использования современных облегченных материалов, в частности пенобетона, снижается нагрузка на нижерасположенные конструкции и в целом на здание;
- уменьшается процент ручной работы – только 15 % веса строительных материалов переносится и укладывается вручную, остальные 85 % доставляет бетононасос и другие механизмы;
- обеспечивается экологическая чистота и высокая паропроницаемость стен, отсутствуют неблагоприятные воздействия на окружающую среду.

Нами проведен сравнительный анализ удельных прямых затрат на строительство трех вариантов конструктивного решения вертикальных элементов «пассивного» дома, а именно:

- 1) монолитный каркас из керамзитобетона со стенами из пенобетона марки по плотности D300 в несъемной опалубке из СЦП толщиной 700 мм;
- 2) многослойные несущие стены из керамического кирпича, утеплитель – пенополистирол, с общей толщиной 740 мм;
- 3) стены из газосиликатных блоков D400 толщиной 910 мм и монолитным железобетонным поясом по верху стен (толщина стен вариантов обоснована теплотехническим расчетом при $R_0=6,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$).

Установлено, что стоимость возведения каркаса и стен по 1-му варианту в 1,23 раза выгоднее 2-го варианта и в 1,15 раза – третьего. Это объясняется разницей в стоимости самих материалов, работ по возведению, требуемой отделкой (стены в несъемной опалубке, как уже отмечалось выше, не требуют мокрых процессов при отделке), снижением нагрузки на фундаменты, и следовательно, снижением их стоимости и продолжительности строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Елохов, А.Е. Общие принципы проектирования и строительства пассивного дома [Текст] / А.Е. Елохов // СтройПРОФИль. – 2010. – № 2–1. – С. 34–35.
2. Сахаров, Г.П. Материалы для энергосберегающих ограждающих конструкций зданий [Текст] / Г.П. Сахаров // Бетон и железобетон – пути развития. Научные труды 2-ой Всероссийской международной конференции по бетону и железобетону, Москва, 5–9 сентября 2005 г. / НИИЖБ. – Москва, 2005. – Том 4. – С. 257.
3. Смоляго, Г.А. Разработка конструктивных систем индивидуальных жилых домов с использованием ячеистых бетонов [Текст] / Г.А. Смоляго // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – №8. – С. 42.
4. Смоляго Г.А., К вопросу оптимизации конструктивных решений стен малоэтажных жилых домов [Текст] / Г.А. Смоляго, А. В. Дронова // НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». – 2010. – №3. – С. 56.

Пыкин А. А., аспирант,
Лукутцова Н. П., д-р техн. наук, проф.,
Костюченко Г. В., студент
Брянская государственная инженерно-технологическая академия

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ СВОЙСТВ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА МИКРО- И НАНОДИСПЕРСНЫМИ ДОБАВКАМИ НА ОСНОВЕ ШУНГИТА

leshkin22@rambler.ru

Рассматривается возможность повышения физико-механических свойств мелкозернистого бетона с помощью микро- и нанодисперсных углерод-кремнеземистых добавок на основе шунгита

Ключевые слова: ультразвуковое диспергирование, микро- и нанодисперсный шунгит, мелкозернистый бетон.

В настоящее время в строительном материальном обеспечении интенсивно развиваются технологии, связанные с разработкой новых способов получения эффективных наномодифицирующих добавок, позволяющих направленно регулировать свойства композитов на основе минеральных и органических вяжущих.

Анализ состояния вопроса показал, что для повышения прочностных и других эксплуатационных свойств бетонов, растворов, полимеров и т.д. наиболее приемлемыми являются нанопорошки оксидов металлов, а также углеродные наночастицы [1].

Однако широкое применение в стройиндустрии указанных наномодификаторов сдерживается их высокой стоимостью. Это обусловлено тем, что среди эффективных способов получения, особенно фуллероидных наночастиц, до сих пор предлагаются технологии, которые характеризуются высоким энергопотреблением и необходимостью применения дорогостоящего технологического оборудования, высоких давлений, плазмы, дугового разряда, а также высокотоксичных реактивов с многостадийной химической очисткой [2, 3].

Целью работы является исследование физико-механических свойств мелкозернистого бетона, модифицированного микро- и нанодисперсными добавками, полученными в результате механохимической активации отходов от производства облицовочных декоративных материалов из шунгитового камня Зажогинского месторождения (Карелия) III-ей разновидности с содержанием углерода 28-32 % и 51-67 % кварца.

Для приготовления мелкозернистого бетона (МЗБ) применялись следующие материалы: портландцемент марки ПЦ 500 Д0 (РУП «Белорусский цементный завод», г. Костюковичи), кварцевый песок с модулем крупности 1,7 (ООО «Агростройинвест», г. Брянск), поверхностно-активное вещество нафталин-формальдегидного

типа ПАВ НФ (ТУ 5870-002-58042865-03), вода брянского водозабора.

Шунгитовый углерод представляет собой аморфную форму углерода с графитоподобными слоями длиной 4-6 нм, которые блокированы в пакки с количеством слоев от 3 до 8. Пакки создают глобулярные фуллереноподобные образования размером 10-20 нм с луковичной структурой [4].

Несмотря на отсутствие химических связей между породообразующими минералами шунгита Зажогинского месторождения (кварц – основной; кианит, альбит, микроклин, доломит, кальцит, гидрослюда, хлорит – примеси) и углеродом, они не разделяются при механическом измельчении и представляют собой две взаимопроникающие мозаичные структуры с контактной поверхностью между фазами около $20 \text{ м}^2/\text{г}$. Зерна кварца длиннопризматической формы с ярко выраженными гранями являются своего рода дисперсными носителями углеродных частиц, которые в значительной мере покрывают поверхность SiO_2 . Размер отдельных зерен составляет от долей до десятков микрометров.

Биполярная углерод-кремнеземистая структура шунгита обуславливает наличие у породы высоких значений по истираемости и ударной прочности, стойкости к агрессивным средам, адсорбционной активности, бактерицидных свойств, а также способности экранировать электромагнитные излучения и проводить электрический ток. Это предопределяет лучшие показатели строительно-эксплуатационных свойств шунгитосодержащих композиционных материалов [5].

В данной работе были проведены сравнительные исследования влияния на свойства бетонных смесей и бетона размеров частиц порошкообразных и суспензированных добавок, которые были получены путем помола в шаровой мельнице крошки фракции 3-10 мм, образу-

ющейся от производства облицовочных декоративных материалов из шунгитового камня, и путем диспергирования шунгитового наполнителя (ШН) в ультразвуковом механоактиваторе при частоте ультразвука 22 кГц. Гранулометрический анализ применяемых портландцемента и ШН определяли методом лазерной granulометрии с помощью установки «MicroSizer 201». Размер частиц полученных после ультразвукового диспергирования (УЗД) суспензированных добавок устанавливали методом фотокорреляционной спектроскопии с помощью многоуровневой системы 90Plus/Bi-MAS.MAS-OPTION.

Как видно из рис. 1, оптимальным временем помола шунгитовой крошки для получения ШН является 1 час, так как в этом случае график распределения частиц смещается в область более мелких размеров. Количественный грануло-

метрический анализ показал, что увеличение времени помола от 30 минут до 1 часа способствует снижению количества частиц фракций 600-13,4 мкм от 58,3 до 53,9 % и повышению содержания частиц фракций 3,30-0,2 мкм от 18 до 23 %. Количество частиц фракций 16,3-2,70 мкм не изменяется и составляет около 23 %.

Установлено, что для получения более тонкодисперсного наполнителя целесообразным является помол в течение 1 часа шунгитовой крошки в присутствии с ПАВ НФ. При этом снижается количество частиц фракций 600-13,4 мкм от 53,9 до 47,2 % и увеличивается содержание частиц размеров 16,3-2,70 мкм от 23,1 до 26,5 %, 3,30-0,2 мкм – от 23 до 26,3 %. Для сравнения в применяемом цементе содержание частиц фракций 600-13,4 мкм составляет 68,9 %, 16,3-2,70 мкм – 21,5 %, 3,30-0,2 мкм – 9,6 %.

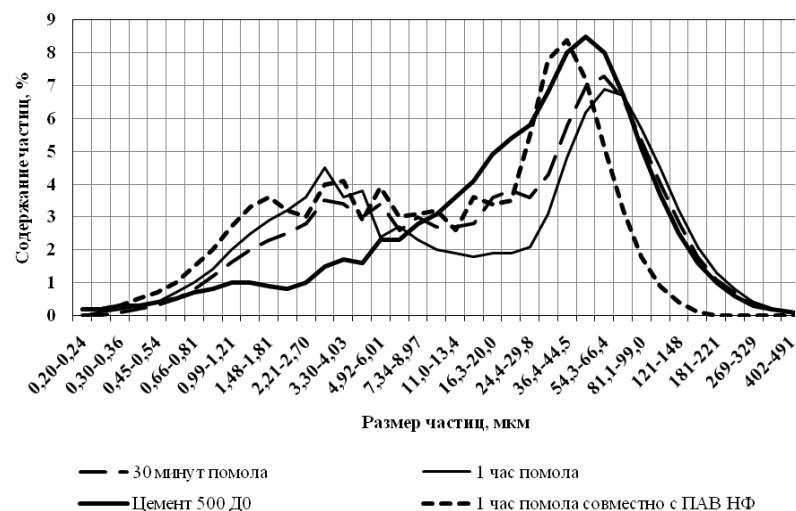


Рисунок 1. Гранулометрический состав МШ и портландцемента

Оптимальным временем ультразвукового диспергирования шунгитового наполнителя в воде без ПАВ НФ составляет 15 минут (рис. 2), что способствует получению суспензии с размером частиц от 201 до 5112 нм [6, 7]. При этом максимальное содержание частиц (65 %) ограничивается размером 3519 нм. Увеличение времени УЗД до 30 минут приводит к агрегации частиц и образованию более грубодисперсных суспензий с размерами частиц от 220,82 до 8767,95 нм. Полученные водные суспензии шунгита независимо от времени воздействия ультразвуком полидисперсны и неустойчивы: осажде-

ние агрегированных частиц наблюдается уже через 1-2 часа.

Наименьший размер частиц шунгита в воде и отсутствие их агрегации и осаждения наблюдается при ультразвуковом диспергировании шунгитового наполнителя с ПАВ НФ. Ультразвуковое диспергирование таких частиц в течение 15 минут способствует получению суспензии с размером частиц от 62 до 716 нм [8]. При этом 38 % частиц имеет размер 182 нм, 11 % – 165 нм.

В результате эксперимента установлено, что УЗД шунгитового наполнителя способствует

высвобождению подвижных углеродных фуллереноподобных наноструктур, что также подтверждает исследование, представленные в работе [9]. Очищенная от углерода поверхность кремнезема под действием ультразвуковых волн подвергается эрозии и диспергированию, вслед-

ствие чего образуются более мелкие микро- и наноразмерные частицы. Использование анионоактивного ПАВ НФ препятствует агрегации углеродных наноструктур и образующихся микро- и наночастиц кремнезема.

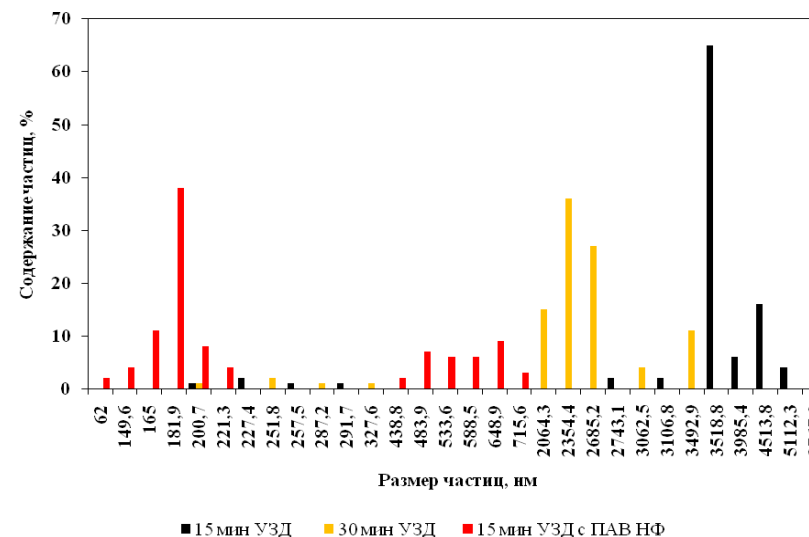


Рисунок 2. Гистограммы распределения частиц шунгита по размерам после ультразвукового диспергирования в воде при концентрации твердого вещества 1 г / 100 мл

Для изучения влияния разработанных микро- и нанодисперсных добавок на основе шунгита на физико-механические свойства мелкозернистого бетона изготавливали образцы размером 4×4×16 см из применяемых цемента и кварцевого песка состава 1:3, которые твердели в нормальных условиях.

С целью определения оптимального состава МЗБ, модифицированного добавкой шунгитового наполнителя с размером частиц 0,2-600 мкм,

использовали метод ортогонального центрального композиционного планирования эксперимента, при этом варьировали: содержание цемента ($X_1 = 300-500$ г), добавки ШН ($X_2 = 5-15$ %), водоцементное отношение ($X_3 = 0,37-0,43$). В результате были получены следующие уравнения регрессии, количественно характеризующие влияние добавки ШН на свойства бетонной смеси и прочностные характеристики МЗБ:

$$\begin{aligned} \text{подвижность} &= 101,47 + 1,8x_1 - 1,2x_2 + 1,8x_3 + 0,4x_1^2 + 1,6x_2^2 + 1,6x_3^2 - 0,13x_1x_2 + 0,13x_1x_3 - 0,13x_2x_3; \\ R_{\text{изг}}^{3\text{сут}} &= 0,99 + 1,21x_1 - 0,29x_2 + 0,57x_3 + 1,04x_1^2 + 0,62x_2^2 + 0,62x_3^2 + 0,04x_1x_2 + 0,34x_1x_3 - 0,22x_2x_3; \\ R_{\text{сж}}^{3\text{сут}} &= 2,75 + 6,36x_1 - 2,26x_2 + 2,62x_3 + 4,36x_1^2 + 3,34x_2^2 + 1,9x_3^2 - 1,08x_1x_2 + 2,13x_1x_3 + 0,13x_2x_3; \\ R_{\text{изг}}^{28\text{сут}} &= 1,31 + 1,71x_1 - 0,27x_2 + 0,44x_3 + 2,06x_1^2 + 1,25x_2^2 + 1,01x_3^2 + 0,41x_1x_2 - 0,004x_1x_3 - 0,09x_2x_3; \\ R_{\text{сж}}^{28\text{сут}} &= 5,75 + 10,64x_1 - 3,52x_2 + 3,11x_3 + 5,6x_1^2 + 7,04x_2^2 + 4,61x_3^2 - 2,2x_1x_2 + 2,6x_1x_3 + 1,7x_2x_3. \end{aligned}$$

Повышение количества добавки ШН от 5 до 15 % ведет к снижению прочности мелкозернистого бетона, что связано с разуплотняющим действием шунгитового наполнителя на бетонную смесь. Наибольшей прочностью мелкозернистый бетон обладает при максимальных

значениях цемента (500 г), В/Ц (0,43) и минимальном количестве добавки ШН (5 %). При этом предел прочности при изгибе и сжатии через 3 суток твердения МЗБ составляет 5,98 и 25,2 МПа, через 28 суток – 7,13 и 40,8 МПа соответственно.

Анализ полученных результатов (табл. 1) показывает, что использование добавки ШН с размером частиц от 62 до 716 нм в виде суспензии, вводимой в количестве 0,01 % в пересчете на сухое вещество от массы цемента вместе с водой затворения, значительно увеличивает прочность бетона как в ранние, так и поздние сроки твердения.

Максимальная прочность модифицированного МЗБ наблюдается при снижении подвижности бетонной смеси или сокращении расхода воды на 10 %. Кроме того, добавка ШН в виде суспензии способствует ускорению набора прочности мелкозернистого бетона в 1,9 раза через 1 сутки и в 2,8 раза через 3 суток твердения, а также снижению водопоглощения в 2-2,3 раза.

Таблица 1

Физико-механические свойства МЗБ, модифицированного добавкой ШН в виде суспензии

№ п/п	Содержание компонентов			Средняя плотность, кг/м³	Водопоглощение, %	Предел прочности при сжатии, МПа		
	ПЦ, г	В/Ц	суспензия ШН, %			1	3	28
Контрольный	500	0,43	-	1960	4,08	4,44	12,10	27,70
1	500	0,43	0,01	2242	2,05	7,56	25,70	45,50
2	500	0,39	0,01	2297	1,80	8,48	33,40	57,20

В результате проведенного качественного и количественного рентгенофазового анализа (рис. 3) по методу Ритвельда, установлено, что за счет взаимодействия $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с аморфизированным микро- и наноструктурным кремнеземом шунгита при гидратации цемента, в модифицированном бетоне по сравнению с контрольным МЗБ снижается интенсивность отра-

жения портландита (0,494; 0,263; 0,195; 0,169 нм) на 18 % и увеличивается количество гидросиликатов типа CSH (1,21; 0,427; 0,301; 0,282 нм) на 27 %. При этом фуллереноподобные шунгитовые наноструктуры скорее всего выполняют роль центров кристаллизации новообразований при твердении цементного камня.

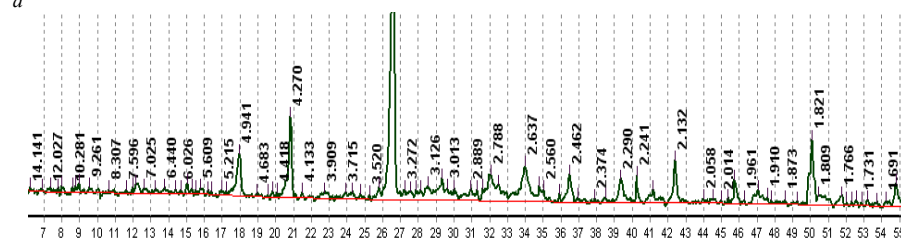


Рисунок 3. Рентгенограммы:

а - контрольного образца, б - образца с жидкой добавкой ШН

Исследования пористости образцов мелкозернистого бетона с разработанными углерод-кремнеземистыми добавками с помощью порозиметра AutoPore IV 9500 показали, что применение порошкообразной добавки ШН с

размером частиц 0,2-600 мкм ведет к снижению содержания капиллярных пор радиусом 0,1-1 мкм на 16,8 %, переходных пор радиусом 0,01-0,1 мкм на 5,8 % и увеличению количества гелевых пор радиусом 0,001-0,01 мкм на 3,4 % (рис. 4).

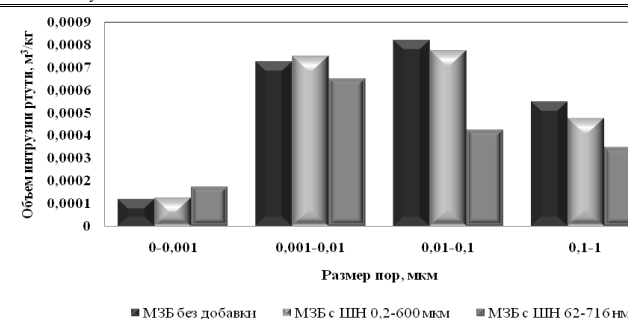


Рисунок 4. Интегральная пористость контрольного и модифицированного МЗБ

Установлено, что количество гелевых пор радиусом до 0,001 мкм значительно возрастает на 45,8 % при введении добавки ШН с размером частиц от 62 до 716 нм в виде суспензии, что свидетельствует о присутствии в структуре цементного камня высокодисперсных новообразований преимущественно низкоосновных гидросиликатов кальция. При этом содержание микропор, переходных и капиллярных пор снижается на 47 %, что предопределяет улучшение физико-механических свойств модифицированного МЗБ.

Таким образом, применение разработанных микро- и нанодисперсных добавок на основе отходов от производства облицовочных декоративных материалов из шунгитового камня Жажинского месторождения способствует ускорению твердения бетонной смеси, уменьшению переходной и капиллярной пористости, повышению плотности и прочности в 1,5-2 раза, а также снижению водопоглощения более чем в 2 раза.

Кроме того, применение суспензированной добавки ШН с размером частиц от 62 до 716 нм в виде суспензии в качестве ускорителя твердения бетонных смесей позволит повысить производительность заводов товарного и сборного железобетона, увеличить оборачиваемость форм, экономить цемент, снизить расход энергии при пропаривании изделий и конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Сахаров, Г.П. О краткосрочной перспективе нанотехнологий в производстве строительных материалов и изделий [Текст] / Г.П. Сахаров // Технологии бетонов.- 2009.- № 5.- С. 13-15.
- Рожкова, Н.Н. Технологии для многоуровневой активации наноуглерода шунгитовых пород [Текст] / Н.Н. Рожкова // Геодинамика, магматизм, седиментогенез и минералогия Северо-Запада России: материалы Всерос. конф.-

Петрозаводск: Институт геолог. КарНЦ РАН.- 2007.- С. 335-339.

3. Лукутцова, Н.П. Наномодифицирующие добавки в бетон [Текст] / Н.П. Лукутцова // Строит.материалы. Наука.- 2010.- № 9.- С. 101-104.

4. Калинин, Ю.К. Структура углерода шунгитов и возможности существования в нем фуллеренов [Текст] / Ю.К. Калинин // Химия твердого топлива.- 2002.- № 1.- С. 20-28.

5. Соколов, В.А. Шунгиты – новое углеродистое сырье [Текст] / В.А. Соколов, Ю.К. Калинин, Е.Ф. Дюккиев - Петрозаводск: Карел. науч. центр, 1984.-184 с.

6. Lukuttsova, N. Application of nanodispersed schungite as functional concrete admixture [Текст] / N. Lukuttsova, A. Pykin // SITA journal Israil.- 2010.- Vol. 12.- № 3.- Р. 40-43.

7. Пыкин, А.А. Влияние ультразвукового диспергирования шунгитового наполнителя на прочность мелкозернистого бетона [Текст] / А.А. Пыкин, Н.П. Лукутцова // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: материалы 67-й Всерос. науч.-техн. конф.- Самара: СГАСУ, 2010.- С. 278-280.

8. Пыкин, А.А. Роль стабилизаторов при получении нанодисперсного шунгита как эффективного модификатора бетонов [Текст] / А.А. Пыкин, Н.П. Лукутцова // Проблемы инновац. биосф.-совместимого соц.-эконом. развития в строит., жилищно-коммунал. и дорожн. комплексах: материалы 2-й Междунар. науч.-практ. конф.- Брянск: БГИТА, 2010.- С. 232-238.

9. Получение устойчивых водных дисперсий нанокластеров шунгитового углерода [Текст] / Н.Н. Рожкова и др. // Минералогия, петрология и минералогия докембрийских комплексов Карелии: материалы науч. сессии.- Петрозаводск: Институт геолог. КарНЦ РАН, 2007.- С. 89-93.

Рахимбаев Ш. М., д-р техн. наук, проф.,
Толыпина Н. М., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕАКЦИЙ МЕЖДУ ЩЕЛОЧАМИ И ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

tolypina.n @yandex.ru

Предложен способ определения реакционной способности кремнезема заполнителя взаимодействовать со щелочами цемента. Испытания проводят в нормальных условиях на смесях цемента и монофракционного песка, затворенного растворами щелочей при помощи кольца Ле Шателье.

Ключевые слова: кольцо Ле Шателье, кремнезем, щелочи.

В настоящее время оценка реакционной способности кремнезема заполнителя взаимодействовать со щелочами цемента осуществляется в соответствии с ГОСТ 8269.0 – 97, где рекомендовано 4 основных метода [1].

Минералого-петрографический и химический способы позволяют определять наличие реакционноспособного кремнезема. В первом случае по показателю светопреломления, во втором – путем определения растворимого кремнезема в 1 М растворе NaOH весовым или фотоколориметрическим методом. Заполнитель считают реакционноспособным, если содержание растворимого SiO₂ превышает 50 ммоль/л. Однако, превышение количества реакционноспособного кремнезема свыше установленного критерия – 50 ммоль/л, не всегда вызывает появление опасных деформаций в бетоне [2, 3].

Более достоверную информацию дают методы, основанные на измерениях деформаций растворных или бетонных призм. Ускоренный метод (около 2-х недель), заключается в измерении деформаций призм 25х25х254 мм, изготовленных из мелкозернистого бетона (1:2,25), хранившихся при t=80±1 °С в 1 М растворе гидроксида натрия. Заполнитель считают неакционноспособным, если расширение составляет менее 0,1 %. Второй метод испытаний образцов бетона по относительным деформациям проводится в течение года. Для испытаний готовят образцы-балочки 70х70х280 мм из бетонной смеси 1:1,4:2,6. В смесь добавляют NaOH, чтобы количество щелочей соответствовало 1,5 %. Образцы хранятся во влажной среде при t=38±1 °С, измерения проводят 1 раз в месяц в течение 12 месяцев. Относительное удлинение (12-е значение) не должно превышать 0,04 %.

Результаты испытаний по относительным деформациям, полученные по ускоренной и длительной методикам, могут существенно отличаться. Ускоренные методы дают более надежные результаты для заполнителей с высокой реакционной способностью [3], но для заполнителей с низкой реакционной способностью

результаты испытаний могут быть ошибочными. В любом случае длительные испытания, как более приближенные к натурным, чем ускоренные, обеспечивают более достоверные результаты, на которые следует опираться в первую очередь.

Необходимо отметить, что применяемые методики отличаются высокой трудоемкостью либо длительностью, могут выполняться в хорошо оснащенных, специализированных лабораториях, что не всегда имеет место на заводах ЖБИ. В связи с этим, необходимо создание новых методов определения потенциально реакционноспособных заполнителей, прогнозирования развития коррозии и способов ее устранения. Авторы предлагают для измерений деформаций расширения использовать стандартное кольцо Ле Шателье, применяемое для установления равномерности изменения объема цемента по ГОСТ 30744–2001.

В работе использовали материалы: ЦЕМ I 42,5 Н (ЗАО «Белгородский цемент») с содержанием щелочей 0,73 %, природный кварцевый песок Нижнеолшанского месторождения (фракция 0,63–1,25 мм), дробленый природный перлит Мухор-Талинского месторождения (фракция 0,63–1,25 мм), Вольский песок (ГОСТ 6139–2003).

Из цемента с песком готовили смесь 1:2 нормальной густоты по ГОСТ 310.4–81. С водой затворения вводили добавки NaOH, NaCl, КОН в количестве 3 % от массы вяжущего. Полученной смесью заполняли кольцо на стеклянной пластинке, сверху накрывали стеклом и помещали груз (100 г), измеряли расстояние между концами стержней (мм) и помещали в эксикатор над водой на 24 ч. Затем убирали груз и пластинки, проводили измерения и погружали кольца в воду комнатной температуры. Измерения проводили через день при помощи линейки. Кольцо Ле Шателье показало достаточную чувствительность к расширению цементно-песчаного раствора. Результаты испытаний приведены на рис. 1.

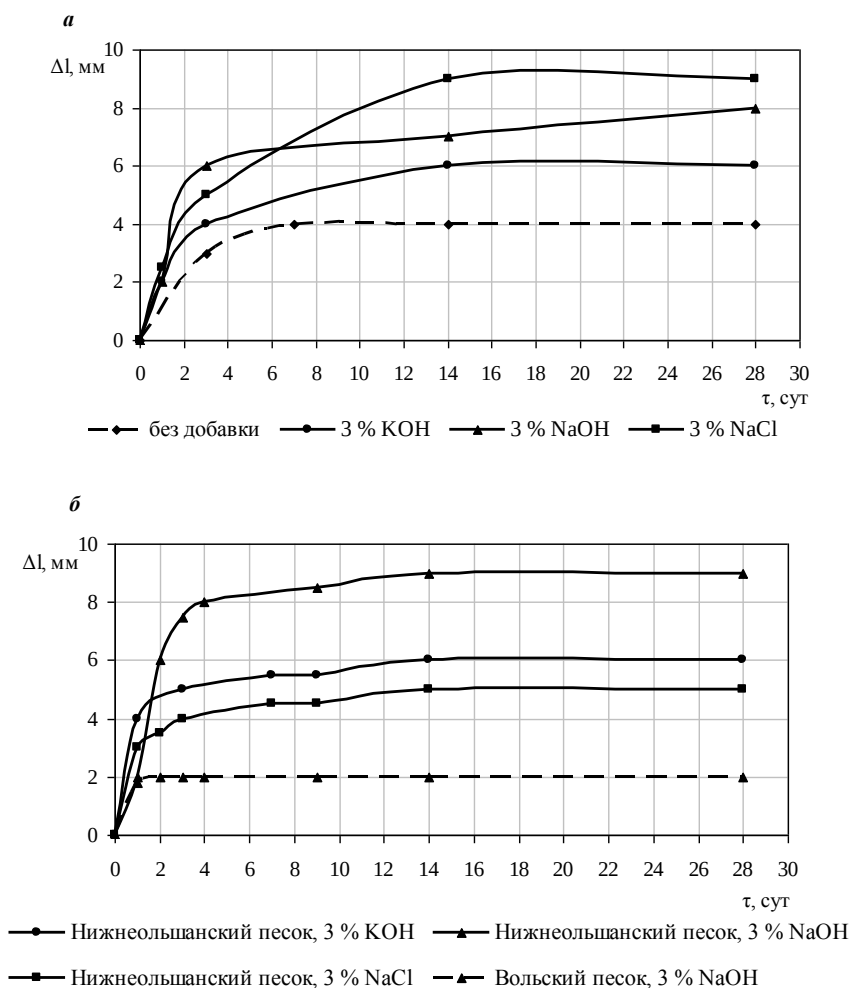


Рисунок 1. Расстояние между концами стержней кольца Ле Шателье:
а - перлитовый заполнитель; б - кварцевый песок

Как видно из рис. 1(а) расширение кольца Ле Шателье, заполненного цементно-песчаным раствором на перлитовом заполнителе продолжалось около 14 сут, после чего до 28 сут расширения не происходило. Наличие реакционно-способного кремнезема в перлите составляет 134 ммоль/л [4]. Расширение кольца Ле Шателье является показателем взаимодействия щелочей цемента с заполнителем. В результате образования щелочесиликатного гидрогеля развивается давление на окружающий материал, что вызы-

вает появление растягивающих напряжений, в результате чего раствор испытывает объемные деформации. Наибольшее расширение наблюдалось с добавкой NaCl, наименьшее – с КОН. Контрольный (бездобавочный) состав также вызвал расширение, что можно отнести к свойствам самого вяжущего. Смесь на природном кварцевом песке при затворении растворами добавок NaOH, NaCl и КОН также показала расширение: наибольшее – с добавкой NaOH, наименьшее – с добавкой NaCl (рис. 1, б). Вызы-

вает интерес зависимость раскрытия кольца от вида катиона: в присутствии катионов Na^+ раскрытие кольца больше, чем с катионами K^+ . Добавка NaCl вызывает наибольшее расширение на перлите, наименьшее – на кварцевом песке.

Это согласуется с данными, приведенными в работе [5], где было установлено содержание активного кремнезема 86 ммоль/л в песке речных месторождений Республики Татарстан (Саканы), что превышает допустимые величины по ГОСТ 8269.0-97. Применение такого песка в бетонах на низкосодержащих цементах не вызывает опасных деформаций расширения, превышающих допустимую величину 0,1 %. Однако в более поздние сроки или при изменении условий эксплуатации деформации могут появиться.

Полученные результаты подтверждают, что расширение является сложной зависимостью от количества и химической активности заполнителя, и необязательно будет возрастать по мере увеличения содержания реакционноспособного заполнителя [6].

Анализ приведенных на рис. 1 экспериментальных данных по кинетике расширения показывает, что они могут быть описаны уравнениями теории переноса [7]. При обработке экспериментальных данных по кинетике расширения мелкозернистых бетонов получается две кинетические константы: начальная скорость и коэффициент торможения, которые не зависят от срока испытаний, являются постоянными для любой продолжительности процесса коррозии. Это позволяет производить сопоставление результатов испытаний коррозии щелочей с заполнителем, полученных по различным методикам [1] и производить их сопоставление с единых позиций.

Вывод: предложен достаточно простой и быстрый способ для определения расширения цементно-песчаного раствора, что позволяет установить наличие реакционноспособного кремнезема в заполнителе. Испытания прово-

дятся в нормальных условиях, что в большой степени приближено к естественным условиям эксплуатации и обеспечивает более достоверные результаты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ГОСТ 8269.0-97 «Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний» – Москва, 1997.
- Брыков, А.С. Щелоче-силикатные реакции и коррозия бетона [Текст] / А.С. Брыков // Цемент и его применение, 2009. – №5. – С.31–37.
- Иванов, Ф.М. Взаимодействие заполнителей бетона с щелочами цемента и добавок [Текст] / Ф.М.Иванов, Г.В. Любарская, Н.К. Розенталь // Бетон и железобетон, 1995. – №1. – С.15–18.
- Розенталь, Н.К. Коррозия бетона, вызванная взаимодействием щелочей цемента с кремнеземом заполнителя [Текст] / Г.В. Любарская // Технологии бетонов, 2005. – №5. – С.17–19.
- Морозова, Н.Н. Внутренняя коррозия бетона на заполнителях речных месторождений Татарстана [Текст] / Н.Н.Морозова, А.И. Матейюнас, В.Г. Хозин, Н.А.Захарова, Т.З. Лыгина // Строительные материалы, 2005. – №11. – С.27–28.
- Блэнкс, Р.Ф. Технология цемента и бетона [Текст] / пер. с англ. Р.Блэнкс, Г.Л.Кеннеди. – М.: Промстройиздат, 1957. – С.256–275.
- Рахимбаев, Ш.М. Расчет кинетики процессов переноса в технологии строительных материалов: метод. указания. – 2-е изд., стер. [Текст] / Ш.М. Рахимбаев, Е.А.Поспелова. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. – 55 с.

Наумова Л. Н., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ КИСЛОЙ СРЕДЫ НА СВОЙСТВА ХРИЗОТИЛЦЕМЕНТНОЙ ПЫЛИ

naumova_ln@mail.ru

Установлено, что пребывание хризотилцементной пыли в кислой среде приводит к структурным изменениям в кристаллической решетке волокнистой составляющей.

Происходит постепенное разрушение цементной матрицы и высвобождение хризотилементных волокон, вероятно, с неизменными (канцерогенными) свойствами, что будет представлять опасность для организма человека.

Ключевые слова: хризотилцементная пыль, биологическая агрессивность, кислая среда, структурные изменения, пучки волокон, химический состав.

Большое внимание во всем мире уделяется профилактике хризотилементных заболеваний. В России 80 % хризотила используется для производства хризотилцементных изделий и вопрос биологической агрессивности хризотилцементной пыли [1, 2, 3] продолжает оставаться открытым. Поэтому представляет интерес изучение пути расщепления пучков хризотила на единичные волокна как в модельных экспериментах, так в живом организме.

С целью физико-химического моделирования процессов, происходящих в организме человека при вдыхании хризотилцементной пыли, была проведена кислотная обработка в течение различного периода времени.

Изучение вещественного, в том числе и химического состава, структурных изменений в кристаллической решетке волокнистых частиц хризотилцементной пыли в кислой среде проведено с использованием комплекса методов анализа.

Используемая для эксперимента хризотилцементная пыль была отобрана в месте распиловки хризотилцементных изделий на шиферном производстве №1 ОАО «БелАЦИ» и прошла стадию диспергации с использованием центробежного сепаратора с тангенциальным поддувом воздуха.

Рентгенофазовый анализ пробы хризотилцементной пыли показал, что исследованная проба представлена хризотилом, клинкерными минералами, кальцитом. При петрографических исследованиях пыли установлено, что она содержит, в основном, неволокнистые дисперсные частицы размером от 1 до 15 мкм, реже до 150 мкм, с преобладанием частиц 1–4 мкм. По минералогическому составу частицы пыли представлены мелкокомозичным кальцитом - CaCO_3 ($N_g = 1,658$, $N_r = 1,460$), очень небольшим количеством - до 5 % - арагонита ($N_g = 1,681$, $N_r = 1,528$) и кварцем - SiO_2 ($N_e = 1,553$, $N_o = 1,544$).

Количество хризотила по данным петрографического анализа ($N_g = 1,546$, $N_r = 1,536$) в

пыли невелико - 1–2 % от общего состава пыли. Отдельные волокна в основном имеют диаметр 1–2 мкм, длину 15 мкм, редко - до 20–60 мкм. Среди них встречаются нераспущенные агрегаты толщиной до 30–40 мкм и длиной до 160–400 мкм, что соизмеримо с размерами волокон товарного хризотила и свидетельствует о плохой распушке хризотила.

Для исследования влияния кислотности среды на химический состав волокнистых частиц хризотилцементной пыли были приготовлены растворы соляной кислоты с $\text{pH}=3$; $\text{pH}=4$; $\text{pH}=6$. Методика заключалась в следующем: хризотилцементную пыль в количестве 1 г помещали в пробирку и приливали 20 мл раствора соляной кислоты. Растворы готовили следующим образом: к 60 мл дистиллированной воды приливали 10 мл 0,1М раствора соляной кислоты получали кислый раствор $\text{pH}=3$; к 60 мл дистиллированной воды приливали 5 мл 0,1М раствора соляной кислоты получали кислый раствор $\text{pH}=4$; к 60 мл дистиллированной воды приливали 2,5 мл 0,1М раствора соляной кислоты получали кислый раствор $\text{pH}=6$. Пробы хризотилцементной пыли выдерживали в каждом растворе в течение 2 ч, 1 сут., 3 сут., 1 нед при температуре 30°C. По истечении вышеуказанного срока пробы промывали дистиллированной водой. Далее исследуемые пробы изучали в растровом ионно-электронном микроскопе при увеличении 200 $\times$, 500 $\times$, 5000 $\times$, 10000 $\times$ и анализировали их химический состав. По полученным электронномикроскопическим снимкам проводили визуальный подсчет количества волокон и пучков.

Результаты подсчета числа волокон и пучков хризотила обработанных HCl образцов хризотилцементной пыли при одном из выбранных увеличений электронного микроскопа ($\times 5000$), суммарно в 300 полях зрения приведены в табл. 1. Полученные данные показывают, что после кислотной обработки произошло увеличение числа волокон в образце и уменьшение количе-

ства пучков (параллельно-волокнистых агрегатов) хризотила. На основании вышесказанного можно сказать, что происходит разрушение цементной оболочки вокруг агрегатов волокон, а также аморфного межфибриллярного вещества серпентинитового состава и, следовательно, высвобождение более тонких пучков хризотила из их толщи.

При электронномикроскопическом исследовании свободных от цементной матрицы волокон не обнаружено (рис. 1, 2). Изображения микродифракции (рис. 4, 5) электронов показали, что с течением времени кристаллическая решетка волокон и фибрилл хризотила, пребывающих в кислой среде аморфизуется, что позволяет предположить о снижении канцерогенных свойств.

Таблица 1

Количество волокон и пучков хризотила в хризотилцементной пыли после обработки HCl (300 полей зрения сканирующего электронного микроскопа $\times 5000$)

Время инкубации	Волокна			Пучки		
	рН раствора			рН раствора		
	3	4	6	3	4	6
Исходное количество	1800	1800	1800	1200	1200	1200
2 часа	1503	12002	9005	601	603	302
24 часа	2407	24004	15003	305	304	304
72 часа	18005	15007	15004	303	602	0
7 суток	27010	27009	45002	0	301	0

На рисунке 1 и 2 представлены электронномикроскопический снимок и микродифракционная картина товарного хризотила марки А-5-65 Баженовского месторождения.

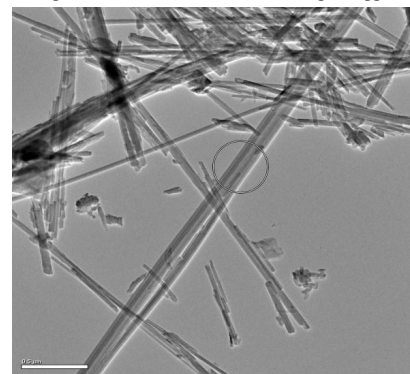


Рисунок 1. Товарный хризотил марки А-5-65 Баженовского месторождения

На рисунке 3 и 4 представлены электронномикроскопический снимок и микродифракционная картина продуктов обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты с $\text{pH}=4$ в течение 2 час.

Анализ энергодисперсионных спектров показал уменьшение количества структурообразующих волокон хризотила элементов Mg и Si , а также железа и значительное увеличение содержания кальция. При этом, очевидно, имеет место как хемосорбция Ca в вакантных по Mg позициях поверхности монокристаллов хризотила, так и диффузия Ca в более глубокие его слои.

онная картина товарного хризотила марки А-5-65 Баженовского месторождения.

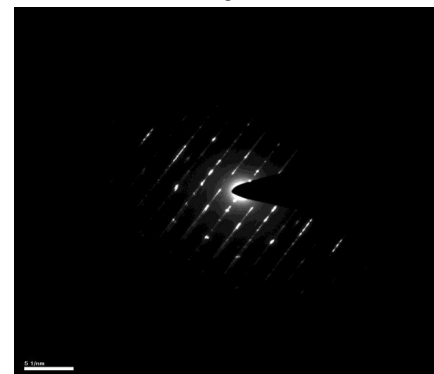


Рисунок 2. Микродифракционная картина товарного хризотила марки А-5-65 Баженовского месторождения

На рисунке 5 и 6 представлены электронномикроскопические снимки и микродифракционная картина продуктов обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты с $\text{pH}=4$ в течение 1 нед.

Химический состав продуктов обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты с $\text{pH}=4$ по данным энергодисперсионного микроанализа представлен в таблице 2.

Таким образом, можно сказать, что после обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты на волокнах зафиксированы следы коррозионного процесса, контур волокна и

самой поверхности размыт. Микродифракционные картины продуктов обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты сви-

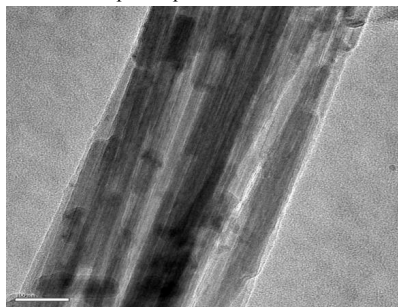


Рисунок 3. Продукты обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты с pH=4 в течение 2 час

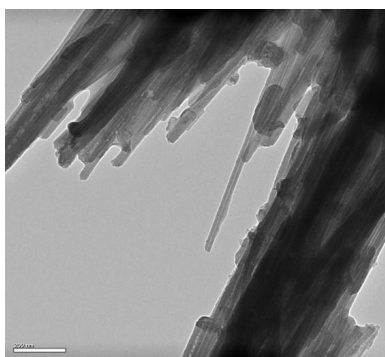


Рисунок 5. Продукты обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты с pH=4 в течение 1 нед.

детельствуют о структурных изменениях в кристаллической решетке, особенно после выдержки ее в течение недели.

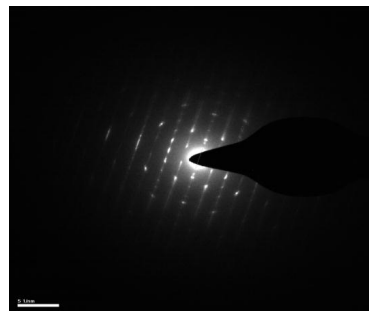


Рисунок 4. Микродифракционная картина продуктов обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты с pH=4 в течение 2 час

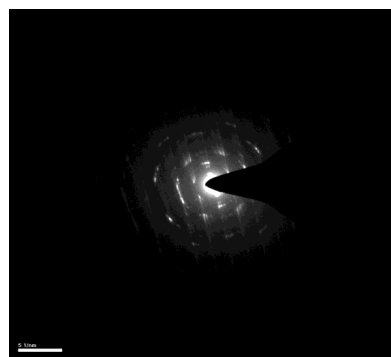


Рисунок 6. Микродифракционная картина продуктов обработки хризотилцементной пыли раствором соляной кислоты с pH=4 в течение 1 нед.

Таблица 2

Химический состав продуктов обработки хризотилцементной пыли

№	Кислотность среды	Время экспозиции	Содержание оксидов, масс. %			
			MgO	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃
1	pH=4	2 часа	19,82	33,75	3,18	0,39
2		1 неделя	5,67	46,06	4,79	0,21

Пребывание хризотилцементной пыли в кислой среде ведет к постепенному разрушению цементной матрицы и высвобождению из пучков хризотилловых волокон. Поэтому, наибольшую опасность для человека будут представлять высвободившиеся из пучков хризотилловые волокна, которые, вероятнее всего, будут иметь неизменные (канцерогенные) свойства. Но данный факт необходимо всесторонне изучать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pott F., Huth F., Spurny K. Tumour induction after intraperitoneal injection of fibrous

dusts. // Biol. Eff. miner. Fibres. Vol1. – Lyon, 1980. – p.337–342.

2. Пылев, Л.Н. Роль модифицирующих факторов в канцерогенном действии асбеста и асбестосодержащих пылей [Текст] // Л. Н. Пылев // Экспериментальная онкология. 9. – 1987. – № 5. – С. 14–17.

3. Экспериментальная оценка фиброгенного действия асбестосодержащих пылей [Текст] / А.С. Яценко [и др.] // Гигиена и санитария. М. – 1993. – №8. – С.35–38.

Матюхин П. В., канд. техн. наук, доц.,
Павленко В. И., д-р техн. наук, проф.,
Ястребинский Р. Н., канд. физ.-мат. наук, доц.,
Бондаренко Ю. М., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОКОНСТРУКЦИОННЫХ РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫХ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТОВ

mpvbgutu@mail.ru

Рассмотрен вопрос перспективы создания современных высококонструкционных радиационно-защитных металлокомпозиций. Наибольший интерес среди таких композиций представляет высококонструкционный неорганический металлокомпозиционный материал на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита), оксида висмута и дюралевой матрицы.

Ключевые слова: радиационно-защитный композит, металлокомпозит, свойство, прочность, характеристики, измерения, гематит, оксид висмута, дюраль.

Широкое использование в обиходе человека источников ионизирующего излучения требует уделять особое внимание вопросам обеспечения радиационной безопасности на всех объектах, использующих данные источники.

Одним из важных элементов радиационной безопасности является защитный материал, который в зависимости от области применения должен обеспечивать бесперебойное функционирование объекта, при этом, постоянно обеспечивая высокий уровень биологической безопасности. Решение таких задач требует разработки новых эффективных конструктивных радиационно-защитных материалов с заданными свойствами.

Радиационно-защитные материалы нового поколения должны обладать: высокой плотностью, которая обеспечивает эффективное поглощение излучения; низкой наведенной радиоактивностью; высокой термической стойкостью; высокими физико-механическими показателями, так как защита от излучений во многих случаях выполняет роль несущей конструкции; невысокими значениями модуля упругости, способствующего уменьшению напряжения на растяжение в результате их нагрева; высокими значениями теплопроводности для уменьшения температурного градиента по толщине защиты; минимальными значениями разности температурных коэффициентов линейного расширения их составляющих частей, что обеспечивает монолитность композита при его эксплуатации в знакопеременных температурах; минимальной усадкой при монтаже и эксплуатации; водо- и газонепроницаемостью; химической инертностью; высокой коррозионной стойкостью; технологичностью; невысокой стоимостью [1].

В природе нельзя найти материала, удовлетворяющего всем вышеприведенным требованиям. Поэтому одним из перспективных направлений создания таких современных радиационно-защитных материалов является разработка высококонструкционных металлокомпозиционных материалов путем совмещения в конгломерат различных компонентов, которые в дальнейшем будут придавать композиту свои уникальные свойства.

При разработке таких композиционных материалов необходимо осуществить правильный выбор компонентов (наполнитель, матрица), определить рецептуру и режимы технологического процесса изготовления, обеспечивающих получение материала с оптимальной структурой и заданными свойствами.

Для радиационной защиты на сегодняшний день используют различные композиционные материалы, как облицовочные, так и материалы, несущие значительные конструктивные нагрузки. Матрицы таких композиционных материалов могут быть представлены резиноподобными полимерами, смесями эпоксидной смолы, портландцемента и жидкого стекла, баритовыми и сернистыми бетонами с различными модификаторами и многими другими. В качестве наполнителей используют соединения свинца, железоксидные системы, марганцевые и силикомарганцевые ферросплавы, стекло, керамику и др. [2].

Особый интерес представляют собой конструктивные металлокомпозиционные материалы состоящие из специальных наполнителей естественного и искусственного происхождения (граниты, базальты, известняки, доломиты, кварциты, мрамор, металлургические и топливные шлаки, золы, керамзит, железок-

сидные системы и др.), упакованных в металлические матрицы (алюминиевую, свинцовую, медную, оловянную и др.) [3].

Ввиду постоянно увеличивающихся экологических требований к материалам, с которыми осуществляется непосредственный контакт обслуживающего персонала, рационально использовать в процессе разработки и получения композиционного материала его экологически чистых составляющих компонентов.

Одним из таких композитов является высококонструкционный неорганический радиаци-

онно-защитный металлокомпозиционный материал на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы. На рис. 1. приведена оптическая фотография внешнего вида лабораторного образца такого металлокомпозиата, выполненного в форме цилиндра. На рис. 2. представлена оптическая микрофотография среза металлокомпозиата, которая позволяет говорить об однородности материала.



Рисунок 1. Внешний вид лабораторного образца высококонструкционного неорганического радиационно-защитного металлокомпозиционного материала на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы

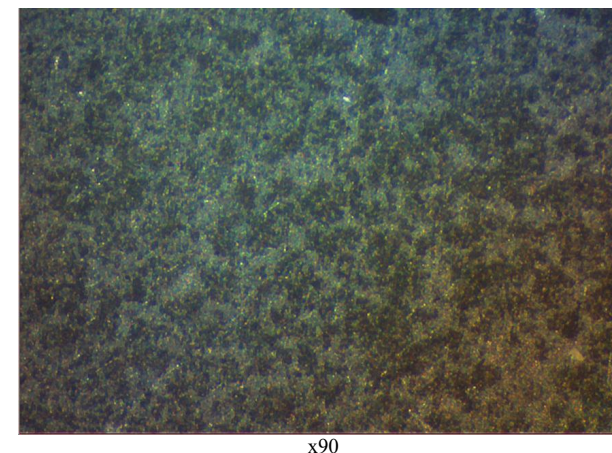


Рисунок 2. Оптическая микрофотография среза высококонструкционного неорганического радиационно-защитного металлокомпозиционного материала на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы

В табл. 1. приведены основные физико-механические свойства высококонструкционного неорганического радиационно-защитного металлокомпозиционного материала на основе вы-

сокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы.

Таблица 1

Основные физико-механические свойства высококонструкционного неорганического радиационно-защитного металлокомпозиционного материала на основе высокодисперсного железоксидного наполнителя (гематита Fe_2O_3), оксида висмута и дюралевой матрицы

№ п/п	Показатель	Значение
1	Плотность, кг/м^3	3945
2	Прочность на сжатие, МПа	790
3	Прочность на изгиб, МПа	290
4	Прочность на растяжение, МПа	$215 \cdot 10^3$
5	Твердость по Бринеллю, HB (10, 3000, 10)	207
6	Твердость по Роквеллу, HRB	85
7	Микротвердость по Виккерсу, МПа	4000
8	Водопоглощение в теч. 30 сут., %	0
9	Температура эксплуатации без потери геометрии, °C	до 550

Металлокомпозиционный материал обеспечивает эффективную биологическую защиту от быстрых электронов с энергией до 6,2 МэВ с поглощенной дозой до 2 МГр и γ -излучения в энергетическом диапазоне 0,06–1,2 МэВ с поглощенной дозой до 10 МГр

Сочетание высоких прочностных, эксплуатационных и радиационно-защитных свойств таких металлических композитов, позволяет использовать их в качестве несущих конструкций на ядерно-энергетических объектах, включая электронные ускорители, а так же в авиакосмической промышленности, военно-морском флоте.

На наш взгляд, дальнейшая разработка и проектирование таких высококонструкционных металлокомпозиционных материалов является наиболее перспективным направлением в атомно-строительной промышленности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Радиационно-защитные и коррозионно-стойкие серные строительные материалы [Текст] / Е.В. Королев [и др.]. - М.: Изд-во «Палеотип», 2006. - 272 с. - ISBN 5-94727-123-0
2. Онищук, В.И. Особенности формирования структуры и свойства композиционного материала для радиационной защиты [Текст] / В.И. Онищук, Н.А. Четвериков, В.И. Павленко // Перспективные материалы. №4. - 2010. - С. 34-40
3. Болдырев, А.М. Анализ механизмов образования соединений металлической матрицы с неметаллическим наполнителем в металлобетонах [Текст] / А.М. Болдырев, А.С. Орлов, Е.Г. Рубцова // Междунар. конф. «Сварка и родственные технологии в строительстве и стройиндустрии» / М.: Изд-во ЦРДЗ, 1994. - С. 93-94.

Никифоров Е. А., канд. техн. наук,
Логанина В. И., д-р техн. наук, проф.,
Симонов Е. Е., аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНОЙ АКТИВАЦИИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ДИАТОМИТА*

postman@diatomit.ru

Приведены сведения о структуре и свойствах диатомита, активированного гидрооксидом натрия. Выявлено, что микроструктура поверхности активированного диатомита, исследованная методом сканирующей зондовой микроскопии, характеризуется развитым рельефом. Установлен показатель фрактальной размерности поверхностного фрактала. Показано изменение фазового состава активированного диатомита и известковых композиций с его применением.

Ключевые слова: диатомит, известковая смесь, активация, метод зондовой микроскопии.

Введение

За последние годы вырос интерес исследователей и практиков к применению диатомита как сырья композитов различного функционального назначения. При производстве бетонов, растворов на основе минеральных вяжущих обусловлена количеством в диатомитах аморфного SiO_2 , содержание которого может колебаться от 40% до 100% к общему количеству SiO_2 . В патентной и научно-технической литературе описаны способы активации диатомита, способствующие увеличению содержания кремнезема в аморфном виде либо созданию дополнительных химических связей. В [1] описан способ активации, заключающийся в термообработке диатомита при температуре 800–900°C. Авторами установлено изменение кислотно-основных центров на поверхности диатомита, однако такой способ активации предусматривает повышенные энергозатраты.

Нами предложена щелочная активация диатомита, заключающаяся в совместном помоле диатомита и гидроксида натрия. Выбор гидроксида натрия обусловлен возможностью образования при совместном помоле щелочных силикатов, способствующих в дальнейшем взаимодействию с известью.

Экспериментальная часть

В работе применяли диатомит Инзенского месторождения. Активацию диатомита проводили путем совместного помола в шаровых мельницах с гидрооксидом натрия в различных соотношениях. Помол осуществлялся в шаровой мельнице до величины удельной поверхности $S_{уд}$, составляющей $S_{уд} = 11248 \text{ см}^2/\text{г}$. При рентге-

нофазовом анализе (РФА) установлено наличие в диатомите монтмориллонитовых минералов и кремнезема. Кремнезёмистая составляющая диатомита представлена аморфной фазой с присутствием кристаллической фазы в виде β -кварца. На рентгенограмме образцов, полученных совместным помолом диатомита и гидроксида натрия NaOH в соотношении 1:0,2, присутствуют дополнительно дифракционные линии (А) следующих соединений:

-гидросиликаты натрия: 2,555; 2,449; 2,364; 1,815;

-карбонат натрия: 1,706; 1,668; 1,404.

Анализ рентгенограмм образцов показывает, что степень закристаллизованности образцов невысокая.

Для оценки структуры поверхности диатомита применяли методы сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ), в частности, использовали атомно-силовую микроскоп. АСМ-изображения получались в комнатной атмосфере в контактном режиме с силой 55 нН с использованием кремниевых кантилеверов, имеющих радиус закругления острия 15 нм [2].

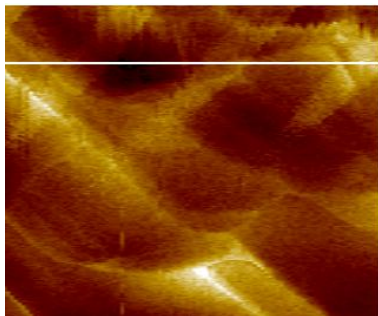
Характерный вид исходной поверхности диатомита, активированного гидрооксидом натрия в соотношении 1:0,2, показан на АСМ-изображении на рис. 1, а вместе с поперечным сечением рельефа вдоль линии, показанном на рис. 1, б.

Хорошо видно периодическое чередование светлых и темных полос в изображении, что говорит об изменении высоты поверхностного рельефа при переходе от слоя к слою. Шероховатость поверхности равна $R_a = 154 \text{ нм}$. Максимальная высота рельефа составляет 886 нм на пути длиной 3,092 мкм. Высота рельефа, рав-

ная 257 нм, составляет 50-95 % поверхности, а 10-50 % -293 нм. Значение фрактальной размерности поверхностного фрактала, который является интегральной количественной мерой структурности объектов, составляет $D=2,66$, что также свидетельствует о развитой поверхности[3].

Поверхность содержит определенное количество пор, отличающихся друг от друга по форме и размерам. Результаты исследований свидетельствуют, что преобладают поры диаметром от 80 до 200 нм, их удельный вес составляет 70,6 % (рис. 2).

а



б

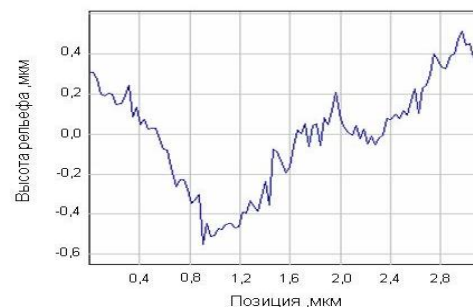


Рисунок 1. АСМ-изображение поверхности диатомита, активированного гидрооксидом натрия в соотношении 1:0,2 (а) и рельефа поверхности (б), построенного вдоль соответствующей линии

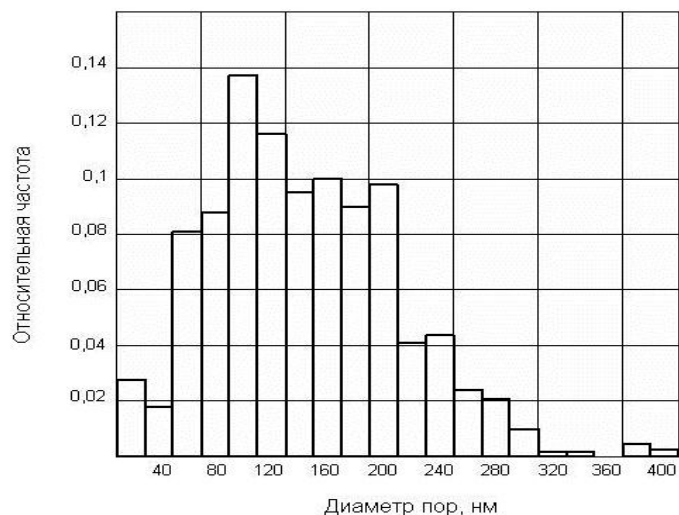


Рисунок 2. Гистограмма распределения диаметра пор диатомита, активированного гидрооксидом натрия в соотношении 1:0,2

Эффективность активации оценивали по показателям прочности известково-диатомовых композитов. Предварительными исследованиями установлено оптимальное соотношение известь:диатомит, составляющее 1:4. В работе применяли известь 3 сорта с активностью 72 %. Образцы формовались с водоизвестковым отношением В/И, равным В/И=2,8, и твердели в воздушно-сухих условиях при температуре окружающего воздуха 18-20 °С и относительной влажности 60-70 %.

Таблица 1

Состав	Прочность при сжатии, МПа		
	Время твердения, сут		
	7	14	28
Состав 1:4, диатомит исходный	1,23	1,35	1,6
Состав 1:4, диатомит, активированный NaOH в соотношении 1:0,6	1,30	1,98	4,26
Состав 1:4, диатомит, активированный NaOH в соотношении 1:0,2	1,57	2,64	6,24

Данные, приведенные в таблице, свидетельствуют, что щелочная активация диатомита способствует повышению прочности известково-диатомовых композитов. Так, прочность при сжатии в возрасте 28 суток твердения контрольных образцов составляет $R_{сж} = 1,6$ МПа, а составов на активированном диатомите при соотношении диатомит:гидрооксид натрия =1:0,6 - 4,26 МПа. Более высокой прочностью обладает известковый композит, рецептура которого содержит диатомит, активизированный гидрооксидом в соотношении 1:0,2. Прочность при сжатии составляет $R_{сж} = 6,24$ МПа.

Рентгенофазовый анализ подтвердил высказанное предположение об эффективности активации диатомита гидрооксидом натрия. На рентгенограмме образцов, полученных в возрасте 28 суток воздушно-сухого твердения известковых композиций с применением активированного диатомита, дополнительно идентифицируются гидросиликаты кальция-натрия (d (А): 2,754;2,282; 2,236;1,960), что вызывает дополнительный прирост прочности, как указано в таблице.

Выводы

Установлено, что введение в известковые составы наполнителей на основе диатомита, активизированного совместным измельчением с гидрооксидом натрия, приводит к повышению

прочности при сжатии в 4 раза. Методом рентгенофазового анализа выявлено, что получаемый тонкодисперсный наполнитель, активизированный гидрооксидом натрия дополнительно содержит, гидросиликаты натрия и карбонаты натрия. Микроструктура поверхности активированного диатомита, исследованная методом сканирующей зондовой микроскопии, характеризуется развитым рельефом, показатель фрактальной размерности составляет 2,66.

*Работа выполнялась в рамках госконтракта с Министерством образования и науки РФ № 13.G25.31.0092.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Логанина, В. И. Влияние дисперсности извести на физико-механические свойства отделочного состава [Текст] /В.И. Логанина., И.С. Великанова. // Известия вузов. Строительство. -Новосибирск.- 2004 - № 10-С. 57-59.
2. Арутюнов, П. А. Система параметров для анализа шероховатости поверхности материалов в сканирующей зондовой микроскопии [Текст] / П.А. Арутюнов, А.Л. Толстихина., В.И.Демидов // Законодательная и прикладная метрология. - 1999.-Т. 65.- № 8.- С. 27-37.
3. Олемской, А. И. Использование концепции фрактала в физике конденсированной среды [Текст] /А. И. Олемской, А. Я. Флат // Успехи физических наук. -1989. -Т. 163.- № 12.- С. 1-50.

Лютенко А. О., канд. техн. наук, доц.,
Строкова В. В., советник РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Лебедев М. С., аспирант,
Дмитриева Т. В., аспирант,
Николаенко М. А., канд. техн. наук

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АНАЛИЗ МИКРОСТРУКТУРЫ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СЫРЬЯ С ПОЗИЦИИ ПРИМЕНЕНИЯ ЕГО В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ*

michaelL1987@yandex.ru

Дается описание микроструктурных особенностей всего спектра техногенного сырья Коркинского угольного месторождения с позиции применения его в качестве компонентов дорожно-строительных материалов, включая различные вяжущие и грунтбетонные на их основе.

Ключевые слова: микроструктура, техногенное сырье, глинистая составляющая, высокорекреационное вещество, вяжущие, грунтбетонные.

Давно известно, что от полноты изучения свойств и особенностей применяемого сырья зависит как область его применения, так и «степень востребованности» его положительными качествами в синтезируемых строительных материалах. Применение микроскопических исследований позволяет не только подтвердить ранее полученные результаты по исследованию механических, физических и химических характеристик, но и открыть ранее неизвестные факты, позволяющие увидеть новые горизонты изучаемой тематики. В данной работе представлен анализ микроструктурных особенностей техногенного сырья Коркинского угольного месторождения (КУМ) с позиции применения его в качестве компонентов дорожно-строительных материалов, полученных на программно-аппаратном комплексе, включающем высоко разрешающий растровый электронный микроскоп «Хитачи-S-800», совмещенный с персональным компьютером, располагающимся в ЦКП МГУ им. М.В. Ломоносова.

Коркинский разрез на протяжении последних лет является одним из ведущих «добытчиков» угля на карте России. Сопутствующие продукты в виде попутно-добываемых пород, представленных вскрышей из четвертичных покровных суглинков и опоковидных глин, углистых коренных пород, третичных глин и скальных пород, складываются в отвалах на прилегающей к карьеру территории. В непосредственной близости дислоцируются и техногенные образования из вмещающих пород, состоящих в основном из аргиллитов. Отдельную территорию занимают отвалы отходов углеобогащения, полученные путем совместного складирования аргиллитов, алевролитов, песчаников и угля. Анализ физико-механических свойств и минералогического состава представленных материалов свидетельствует о том, что отходы углеобог-

щения – это крупнообломочные и песчаные образования, в состав которых входят крупно- и мелкодисперсные обломки различного происхождения, вскрышные породы представляют собой глинистые образования, обломки аргиллитов – крупнообломочный материал.

Различное происхождение пород обуславливает различие в химическом и минералогическом составе. В связи с полиминеральностью и генетическими особенностями отходы КУМ характеризуются большим разнообразием в микростроении, типе и характере структурных связей, что подтверждается данными растровой электронной микроскопии.

Глина опоковидная представляет собой полидисперсную полиминеральную композицию, состоящую преимущественно из глинистых минералов, кварца. Своеобразным каркасом породы является глинистая составляющая, в основной массе которой равномерно распределены отдельные обломки кварца, остатков диатомовых водорослей и других минералов (рис. 1). Формирующаяся при этом структура близка к матричной, для которой характерно присутствие сплошной неориентированной глинистой массы с вкраплениями неконтактирующих между собой песчаных и пылеватых зерен [1]. На микроснимках глинистое вещество представлено тонкодисперсными хлопьеобразными скоплениями (рис. 1). При более высоком увеличении (рис. 2) наблюдается тонкое чешуйчатое вещество. Диаметр отдельных чешуек глинистого вещества не превышает 2 мкм, а толщина – 150...200 нм. Края фрагментов чешуек неравномерные, рваные, сами чешуйки часто свернуты.

Исходя из размеров таких образований, часть глинистого вещества является рентгеноаморфной. Как известно, глинистые минералы подразделяются на 2 типа, один из которых включает рентгеноаморфные и псевдокристал-

лические, а второй кристаллические минералы. Первый тип объединяет только две группы (аллофана и имогилита). Подавляющая же масса глинистых минералов имеет кристаллическое строение [2, 3]. Присутствие рентгеноаморфного вещества (RAS) свидетельствует о наличии высокорекреационноспособного компонента, который может обеспечивать, в частности, протекание пуццолановых реакций. Можно предположить, что RAS сложено глинистым веществом незавершенной стадии минералообразования. Такое высокоактивное вещество может быстро вступать в реакцию с вяжущими в известково- и цементно-глинистых композициях, способствуя равномерному распределению продуктов новообразований по объему системы, что будет положительно сказываться на физико-механических характеристиках получаемых строительных материалов.

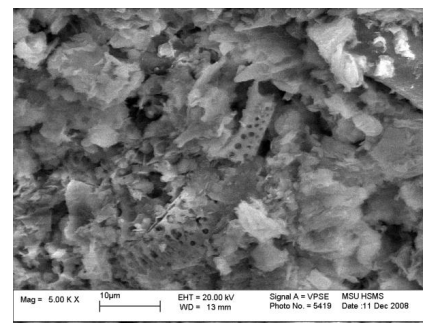


Рисунок 1. Скопление глинистой составляющей в глине опоковидной

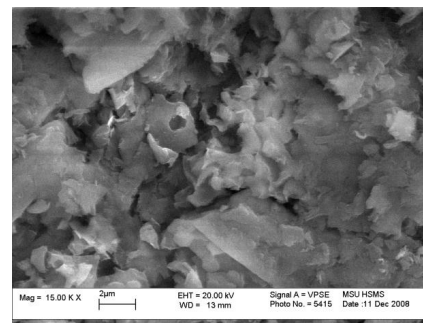


Рисунок 2. Структура глинистых частиц в глине опоковидной

Помимо этого, достаточно распространены обломки диатомовых водорослей (рис. 1, 3), отличающиеся тем, что имеют «своеобразный» панцирь из аморфного кремнезема, остающийся после отмирания водорослей [4]. Эти остатки имеют пористую структуру с размером пор до 2 мкм.

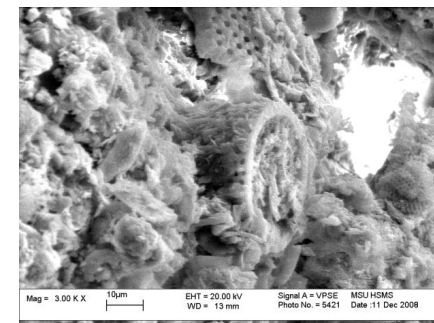


Рисунок 3. Обломки диатомовых водорослей в глине опоковидной

Наибольшее распространение получили они в опке (рис. 4). Поры в панцирях имеют правильную изометрическую форму с диаметром от 300...400 нм до 4–5 мкм. Размер пор зависит от возраста и вида отмерших микроорганизмов, которых на сегодняшний день насчитывается свыше 10 тысяч. Исходя из морфологии органических остатков, их структуры, можно говорить о наличии различных видов палеонтологических остатков в исследуемых породах. Диатомеи подразделяются на центрических и пеннатных [5], остатки панцирей которых присутствуют в исследуемой пробе (рис. 5). Водоросли диатомовые центрические характеризуются круглой, эллиптической, треугольной, четырехугольной и многоугольной формой створок с радиальным, тангенциальным или беспорядочным расположением структурных элементов, нередко имеются выросты, шов всегда отсутствует [6] (рис. 5, а). Пеннатные водоросли отличаются двусимметричным строением панциря, имеют в основном бисимметричную (перистую) структуру створок и осевое поле, (рис. 5, б).

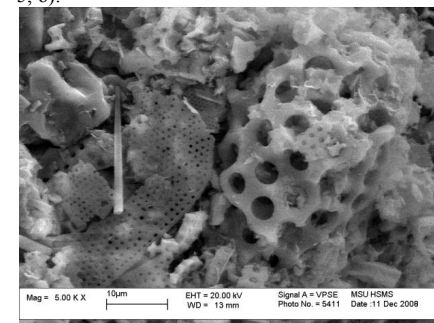


Рисунок 4. Фрагменты остатков диатомовых водорослей различной пористости

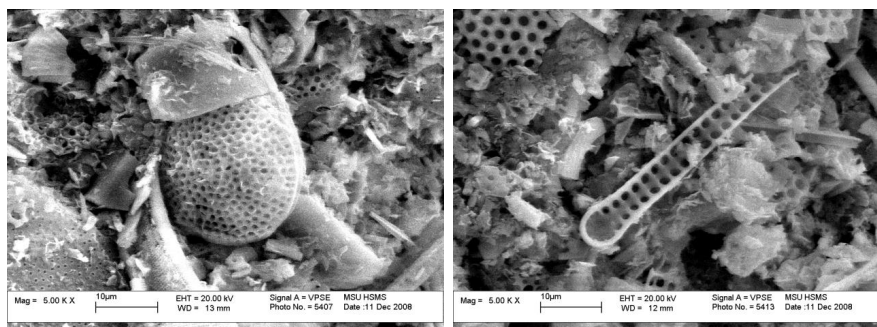


Рисунок 5. Остатки панцирей различных видов диатомей:
а – центрических; б – пеннатных

Также присутствуют обломки сохранившейся правильной структуры: кольцообразные структуры с диаметром примерно 37–40 мкм и

толщиной кольца около 11 мкм (рис. 6). Это образование имеет сотовую структуру с диаметром отверстий 250...400 нм (рис. 6).

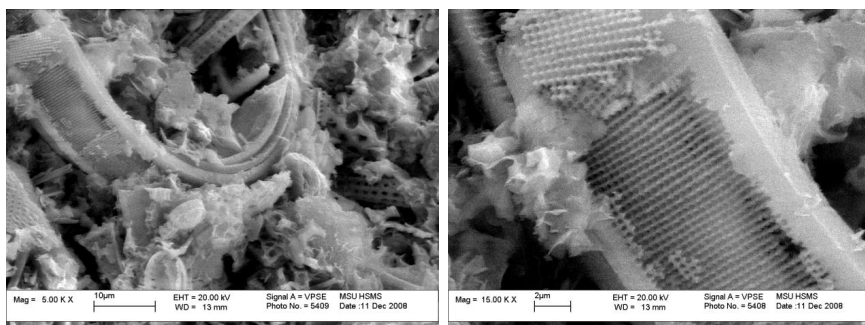


Рисунок 6. «Кольцообразные» структуры в опоке

Описанные пористые структуры отмерших диатомей могут стать отличным каркасом для прорастания новообразований в гидратированных цементных, известковых, композиционных вяжущих и скелетом получаемых композиций, «армирующим» и упрочняющим матрицу всей системы в целом. Мелкодисперсные обломки панцирей могут являться активным компонентом таких вяжущих, способствовать росту новых фаз из продуктов реакций, формируя новые центры кристаллизации.

Мелкодисперсные отходы углеобогащения в виде частиц аргиллита и угля размером 1–3 мм по ГОСТ 3344–83 [7] был отнесен к песку очень мелкому. Отдельные зерна представляют собой плотносцементированную массу, сложенную слоистыми образованиями (рис. 7). При большом увеличении видны скопления пластинчатых микроагрегатов глинистых частиц (рис. 8).

Пластинки имеют различную форму и размер, они формируют сплошную матрицу.

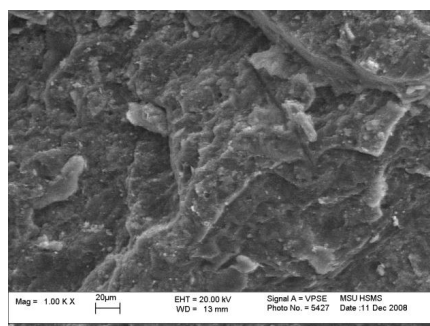


Рисунок 7. Общий вид поверхности мелкодисперсных отходов углеобогащения

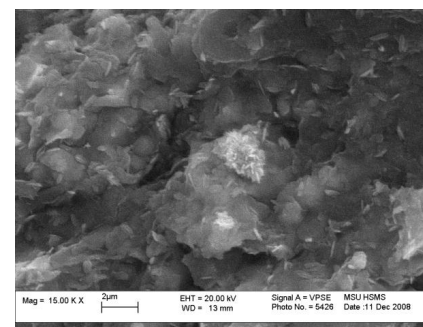


Рисунок 8. Глинистые образования в отходах углеобогащения

Мелкие глинистые частицы в большинстве своем скручены, свернуты и на микрофотоснимках выглядят как кристаллы размером 300...600 нм. В образце хорошо заметен остаток микрофауны в виде спикулы губки.

Крупнообломочные отходы углеобогащения в виде обломков аргиллитов, алевролитов и угля размером до 100 мм имеют достаточно рыхлую, почкообразную структуру с вкраплениями продолговатых нитевидных обломков (рис. 9).

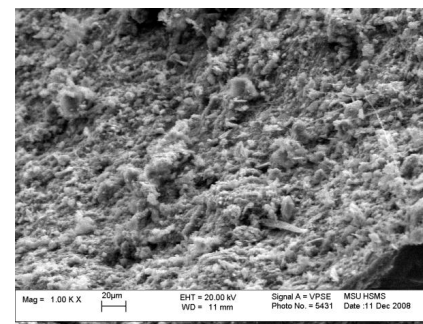


Рисунок 9. Общий вид поверхности крупнообломочного отхода углеобогащения

При крупном увеличении эти нитевидные и игловидные образования имеют удлиненную форму с размерами в длину до 50 мкм, диаметром 0,5...1 мкм (рис. 10).

Структура оказывается в своем роде «армированной» такими «стержнями». Нитевидные образования при более высоком увеличении состоят из отдельных глобул, соединенных в цепочки (рис. 11). Размер отдельных глобул достигает 1 мкм.

Также наблюдаются глобулярные образования правильной шарообразной формы с диаметром от 1 до 25 мкм (рис. 12). Описанные аморфные образования могут стать активным компонентом как различных вяжущих веществ,

минеральных наполнителей, так наполнителей в бетонах и грунтобетонах.

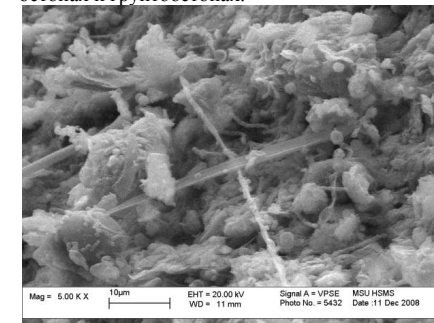


Рисунок 10. Нитевидные и игловидные образования в крупнообломочных отходах углеобогащения

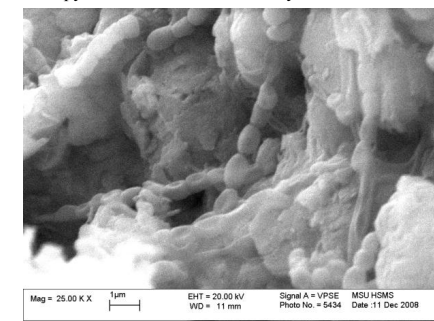


Рисунок 11. Цепочки из глобулярных образований

Микроструктура пород угленосной толщи, складываемых в гидроотвале Коркинской угольной и в отвалах вскрышных пород разреза «Коркинский», очень схожа и представляет собой рыхлую смесь полифракционного состава с преобладанием тонких фракций (рис. 13, а, б). Однако стоит отметить тот факт, что в общей массе частицы вскрыши значительно крупнее, что объясняется предварительным дроблением и переработкой отходов углеобогащения.

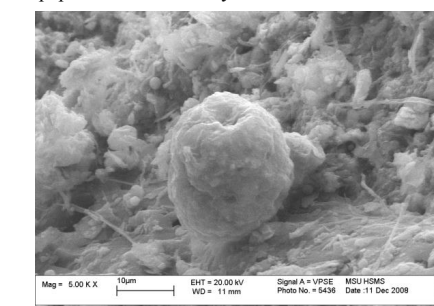


Рисунок 12. Глобулярные образования в отходах углеобогащения

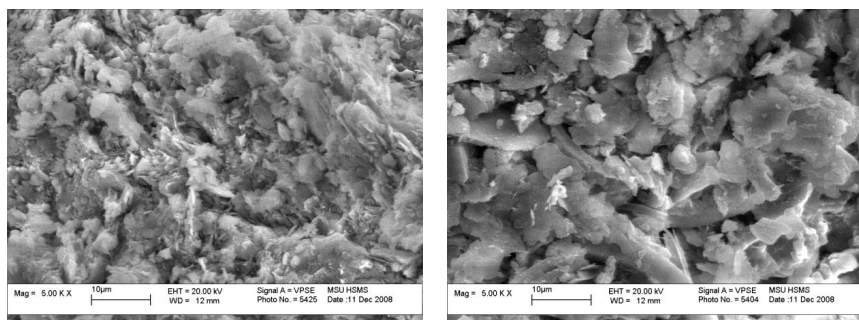
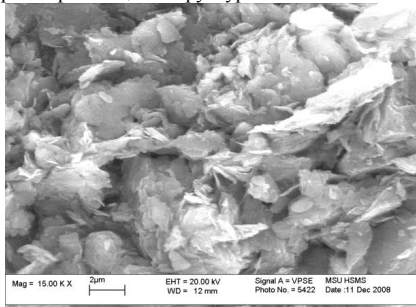


Рисунок 13. Микроструктура пород угленосной толщи:
а – отходы углеобогащения; б – вскрышные породы

При высоком увеличении в отложениях четко просматривается глинистая составляющая (рис. 14). В микроструктурах наблюдается некоторая ориентация структурных элементов в



направлении напластования. Однако структура пород вскрыши менее плотная, видны четкие контуры глинистых агрегатов, сложенных предположительно каолинитом.

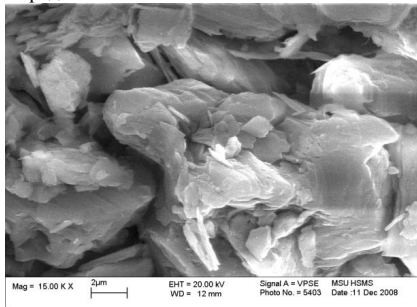


Рисунок 14. Глинистые отложения в породах угленосной толщи:
а – отходы углеобогащения; б – вскрышные породы

Листообразные пластинчатые глинистые частицы весьма совершенной спайности плотно сочленены, отдельные пакеты не расформированы. Наиболее существенные различия наблюдаются в форме и размере самих частичек: в отходах углеобогащения их размеры колеблются в больших пределах от 1 до 5 мкм, они часто свернуты и удлинены в одном направлении; в породах вскрыши глинистые частицы по общей массе более крупные, четко видно текстурное напластование изометричных листообразных пластинок.

Вмещающие породы месторождения, представленные аргиллитами, представляют собой достаточно плотные образования с открытыми порами (рис. 15).

Структура техногенного грунта близка к скелетной, в которой каркасом служат зерна кварца, а покрывающие их глинистые фазы выполняют роль связующих коагуляционных контактов, через которые контактируют зерна квар-

ца. Такое устройство структуры данного материала обуславливает его низкую водостойкость: при насыщении влагой возможно разрушение глинистых контактов и разжижение всей породы [1].

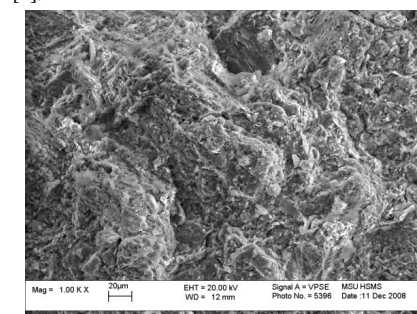


Рисунок 15. Общий вид поверхности
аргиллитов

Сплошная глинистая масса характеризуется наличием изометричных, часто свернутых пластинок глинистых частиц размером до 5 мкм (рис. 16). При крупном увеличении хорошо видна изометрическая форма пластинок глины (рис. 17). Наблюдаемые на поверхности чешуек глобулярные образования, вероятно, представляют собой остатки золота, нанесенного при катодном напылении при подготовке к съемке.

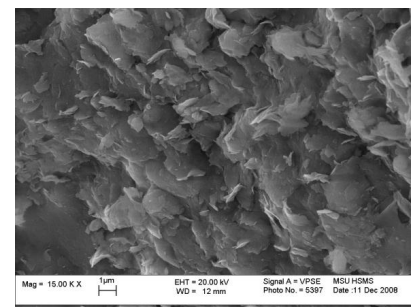


Рисунок 16. Глинистые «рубашки» на зернах кварца
в аргиллитах

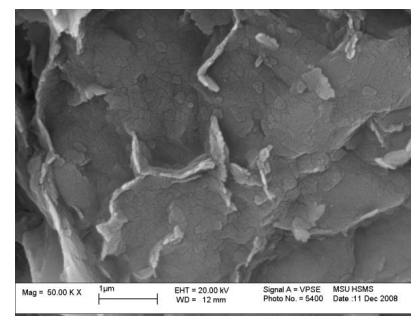


Рисунок 17. Микроструктура глинистых
чешуек в аргиллитах

Исходя из микроструктурных характеристик и минерального состава данных техногенных образований, можно сделать вывод о возможности использования данных видов пород при получении различных дорожно-строительных материалов. Входящее в состав техногенного сырья высокорекреационное веще-

ство в виде панцирей диатомей, глобулярных образований и рентгенаморфной глинистой составляющей может являться активным компонентом различных вяжущих веществ и компонентов дорожно-строительных материалов, а преобладающие глинистые фазы могут выполнять роль активного заполнителя в грунтобетонных композициях.

**Статья подготовлена и опубликована при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках выполнения федеральной целевой программы "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы" по теме "Утилизация отходов горнодобывающих предприятий в дорожном строительстве" (ГК № П1377 от 2 сентября 2009 г.)*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Осипов, В.И. Микроструктура глинистых пород [Текст] / В.И. Осипов, В.Н. Соколов, Н.А. Румянцев. – М.: Недра, 1989. – 211 с.
- Миловский, А.В. Минералогия [Текст] / А.В. Миловский, О.В. Кононов. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 312 с.
- Котельников, Д.Д. Глинистые минералы осадочных пород [Текст] / Д.Д. Котельников, А.И. Кононов. – М.: Недра, 1986. – 247 с.
- Диатомовые водоросли [Электронный ресурс] // Материал из Википедии. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Bacillariophyta>.
- Водоросли диатомовые центрические [Электронный ресурс] // Энциклопедии, словари, справочники / геологический словарь. – Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0042/base/RV/010047.shtm>.
- Водоросли диатомовые пеннанные [Электронный ресурс] // Энциклопедии, словари, справочники / геологический словарь. – Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0042/base/RV/010047.shtm>.
- ГОСТ 3344–83. Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия. – Введ. 1985–01–01. – М.: Госстрой СССР, 1985. – 12 с.

Ковалева Е. Г., канд. техн. наук, инж.,
Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭПОКСИДНЫЕ ПОЛИМЕРЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

zchs@intbel.ru

В настоящее время эпоксидные полимеры являются наиболее перспективными с точки зрения получения материалов с высокими физико-механическими свойствами. На основе эпоксидных систем получают клеи и покрытия с максимальной величиной адгезионной прочности к полярным материалам.

Преимуществом эпоксидов является возможность широкого варьирования их свойств за счет использования различных исходных материалов. Это позволяет получить материалы от резиноподобных до высокомодульных, с высокой поверхностной твердостью, для самых разнообразных областей применения.

Ключевые слова: композит, эпоксидная смола, полимеры, эпоксидные, материалы, олигомер.

За последние 25–30 лет все в большей степени возрастает интерес к эпоксидным композитам, позволяющим существенно расширить комплекс свойств традиционных полимерных материалов и создать новые материалы, аналогов которым не существует в природе. Это относится не только к высокопрочным и высокомодульным, армированным волокнами композиционным материалам, нашедшим широкое применение в авиа- и космической технике, но и к материалам на основе жидких термореактивных эпоксидных связующих, наполненных зернистыми наполнителями. Принципы создания подобных материалов в чем-то близки к технологиям традиционных бетонов. Это обусловлено наличием полифракционного дисперсного наполнителя, обеспечивающего сверхвысокие степени наполнения (до 90–95 % мас.), сходством процессов его смешения со связующими и методов формирования. Поэтому такие композиты и получили наименование полимербетонов (п-бетонов). П-бетоны на основе эпоксидных олигомеров принципиально отличаются от цементных бетонов по ряду ценных показателей. Для них характерна более высокая прочность (прочность при сжатии до 150 МПа, что в 10 раз выше, чем у традиционных бетонов), универсальная химическая стойкость (в т.ч. к концентрированным щелочам, кислотам и агрессивным газам), малая проницаемость по отношению к газам и жидкостям, высокая износостойкость, регулируемые в широких пределах электрические и теплофизические свойства. Успехи химии в области термореактивных полимеров открывают практически неограниченные возможности для создания высокоэффективных материалов с самыми разнообразными свойствами [1].

Строительная индустрия находится на одном из первых мест среди крупнейших потребителей эпоксидных материалов. Широкому применению этих материалов в строительстве способствуют не только высокая химическая стойкость, хорошие

декоративные свойства многих из них, но и сравнительная простота применения, технологичность и другие свойства. Следует, однако, отметить, что на многих промышленных предприятиях в условиях сильного агрессивного воздействия повышенного давления и температуры прочие полимерные материалы быстро стареют, а ненаполненные термореактивные, имея высокий коэффициент температурных деформаций, отслаиваются от защищаемых конструкций. Тем не менее, в самых разнообразных отраслях промышленности все ошутимей сказывается отсутствие строительных материалов, которые сочетали бы высокую химическую стойкость с высокой прочностью и долговечностью.

О перспективах дальнейшего развития производства и применения термореактивных композиционных полимерных строительных материалов говорит то, что выпуск сырья для их изготовления растет во всем мире год от года. Важным преимуществом перед традиционными материалами также является то, что полимерные композиты позволяют уменьшать массу конструкций на 25–50%, снижают трудоемкость изготовления изделий в 1,5–3,0 раза, уменьшают энергоемкость производства примерно на порядок, материалоемкость – в 1,6–3,5 раза и увеличивают срок службы изделий и оборудования в 1,5–3,0 раза при практически полном отсутствии коррозии [2].

Таким образом, в современных условиях вопрос использования эпоксидных полимерных композитов в строительстве не подвергается сомнению. Мировой практический опыт подтверждает это.

В настоящее время эпоксидные полимеры являются наиболее перспективными с точки зрения получения материалов с высокими физико-механическими свойствами. Армированные пластики на основе эпоксидных связующих превосходят по ряду прочностных показателей марки легированных сталей. На основе эпоксидных

смол получают клеи и покрытия с максимальной величиной адгезионной прочности к полярным материалам. Эпоксидные заливочные и пропиточные компаунды, благодаря разнообразию технологических свойств, высоким диэлектрическим показателям, химической стойкости и широкому температурному диапазону эксплуатации, от –270 до +200 °С, а отдельных составов и до +250–300 °С, в сочетании с другими ценными свойствами, являются незаменимыми в электротехнической, радиотехнической, электронной и химической промышленности.

Прежде в России полимерные покрытия для бетона использовались, в основном, на производствах, построенных «под ключ» западными фирмами. А в Европе, Японии и США проще перечислить области, где наливные полы не используются. Больницы, заводы, спортивные сооружения, школы, паркинги, бассейны, кафе, магазины – это далеко не полный перечень применения окрашенных термореактивных полимерных покрытий.

Не последнюю роль в широком распространении термореактивных п-бетонов сыграл прекрасный внешний вид: гляцевое покрытие, напоминающий искусственный камень, но существенно более демократичное по цене, нежели мрамор или гранит, и значительно более простое в укладке. Эти материалы быстро завоевали популярность у потребителей и строителей [3].

Строительные п-бетоны и полные полимерные композиции могут быть получены практически на любом синтетическом связующем, однако в связи с требованиями по плотности, прочности, деформативности, химической стойкости и другим характеристикам, предъявляемым к ним, на практике используют около десяти типов различных мономеров или олигомеров, которые в комбинации с модифицирующими добавками позволяют получить более трех десятков разновидностей полимербетонов. П-бетоны различают, как правило, по природе связующего, например: фурановые, полиэфирные, эпоксидные, фенолформальдегидные, карбамидные и др. На данный момент в качестве связующих для п-бетонов наибольшее применение нашли фурановые, карбамидные, полиэфирные и эпоксидные смолы. Рассмотрим их основные отличия.

Известно [4], что композиты на фурановых смолах относительно прочны, теплостойки (до 300 °С), водостойки и кислотостойки. Однако в процессе полимеризации фурановых смол преобладают реакции поликонденсации, при которых выделяется некоторое количество воды, ослабляющей связи полимер-наполнитель и тем самым ухудшающей общие физико-механические свойства наполненных композитов. Кроме этого, малые сроки жизнеспособности затрудняют работу с этими смолами, а высокая температура саморазо-

грева вызывает значительные температурные напряжения, которые отрицательно влияют на прочностные показатели. Также большим недостатком фурановых смол являются черный цвет и высокая токсичность.

К положительным свойствам п-бетонов на основе карбамидных смол, кроме относительно низкой стоимости, можно отнести сравнительно не высокую токсичность. Однако эти п-бетоны отличает большой расход полимерного связующего. Карбамидные смолы имеют в своей системе большое количества свободной воды (30–40 %), испарение которой при отверждении композиции вызывает значительную усадку, вызывающую в ряде случаев растрескивание материала [5].

П-бетоны на основе ненасыщенных полиэфирных смол (отечественных и импортных) обладают несколько меньшей прочностью (прочность при сжатии $\sigma_{сж} = 70\text{--}90$ МПа) по сравнению с эпоксидными. Поэтому они обычно используются для получения менее ответственных изделий (сантехника, отделочная плитка, дренажные трубы, сборники неагрессивных отходов и т.п.). Изделия бытового назначения, изготовленные из этих материалов (сантехническое оборудование, отделочная плитка, домашние фонтаны, лестницы с балясинами, надгробные плиты и памятники), отличаются весьма улучшенным внешним видом и, естественно, продаются по достаточно высокой цене. Как правило, для их изготовления применяют специальные наполнители (мраморную муку, гидроксид алюминия и т.п.) [1].

Однако в последнее время наибольшее предпочтение уделяется п-бетонам и композитам на основе эпоксидных смол. В отличие от других смол (фенольных, полиэфирных и т.д.), эпоксидные смолы обладают рядом уникальных сочетанием свойств: возможность получения их как в жидком, так и в твердом состоянии, отсутствием летучих веществ при отверждении, способностью отверждения в широком температурном интервале в слоях любой толщины, малой усадкой, высокими значениями адгезионной и когезионной прочности, химической стойкостью к действию агрессивных сред, экологичностью, атмосферостойкостью, высокими физико-механическими показателями, хорошей окрашиваемостью и совместимостью с другими полимерами [6].

В отличие от покрытий на основе полиэфирных, полиуретановых и прочих смол, выделяющих из готовых материалов вредные и даже канцерогенные вещества, такие, как стирол, фосген, мономеры акрилатов, эпоксидные смолы и покрытия не выделяют никаких вредных веществ и в отвержденном состоянии не имеют запаха, что делает их привлекательными для применения в закрытых помещениях для отделки полов, стен, мебели и т.д. Этот недостаток при производстве

строительных работ можно устранить единственным путем – используя эпоксидные смолы и композиты.

Международная организация здравоохранения считает эпоксидные материалы единственно приемлемыми из всех термореактивных полимеров для применения в помещениях, лечебных и детских учреждениях.

Таким образом, применение в строительстве эпоксидных п-бетонов является одним из наиболее перспективных направлений, позволяющих заменить традиционные вяжущие материалы на полимерные.

Для придания эпоксидным олигомерам ценных технических свойств в них создают простейшую-сшитую структуру, то есть проводят отверждение. Это достигается введением специальных отвердителей, обеспечивающих образование в определенных условиях поперечных химических связей. В результате отверждения эпоксидные смолы легко переходят в термореактивное состояние. При подборе отвердителя необходимо учитывать свойства самого отвердителя (токсичность, температуру и продолжительность отверждения, жизнеспособность композиции, экзотермичность процесса отверждения и т.д.) и свойства получаемых композитов (адгезию к различным материалам, механическую прочность, диэлектрические характеристики, теплоустойчивость, химическую стойкость и др.).

Высокая химическая активность эпоксидных групп позволяет использовать в качестве отвердителей очень много классов органических и неорганических соединений. Однако только немногие из них нашли действительно широкое применение.

В настоящее время самыми дешевыми и доступными отвердителями считаются немодифицированные ди- и полиамины: полиэтиленполиамин (ПЭПА), диэтилентриамин (ДЭТА), триэтилентетрамин (ТЭТА), тетраэтиленпентамин (ТЭПА). Композиции из эпоксидных смол и аминных отвердителей твердеют от 30 минут до 4–5 часов (в зависимости от активности смолы, рецептуры, температуры и т. д.). К сожалению, качество аминных отвердителей пока оставляет желать лучшего.

Полиэтиленполиамин (ПЭПА) – жидкость от светло-желтого до темно-коричневого цвета с сильным запахом нашатыря. Широко используемый отвердитель холодного отверждения. Применяется при температуре окружающей среды не ниже +100 °С, гигроскопичен. При более низких температурах резко снижается скорость отверждения, при попадании влаги в отвердитель процесс полимеризации смолы может не начаться совсем. Невысокие механические характеристики отвержденной смолы. Смешиваются со смолой в

соотношении смола: отвердитель как 10 (8):1. Время желатинизации смолы – 1,5 часа.

Например, именно из-за ПЭПА с эпоксидными клеями трудно работать: отвердитель поглощает влагу из воздуха и с поверхности склеиваемых материалов, а отверждение проходит нормально только в узком интервале температур (283–303 К) [8].

Если температура ниже 283 К, то скорость отверждения снижается, в то же время ПЭПА активно взаимодействует с влагой и углекислым газом воздуха. В результате расчетное количество отвердителя оказывается недостаточным.

При температуре выше 303 К реакция ПЭПА со смолой идет довольно быстро из-за высокой экзотермичности, и, если количество смешиваемых веществ велико, композиция может даже вспениться, а клеевой шов получится пористым и хрупким. ПЭПА очень чувствителен к точному соблюдению рецептуры: небольшое отклонение в любую сторону от стехиометрических количеств снижает физико-химические свойства затвердевших композиций. Однако на практике выполнить все рецептурные требования не всегда возможно хотя бы потому, что один образец отвердителя может отличаться от другого по содержанию активного начала, точно так же, как одна партия смолы отличается от другой количеством эпоксидных групп. И наконец, самый главный недостаток ПЭПА – высокая токсичность: он относится к 3 классу токсичности.

Традиционные отвердители эпоксидных смол ПЭПА и ТЭТА разработаны и применяются с давних времен. На сегодняшний момент это наиболее доступные и бюджетные отвердители, но многие производители эпоксидных систем и компаундов считают, что с их помощью невозможно получить композиции, удовлетворяющие высоким современным требованиям. Здесь необходимо отметить, что, как правило, именно отвердитель оказывает более существенное влияние на конечный результат, чем смола. К основным недостаткам традиционно применяемых аминных отвердителей ПЭПА и ТЭТА можно также отнести:

- плохую отверждающую способность при низких температурах: нижний предел температуры при использовании ПЭПА составляет около 15 °С, а при использовании ТЭТА – значительно выше, не менее 25–30 °С; этот недостаток очень существен в прохладном климате;

- быстрое лавинообразное протекание реакции отверждения, в связи с чем затруднительно отверждение толстого слоя смолы, более нескольких миллиметров.

- плохую работу в условиях повышенной влажности, эпоксидные смолы с отвердителем ПЭПА при высокой влажности (~90%) и температу-

туре ниже +20 °С, дают липкую поверхность и низкую прочность.

Кроме того, современные отвердители, как правило, позволяют получить изделия с существенно более высокими прочностными характеристиками за счет более полной полимеризации смолы.

Большинство модифицированных отвердителей так или иначе борются со всеми перечисленными выше недостатками традиционных, кроме того, в некоторых случаях смесевые отвердители могут дополнительно разбавлять и пластифицировать смолу.

Отрицательные и токсические свойства аминных отвердителей затрудняют работу с ними, поэтому появляется необходимость применения малотоксичных или совсем не токсичных отвердителей.

Особый интерес у строителей вызвали эпоксидные составы с новыми, совершенно безвредными отвердителями, допускающими отверждение эпоксидных материалов, начиная с температур –10 °С, и обеспечивающими адгезию к влажным металлам и бетону.

Имеются данные, что для тяжело нагруженных наливных полов и конструкций с высокой ударной прочностью применяется отвердитель Л-20 и Л-19. По вязкости и внешнему виду они напоминают эпоксидную смолу. По химическому воздействию этот тип отвердителей очень "мягкий". Смешивается со смолой, в среднем, в соотношениях 60–85%. При его стоимости около 550 руб/кг стоимость композиции получится еще выше, чем при применении, например, отвердителя УП-0633М – на основе низкомолекулярных полиамидов; изоцианатов и имидазолов [9].

Самыми важными для строительной практики достоинствами отвердителей Л-19 и Л-20 является их способность отверждать эпоксидную смолу при низкой температуре и достаточно быстро, а так же, главным их преимуществом является то, что эти отвердители не токсичны. К недостаткам этих отвердителей относится их относительная дороговизна. Но можно прийти к серьезным ошибочным заключениям, если сравнивать материалы на основе полимеров с традиционными строительными материалами только по материальным затратам.

На основании исследования, проведенного по литературным данным, очевидна перспективность применения эпоксидных материалов в строительстве. Дальнейшее усовершенствование их характеристик связано с модификацией надмолекулярной и более глубокой структуры эпоксидного связующего на наноуровне. Это представляется возможным в современных условиях производства, наноструктурирующих добавок и развития нанотехнологий в строительном материаловедении.

Также очевидно, что применение весьма эффективных эпоксидных соединений в строительных технологиях связано с большими сложностями, вследствие токсичности и низкой экологичности компонентов данных соединений и, особенно отвердителей. Работа с ними требует жестких требований по охране труда, технике безопасности, весьма затратных мероприятий по охране окружающей среды. Таким образом, применение эпоксидных соединений в строительстве требует конкретных технических решений, направленных на устранение указанных недостатков, и в частности, замене высокотоксичных отвердителей на менее токсичные.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хозин, В.Г. Полимеры в строительстве: границы реального применения, пути совершенствования [Текст] / В.Г. Хозин // Строительные материалы, 2005. – № 11. – С. 8 – 10.
2. Хозин, В.Г. Усиление эпоксидных полимеров [Текст] / В.Г. Хозин. – Казань: Дом печати, 2004. – 446 с.
3. Мэттьюз, Ф. Мир материалов и технологий [Текст] / Ф. Мэттьюз, Р. Ролингс // Композитные материалы. Механика и технология. – М.: Техносфера, 2004. – 408 с.
4. Иващенко, Ю.Г. Структурообразование фурановых композитов с дисперсно-волокнистыми наполнителями [Текст] / Ю.Г. Иващенко, И.В. Хомяков, П.К. Желтов // Достижения, проблемы и перспективные направления развития теории и практики строительного материаловедения. Десятые Академические чтения РААСН / Из-во Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – Казань. – 2006. – С. 178–180.
5. Глазков, С.С. Разработка карбамидного связующего с улучшенными свойствами [Текст] / С.С. Глазков // Известия вузов. Строительство. – 2007, № 3. – С. 63–65.
6. Соколова, Ю.А. Модифицированные эпоксидные клеи и покрытия в строительстве [Текст] / Ю.А. Соколова, Е.М. Готлиб. – М.: Стройиздат, 1990. – 174 с.
7. Особенности планирования капитального ремонта с применением экономикоматематических методов / А.Д. Корнеев, И.А. Рыбина [и др.] / Из-во Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – Казань. – 2006. – С. 242–243.
8. Бобылев, В.А. Отвердители эпоксидных смол / В.А. Бобылев // [Электронный журнал] "Композитный мир". – Режим доступа: <http://www.kompomir.ru>
9. Наназашвили, И.Х. Экологическая безопасность строительства и архитектуры [Текст] / И.Х. Наназашвили // Жилищное строительство. – М., 2002. – № 5. – С. 21.

Жакипбаев Б. Е., докторант PhD
Есимов Б. О., д-р геол.-минер. наук, проф.,
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова
Бессмертный В. С., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛА НА ОСНОВЕ КРЕМНИСТЫХ ПОРОД ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Bibol_8484@mail.ru

В статье рассмотрены мировые производители пеностекла, эколого-экономические недостатки классического способа получения пеностекла, технология производства пеностекла на основе кремнистых пород Южно-Казахстанской области.

Ключевые слова: пеностекло, кремнистые аморфные породы, опока.

Пеностекло является востребованным и универсальным теплоизоляционным материалом, обладающее целым рядом преимуществ, такими как огнестойкость, негорючесть, устойчивость к воздействию воды, устойчивость в химической и биологически активной среде, надежность и долговечность эксплуатации, прочность и устойчивость к деформации, экологическая чистота и санитарная безопасность, надежная и эффективная эксплуатация в дымоходах и вентканалах, а также в качестве теплоизоляционного материала при обустройстве теплозащиты на объектах пищевой промышленности, оптимальный материал для обустройства конструкций зданий АЭС [1].

Пеностекло – это материал из замкнутых стеклянных ячеек, имеющих сферическую и гексагональную форму. Водопоглощение пеностекла при полном погружении в жидкость не превышает 5% от общего объема материала и обусловлено лишь накоплением влаги в поверхностном слое, это свидетельствует о том, что гидроизолирующие и паронизирующие свойства пеностекла работают на 100%.

При его эксплуатации не происходит изменения теплопроводности, прочности, стойкости, формы и т.д. Этот материал не дает усадки и не изменяет геометрические размеры с течением времени под действием веса строительных конструкций эксплуатационных нагрузок. Пеностекло самый прочный из всех эффективных теплоизоляционных материалов. Прочность пеностекла на сжатие в несколько раз выше, чем у волокнистых материалов и пенопласта.

Оно абсолютно устойчиво ко всем химическим реагентам как неорганической, так и органической природы. Активная биологическая среда также не может оказать заметного влияния на пеностекло, так как в пеностекле полностью

исключена почва для развития любых активных жизненных форм [2].

Несмотря на перечисленные преимущества пеностекла и то, что технология его получения была впервые предложена еще в 1932 г. И.И.Китайгородским на Всесоюзной конференции по стандартизации и производству новых материалов, в Республике Казахстан производство пеностекла практически отсутствует.

Зарубежные страны, к примеру, США (Pittsburg Corning), крупнейший изготовитель пеностекла в мире, имеющий мощности по его производству и переработке в Северной Америке, Европе (Бельгии, Германии, Чехии), а с недавних пор и в России (цех по изготовлению фасонных изделий из пеностекла в Москве) опередили на целые десятилетия освоение технологии производства и ассортимента готовой продукции пеностекла. Помимо этой компании в настоящее время существует еще три крупных производителя пеностекла: в Японии (в 1960-е), в Китае (в 1980-е) и в Беларуси, в г. Гомеле (с середины 1950-х) [1].

В России пеностекло в незначительных объемах выпускают фирма «СТЕС» в г.Владимире и производство пеносиликатов в г.Перми. Опытные производства существуют в гг. Томск, Воронеж и Белгород.

В настоящее время производство основной массы пеностекла связано с применением отходов заводов по выпуску строительного и тарного стекла. Нередко в качестве сырья используются специальные стекольные грануляты, составы которых характеризуются содержанием (в масс %) SiO_2 70-72, CaO 7-8, MgO 3-4, Na_2O 15-16, Al_2O_3 до 2. Для удовлетворения данных соотношений химического состава, как правило, разрабатывают шихтовые смеси из кварцевых песков, известняков, доломитов, соды и сульфата. Как

видно, состав шихты не простой. Если учесть все требования по стандартам к компонентам, то можно представить всю сложность и трудоемкость формирования шихт. А также немаловажно учесть, что производство пеностекла по такой схеме технологически сложно и весьма энергоемко.

Пеностекло является грубодисперсной системой, газообразная дисперсная фаза которой распределена в меньшей по объему дисперсной среде – стекломассе. Газовая фаза в пеностекле занимает 80-95%, а стекловидная 20-5% объема. В зависимости от химического состава применяемых газообразователей в газовой фазе пеностекла могут содержаться: углекислый газ, оксид углерода, сернистый газ, сероводород, пары воды, кислород, азот [3].

Механизм образования пеностекла по классической технологии налагает ряд ограничений на процесс его изготовления. Прежде всего, стеклобой должен содержать компонент, который при температурах процесса должен взаимодействовать с углеродом для обеспечения газообразования. В этом случае, с химической точки зрения, окисленная сера S^{+6} переходит в восстановленную серу S^{-2} , которая присутствует в структуре готового пеноматериала либо в виде газа – сероводорода, либо в твердой фазе материала в виде соединений – сульфидов. Причем сульфиды при взаимодействии с парами воды, всегда содержащимися в воздухе, подвергаются реакции гидролиза, при которой в воздух выделяется все тот же сероводород [4].

Отсюда следует, что пеностекло, полученное по классической технологии, содержит в своем составе токсичный сероводород и его производство требует обязательной варки специального стекла или же требует энергоемкого

сырья – отсортированного стеклобоя. Это в свою очередь достаточно энергоемкий процесс.

Республика Казахстан располагает практически неисчерпаемыми запасами высококачественных кремнистых пород (диатомиты, трепелы, опоки) практически во всех областях страны.

До настоящего времени опокам не уделялось должного внимания. Тем временем они являются весьма перспективными видами кремнистого сырья для производства теплоизоляционных материалов.

Опоки представляют собой легкие, плотные тонкодисперсные кремнеземистые осадочные горные породы. Опоки до 97% состоят из мельчайших (0,005 – 0,001 мм) изометричных и неправильных частиц водного аморфного кремнезема. В виде примеси в них обычно присутствуют глины, мел, глауконит и другие. Цвет породы светло-серый, желтоватый.

Опоки широко развиты среди морских отложений верхнего мела и палеогена. Они сложены в основном опаловым кремнеземом, количество которых может уменьшаться за счет увеличения глинистого вещества.

На территории Южно-Казахстанской области зафиксировано более 20 месторождений и проявлений опок и опоконидных глин, приуроченных к сузакскому и ханаватскому ярусам палеогена. Опоконидные породы развиты в районах Кынгракского, Дарбазинского, Жилгинского и других куполообразных поднятий палеогена.

В табл. 1 приведены химические составы опок из месторождений Кынгракское и Дарбазинское Южно-Казахстанской области, выбранных нами для экспериментальных исследований, которые очень близки между собой и характеризуются нижеследующими пределами содержания [5].

Таблица 1

Химические составы опок

Содержание оксидов, % по массе										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	H ₂ O	ппп
69,97-78,63	6,11-10,38	2,37-3,44	0,25-0,45	0,3-2,19	0,98-1,82	0,55-1,07	0,69-1,12	0,76-3,75	3,34-4,36	3,97-6,53

Были проведены рентгенофазовые анализы кремнистой породы в чистом виде и с добавлением 8% раствора щелочного раствора NaOH с соотношением компонентов (1:1) в автоматизированном режиме на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 по методу порошка в диапазоне

двойных углов 2θ 4÷56 с использованием программы PELdos.

На рис. 1 представлена рентгенограмма кремнистой породы (опоки), которая практически полностью состоит из аморфного кремнезема преимущественно в виде опала SiO₂·nH₂O

(межплоскостное расстояние $d=4,133; 2,51 \text{ \AA}$), а также значительного количества аморфной кремнистой составляющей, о чем характеризует наличие значительного фона рентгенограммы, а

также присутствием четко выраженным кристаллическим кварцем SiO₂ (межплоскостное расстояние $d=3,35; 4,281 \text{ \AA}$).

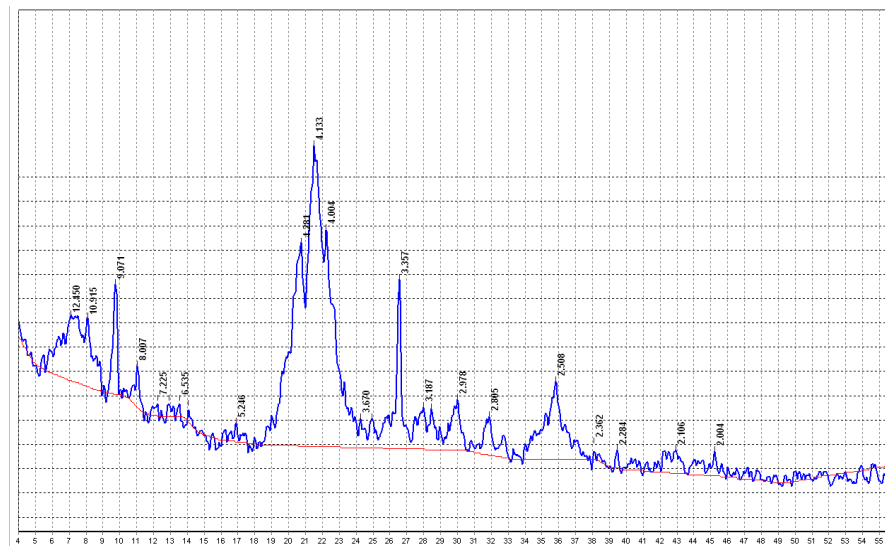


Рисунок 1. Рентгенограмма кремнистой породы (опоки) Кынгракского месторождения

На рис. 2 представлена рентгенограмма исходной двухкомпонентной шихты, т.е. кремнистой породы (опоки) с добавлением 8% щелочного раствора NaOH с соотношением компонентов (1:1), которая в сравнении с рентгенограммой, представленной на рисунке 1, показывает, что аморфная составляющая при взаимодействии со щелочным раствором NaOH способствовала значительному прохождению реакции силикатообразования типа:



Основными задачами при разработке технологии получения пеностекла было расширение минерально-сырьевой базы кремнеземосодержащими аморфными кремнистыми породами и отказ от применения серных соединений в технологии. По этой технологии классический стеклобой можно полностью заменить кремне-

земсодержащими аморфными кремнистыми породами, а в качестве газообразователя использовать щелочной компонент.

Для удовлетворения растущей потребности населения в основных строительных материалах предлагается производство низкотемпературных пеностекольных стеновых блоков на основе кремнеземистых горных пород на территориях Сарыагашского и Туркестанского районов с использованием сырьевых материалов Кынгракского, Дарбазинского и Туркестанского месторождений. Данное производство будет высокотехнологичным, малоэнергоёмким, а продукция экологически благоприятной и механически прочной.

Таким образом, использование дешевого природного кремнеземистого сырья в качестве компонентов для получения пеностекла является основополагающим фактором в производстве экологически безопасного пеностекла.

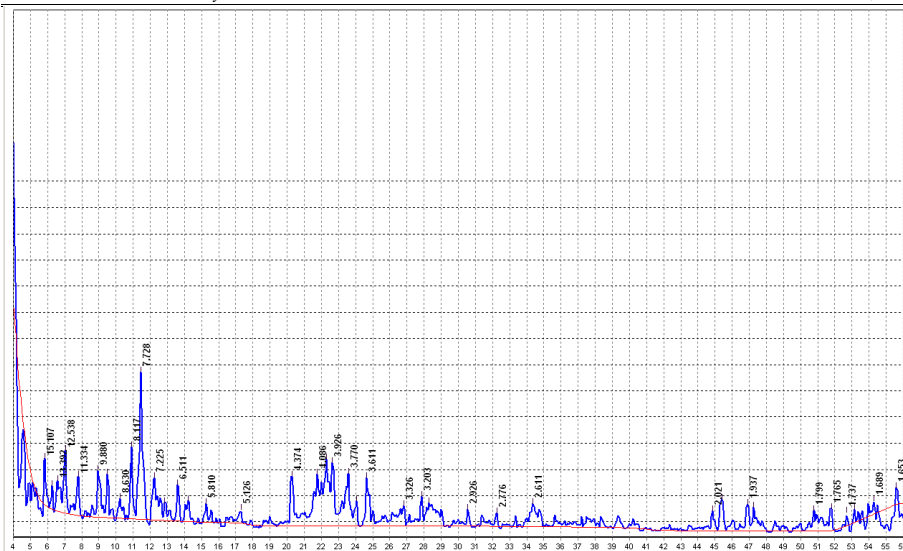


Рисунок 2. Рентгенограмма двухкомпонентной шихты

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сосунов, Е. Зарубежный опыт применения пеностекла [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.penosteklo.narod.ru>
2. Сосунов, Е. Пеностекло – эффективный теплоизоляционный материал [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.gomelglass.com>
3. Китайгородский, И.И. Пеностекло [Текст] / И.И. Китайгородский, Т.Н. Кешишян // Москва: изд-во ЛСМ, 1953. – 79 с.

4. Кетов, А. Нанотехнологии при производстве пеностеклянных строительных материалов нового поколения [Текст] / А. Кетов, С. Пузанов // Строительство: Новые технологии – новое оборудование. – 2010. – №1. – С. 15–19.

5. Минерально-сырьевая и технологическая база южно-Казахстанского кластера строительных и силикатных материалов [Текст] / В.К. Бишимбаев [и др.] // Алматы: изд-во Раритет. Монография – 2009. – 266 с.

Авренюк А. Н., канд. техн. наук, асс.
Латыпов В. М., д-р техн. наук, проф.,
Асянова В. С., аспирант,
Кантор П. Л., аспирант

Уфимский государственный нефтяной технический университет

ОБ ОПАСНОСТИ ПОВРЕЖДЕНИЯ СТРУКТУРЫ БЕТОНА НА ЭТАПЕ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ПЕРЕД РЕМОНТОМ КОНСТРУКЦИЙ

Stexpert@mail.ru

В статье показана необходимость тщательного подхода к выбору методов подготовки поверхности бетонных и железобетонных конструкций перед ремонтом. Приведены результаты исследований по изучению зависимости степени очистки поверхности бетона от его марки (класса), показан характер повреждений структуры бетона при разном давлении обработки. Выявлены основные параметры способов очистки, при которых не происходит повреждения структуры бетона. Работа выполнялась в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

Ключевые слова: повреждение бетона, подготовка поверхности, восстановление конструкций.

Ремонт бетонных и железобетонных конструкций – работа, требующая привлечения высококвалифицированных специалистов в данной области на всех стадиях процесса. Опыт ремонта железобетонных конструкций показывает, что обеспечение совместной работы прокорродировавшего бетона и нанесенного ремонтного состава является серьезной инженерно-технической задачей. Данная задача может быть решена только благодаря качественной подготовке поверхности поврежденного бетона и стали за счет их очистки от продуктов коррозии [1,2].

В международном стандарте EN ISO 8504-2001 подчеркивается, что «...идеальная защита от коррозии при ремонте на 80% обеспечивается правильной подготовкой поверхности, и только на 20% – качеством используемых материалов и способом их нанесения». Однако, вид, степень и параметры очистки поверхности бетона и арматуры в зарубежных нормативных документах регламентируются лишь частично, а в российских практически не оговариваются.

Такие нормативные документы, как СНиП 3.04.01-87 «Изоляционные и отделочные покрытия», СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», РД 31.35.13–90 «Указания по ремонту гидротехнических сооружений на морском транспорте», «Методические рекомендации по технологии и механизации работ при строительстве, ремонте. Усиление конструкции методом набрызга бетонной смеси» (ЦНИИОМПП. – Москва, 1986г.), СП 13-101-99 «Правила надзора, обследования, проведения технического обслуживания и ремонта промышленных дымовых и вентиляционных труб» ре-

гламентируют необходимость подготовки поверхности бетона и арматуры перед ремонтом лишь качественными, но не количественными параметрами. Только в РД 31.35.13–90 «Указания по ремонту гидротехнических сооружений на морском транспорте» содержатся отдельные количественные данные по требуемой степени и видам подготовки арматуры. Большинство инструкций по применению ремонтных составов, разработанных совместно с ведущими их производителями, рекомендуют стандартный набор процедур по подготовке поверхности, практически без приведения численных параметров очистки. Однако, этих сведений недостаточно для выполнения качественной подготовки поверхности и нанесения составов при ремонтных работах. Нормативные документы также не предоставляют ссылок на типовые инструкции по ремонту.

При выполнении ремонтных операций во всех случаях, когда материал должен быть надежно соединен с другим или обновлен, прочности основания придается наибольшее значение. От его свойств зависит долговечность соединения нанесенного на него материала. Без тщательной подготовки поврежденного основания даже в случае последующего применения ремонтных материалов с заданными свойствами нельзя обеспечить надежное и долговременное восстановление бетона и железобетона. При этом требуется полное удаление слоя продуктов коррозии до неповрежденного бетона с тем, чтобы обеспечить формирование надежного сцепления ремонтного состава с бетоном основы. В связи с этим бетон в плоскости его последующего соединения с ремонтным покрытием

должен быть однороден и иметь неповрежденную наружную поверхность для того, чтобы между наносимым впоследствии ремонтным материалом и поверхностью бетона конструкции обеспечивалось прочное и плотное соединение.

Качество зоны контакта в результате специальной обработки бетона ремонтируемой конструкции обеспечивается в основном за счет «освежения» поверхности последнего. При этом имеющиеся в структуре бетона негидратированные зерна цемента (20-40 % от первоначального количества) очищаются от продуктов гидратации и в последующем обеспечивают хорошее сцепление с ремонтным составом на основе цемента.

Выбор наиболее целесообразного метода производства работ по подготовке поверхности бетона зависит, с одной стороны, от существующего состояния этой поверхности, и, с другой стороны, от требований к поверхности в строгом соответствии с предполагаемым ремонтно-строительным мероприятием. О том, подходит или нет выбранный метод производства работ по очистке, можно практически убедиться, заранее выполнив обработку на небольшом участке поверхности и сравнив необходимое и полученное качество обработанной поверхности.

С целью определения зависимости степени очистки бетонной поверхности от его марки (класса) проведены исследования на образцах-кубах размером 150 мм марок М100-М500 (классов В7,5-В40) с шагом М100 (табл.1 и 2). Обработка осуществлялась основными применяемыми в настоящее время способами – водоструйным и дробеструйным. Таким образом фактически определялись оптимальные методы и параметры подготовки поверхности бетона для каждого класса по прочности.

Следует отметить, что корродированный слой бетона (например, в виде гипса после воздействия серной кислоты или сульфатных растворов) может быть полностью удален при использовании водоструйной очистки только при давлении 450-500 атм. и выше. При значениях давлений 100-450 атм. корродированный слой полностью не удаляется и не может служить надежной основой для нанесения ремонтных составов из-за опасности их отслоения образующимся в зоне контакта гидросульфаломина-том кальция.

В табл. 1 показан вид образцов-кубов после обработки различными способами. Очевидно, что явные повреждения структуры образцов марок М100 (В7,5) и М200 (В15) свидетель-

ствуют о том, что такая поверхность не может являться надежной основой для нанесения ремонтных составов по трем основным причинам:

1) наличия участков с поврежденной или ослабленной структурой, не способных воспринимать эксплуатационные нагрузки и равномерно передавать возникающие напряжения на соседние участки конструкции;

2) разности модуля упругости поврежденной основы и наносимого состава, изготовленного на основе цемента;

3) возможного проникновения агрессивной среды по наружным границам контакта при некачественном заполнении основы ремонтным составом.

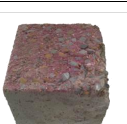
Если же при таких условиях обработке подвергается обширная площадь несущей конструкции в зоне рабочей арматуры, это может привести к резкому снижению ее несущей способности и созданию аварийных ситуаций в процессе ремонта.

Следует также отметить, что основным параметром является величина давления очистки, при этом степень повреждения структуры бетона (или отсутствие данных признаков) становится заметной уже в первые секунды после начала обработки поверхности. Время обработки на конечный результат практически не влияет лишь в случае очистки бетона высокой прочностью и плотности (табл. 1).

В табл. 2 приведены сводные данные по зависимости степени повреждения структуры бетона от его марки (класса). Граница безопасной обработки в данном случае является гарантом безопасности ремонтного процесса для подрядчика. При этом величина давления напрямую влияет на степень очистки поверхности: сохранение либо удаление карбонизированного, или, например, сульфатизированного слоев (в случае воздействия агрессивных соединений серы).

Часто процесс подготовки поверхности включает последовательное применение нескольких методов. Использование каждого метода связано в большей или меньшей степени с нарушением и повреждением структуры бетона. Для того чтобы в конечном результате повреждения структуры были наименьшими, при обработке поверхности необходимо последовательно переходить от более грубых методов воздействия на поверхность к более тонким. По этой же причине глубина удаляемого поверхностного слоя бетона за одну рабочую операцию не должна превышать определенной опытным путем величины.

Вид образцов-кубов после обработки различными способами

Марка (класс) бетона	Вид и параметры обработки			
	Водоструйная, давлением 500 атм.	Водоструйная, давлением 600 атм.	Водоструйная, давлением 900 атм.	Дробеструйная, давлением 7 атм.
М100 (В7,5)				
М200 (В15)				
М300 (В22,5)				
М400 (В30)				
М500 (В40)				

Таким образом, в результате исследований установлено, что бетонные и железобетонные конструкции с классом (маркой) по прочности В15 (М200) и ниже необходимо очищать дробеструйным способом во избежание повреждения его структуры. Конструкции с классом (маркой) бетона выше В15 (М200) целесообразно очищать водоструйным способом давлением 450-500 атм. как более производительным и технологичным, чем дробеструйный метод [3]. Исследованиями также установлено, что воздействие водоструйного метода давлением 500 атм. и дробеструйного метода давлением 7 атм. способно очистить арматуру в бетоне до степени Sa 2 1/2-3 [4], что достаточно для качественного ремонта. При этом в процессе ремонта карбонизи-

рованный слой может быть сохранен, так как в нем не содержится веществ, вызывающих протекание реакций с увеличением объема фаз новообразований, обязательному удалению подлежит слой продуктов коррозии [3]. Кроме того, при ремонте материалами на цементной основе будет иметь место восстановление pH в этом слое за счет миграции щелочей из нового покрытия, что исключит опасность коррозии арматуры.

Полученные данные о зависимости степени очистки бетонной поверхности от марки (класса) бетона позволяют на этапе разработки проекта ремонта сделать правильный выбор в пользу рационального метода подготовки поверхности при восстановлении конструкций.

Таблица 2

Степень повреждения структуры поверхности бетона в зависимости от его марки (класса)

№ п/п	Марка (класс) бетона	Способ подготовки					
		Водоструйный, давлением					Дробес- труйный, давлением 7 атм.
		150 атм.	250 атм.	500 атм.	600 атм.	900 атм.	
		Степень очистки бетонной поверхности					
		Сохранение сульфатизированного и карбонизированного слоев		Сохранение карбонизированного слоя			Удаление обоих слоев
1.	M100 (B7,5)		МП	ВП	ВП	ВП	√
2.	M200 (B15)			МП	ВП	ВП	√
3.	M300 (B22,5)			√	МП	ВП	
4.	M400 (B30)	Граница безопасной обработки		√	МП	ВП	
5.	M500 (B40)			√	МП	МП	

Условные обозначения:

МП	- малая степень повреждения структуры поверхности бетона;
ВП	- высокая степень повреждения;
	- очистка без повреждения структуры поверхности бетона;
√	- рекомендуемый способ подготовки.

*Работа выполнялась в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Болотских, О.Н. Подготовка поверхности бетонных и железобетонных конструкций к ремонту [Текст] / О.Н. Болотских, В.П. Чернявский // Ватерпас, 2001. – №4. – С. 114-117.
- Восстановление бетона и железобетона после деструктивного воздействия серосодержащих соединений [Текст] / В.М. Латыпов [и др.] // Строительные материалы. – 2009, № 3. – С. 58-59.

3. Латыпов, В.М. Рациональные способы подготовки поверхности бетона при ремонте конструкций после деструктивного воздействия серосодержащих соединений [Текст] / В.М. Латыпов, Т.В. Латыпова, А.Н. Авренюк // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2009. – №1 (11). – С. 277-283.

4. ISO 8501-1:2007 «Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень ржавления и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий».

Володченко А. Н., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МАГНЕЗИАЛЬНОЙ ГЛИНЫ С ГИДРОКСИДОМ КАЛЬЦИЯ ПРИ СИНТЕЗЕ НОВООБРАЗОВАНИЙ И ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ

volodchenko@intbel.ru

Установлено, что магнезиальные глины сапонитового состава можно использовать в качестве компонента вяжущего при производстве автоклавных силикатных материалов. Оптимальное содержание извести в известково-сапонитовом вяжущем составляет 20 мас. %. В результате взаимодействия магнезиальной глины и извести в условиях гидротермальной обработки образуются низкоосновные гидросиликаты кальция типа CSH(B) и глиноземистый тоберморит. Ионы Mg^{2+} образуют магнезит и рентгеноаморфные гидросиликаты магния.

Ключевые слова: магнезиальные глины, известь, известково-сапонитовое вяжущее, автоклавная обработка, микроструктура новообразований, силикатные материалы.

Основным кремнеземсодержащим компонентом в технологии автоклавных силикатных материалов традиционно используется кварцевый песок, требующий высоких энергозатрат для его активизации путем тонкого измельчения хотя бы частичного объема. Особый интерес в технологии силикатных изделий представляют продукты с высокой химической активностью, которые не только заменяют кварцевый песок, но и интенсифицируют технологические процессы. Использование термодинамически активного сырья позволяет сократить расход энергоносителя при помоле и гидротермальной обработке.

На территории Архангельской области в пределах Архангельской алмазоносной провинции широко распространены магнезиальные глины ультраосновного состава [1]. Спецификой этих пород является наличие в их составе мономинерального смектита – сапонита (до 98 мас. %), а также других глинистых минералов, тонкодисперсного слабоокатанного кварца и кальция. Актуальной является задача проведения исследований по получению на основе этого сырья разнообразных строительных материалов, в частности автоклавных силикатных материалов [2].

Магнезиальные глины сапонитового состава ранее не использовались в производстве автоклавных силикатных материалов. С целью определения возможности использования их в качестве сырья для получения силикатных материалов были изучены продукты синтеза и микроструктура новообразований в известково-сапонитовом вяжущем в условиях автоклавной обработки.

Магнезиальная глина, используемая в исследованиях, представляет собой плотную породу серого цвета с зеленым оттенком с раковистым изломом и слоистой текстурой. Порода классифицируется как глина твердая, тяжелая. В пробе по гранулометрическому составу преобладают алеврито-пелитовые частички (73,82 мас. %). Химический состав породы следующий, масс. %: SiO_2 – 45,3, Al_2O_3 – 6,24, Fe_2O_3 – 8,14, CaO – 8,86, MgO – 18,92, TiO_2 – 0,65, K_2O – 2,16, Na_2O – 2,84, п.п.п. – 6,16.

В качестве известкового компонента использовался оксид кальция с активностью 96,8 мас. %, полученный обжигом карбоната кальция марки «хч» при 1000 °С. Измельченную магнезиальную глину перемешивали с известью в заданном соотношении, увлажняли необходимым количеством воды и выдерживали в герметичной чашке до полного гашения извести. Готовили смеси известково-сапонитового вяжущего с содержанием извести от 10 до 40 мас. %. Из полученной сырьевой смеси влажностью 10 % формовали образцы-цилиндры диаметром и высотой 3,0 см. Давление прессования составляло 20 МПа. Образцы автоклавировали по режиму 1,5+6+1,5 ч при давлении пара 1,0 МПа. Для полученных образцов определяли предел прочности при сжатии и среднюю плотность. Фазовый состав новообразований исследовали термографическим, рентгенографическим и ИК-спектроскопическими методами. Микроструктуру цементирующего соединения изучали с помощью растрового электронного микроскопа. Результаты экспериментов представлены на рис. 1–5.

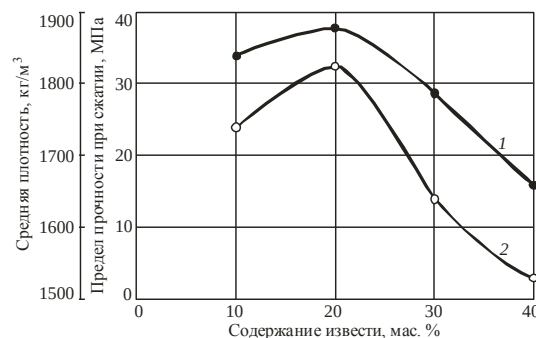


Рисунок 1. Предел прочности при сжатии (1) и средняя плотность (2) в зависимости от содержания извести

При увеличении содержания извести прочность образцов повышается и достигает максимального значения 37,75 МПа при содержании извести 20 мас. % (см. рис. 1). Дальнейшее увеличение содержания извести приводит к снижению прочности образцов. Максимальной прочностью соответствует и наибольшая средняя плотность, составляющая 1830 кг/м³. В образцах с содержанием извести более 20 мас. % остается несвязанный гидроксид кальция, что фиксируется наличием эндозффекта на термограммах в интервале температур 500–510 °С (см. рис. 2), рефлексами 4,96; 2,63; 1,93 Å на рентгенограммах (см. рис. 3) и узкими интенсивными полосами поглощения около 3643 см⁻¹ на ИК-спектрах (рис. 4).

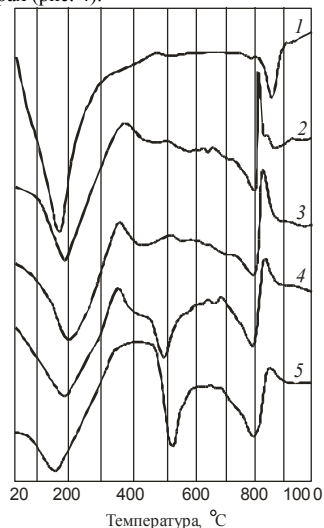


Рисунок 2. Термограммы известково-сапонитового вяжущего: содержание извести, мас. %: 1 – 0; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 30; 5 – 40

На всех термограммах (см. рис. 2) зафиксированы эндотермические эффекты в интервале температур 150–200 °С свидетельствующие об удалении адсорбированной и межслоевой воды гелевидного цементирующего вещества. Нечеткий экзотермический эффект с максимумом при 350–370 °С обусловлен, по-видимому, перекристаллизацией гелевидного цементирующего вещества новообразований.

При взаимодействии магнезиальной глины и извести в реакцию вступает преобладающий минерал пробы – сапонит, о чем свидетельствует понижение аналитических линий исходного минерала на рентгенограммах (15,34 Å). Идентифицируемыми продуктами взаимодействия, на кривых ДТА по экзоэффектам при 810–840 °С (см. рис. 2, кривые 1–5), являются низкоосновные гидросиликаты кальция группы CSH(B). Эти соединения также образуются и за счет кварца, который присутствует в исходной породе (серия рефлексов 3,35; 4,26; 1,82 Å) (см. рис. 3, кривая 1). Идентификация низкоосновных гидросиликатов кальция группы CSH(B) с помощью РФА затруднена, так как наиболее сильный рефлекс 3,04 Å (см. рис. 3) совпадает с рефлексом карбоната кальция, о присутствии которого свидетельствует эндозффект при 800 °С на ДТА (см. рис. 2) и полоса поглощения на ИК-спектрах около 1422 см⁻¹ (см. рис. 4).

Увеличение содержания извести в смеси приводит к повышению содержания в конечных продуктах карбоната кальция (усиление отражений при 3,04; 2,29; 2,10 Å). Одновременно с этим увеличивается содержание карбоната магния (магнезита), о чем свидетельствует усиление интенсивности полосы поглощения около 1475 и 857 см⁻¹ на ИК-спектрах и рефлекса при 2,917 Å на рентгенограмме. Образования карбоната магния подтверждаются эндозффектом в области температур 640–680 °С на термограмме автоклавируемого известково-сапонитового вяжущего (см. рис. 2).

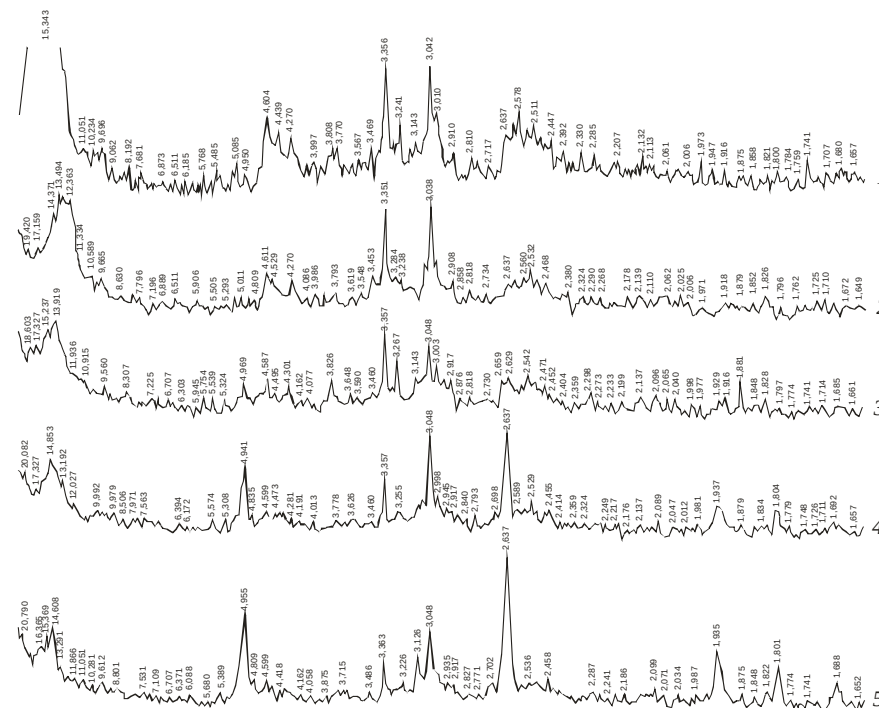


Рисунок 3. Рентгенограммы известково-сапонитового вяжущего: содержание извести, мас. %: 1 – 0; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 30; 5 – 40

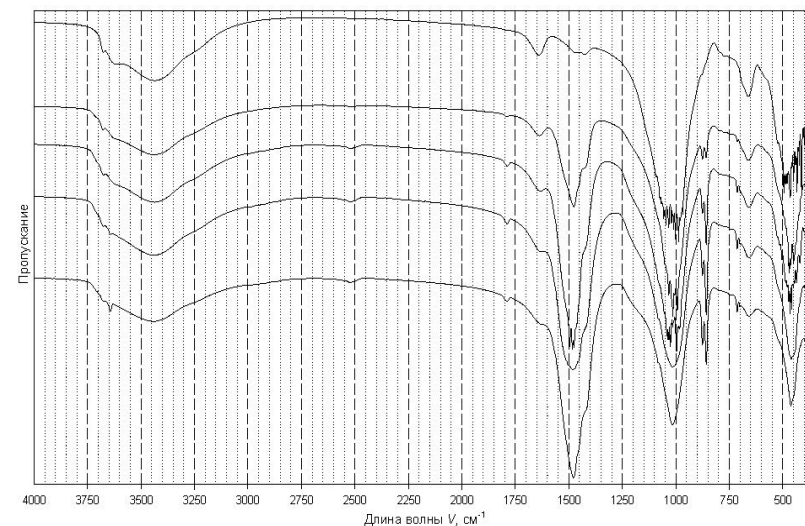


Рисунок 4. ИК-спектры известково-сапонитового вяжущего: содержание извести, мас. %: 1 – 0; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 30; 5 – 40

Используемая в экспериментах магнезиальная глина содержит 6,24 мас. % Al_2O_3 . Наличие на рентгенограммах аналитических линий в пределах 9,58–12,0 Å свидетельствует, вероятно, об образовании глиноземистого тоберморита. Как известно, ионы кремния в кристаллической решетки тоберморита могут частично замещаться ионами алюминия [3]. Аномальное отклонение от структуры тоберморита 11,3 Å обусловлено многокомпонентным составом сырьевой смеси и, соответственно, образованием нестехиометрических соединений.

В проведенных нами экспериментах при гидротермальной обработке ионы Mg^{2+} , преимущественно связываясь с анионами CO_3^{2-} , образуют магнезит. По данным ИК-спектроскопии при содержании в вяжущем 20 мас. % извести наблюдаются наиболее интенсивные полосы поглощений ионов CO_3^{2-} (1500–1450, 878–857 cm^{-1}) и SiO_4^{4-} (1100–950, 550–370 cm^{-1}). Эти данные и максимальная прочность образцов этого состава (см. рис. 1) позволяют предположить, что в этом случае образуется оп-

тимальная степень кристаллизации новообразований. Существование мультиплетности колебаний связей на ИК-спектрах для SiO_4^{4-} в областях 1200–900 cm^{-1} можно объяснить отображением различных модификаций замещения кремния алюминием в кремнекислородных тетраэдрах. На ИК-спектре с 30 мас. % извести наблюдается сглаживание полос в указанных областях, что говорит о начинающемся процессе перекристаллизации.

Согласно литературным данным [4], в системе $MgO-SiO_2-H_2O$ при высоких давлениях (до 376 °C) и длительности автоклавной обработки (до 50 ч) происходит образование гидросиликатов магния типа серпентина, которые фиксируются термографическим и рентгенофазовым методами анализа. Новообразования, полученные при запарке смесей при низких температурах и коротких режимах, фиксировались только по данным ДТА, что свидетельствовало об образовании рентгеноаморфных гидросиликатов магния.

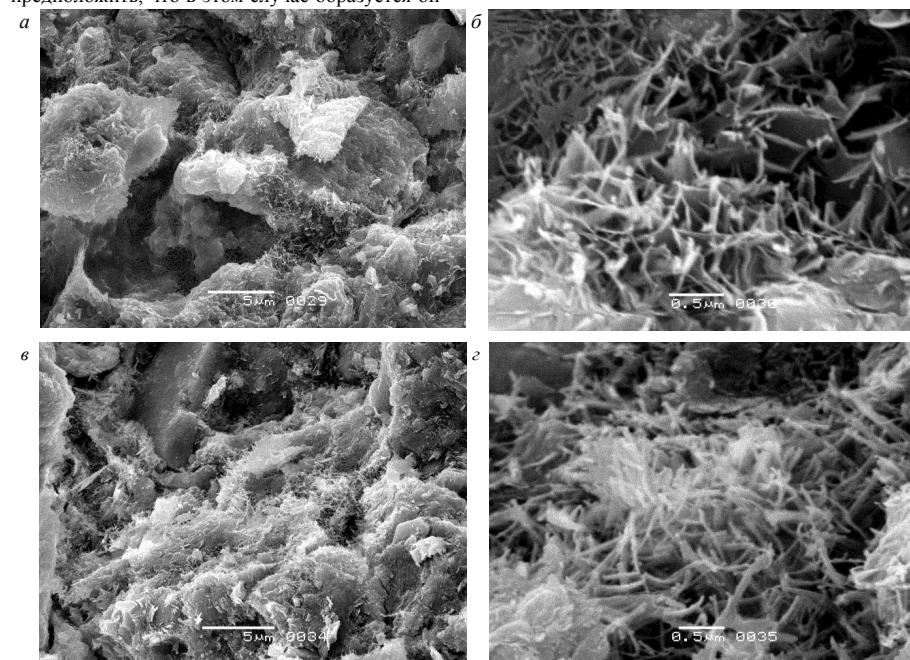


Рисунок 5. Микроструктура известково-сапонитового вяжущего: содержание извести, мас. %: а, б – 10; в, г – 20

В условиях нашего эксперимента также возможно образование рентгеноаморфных гидросиликатов магния. Однако, идентификация их

затруднена, так как рентгенографически они не определяются, а соответствующий им экзотермический эффект при 810–840 °C на термограм-

ме совпадает с таким же эффектом низкоосновных гидросиликатов кальция.

Микроструктура композита при различном содержании извести показана на рис. 5. С увеличением содержания извести с 10 (см. рис. 5, а и б) до 20 мас. % (см. рис. 5, в и г) форма кристаллов новообразований изменяется с лепестков на волокна. При содержании извести 20 мас. % наблюдается формирование более плотной матрицы новообразований цементирующего вещества. Новообразования, образуя сетку, заполняют поры и создают более плотный материал. За счет увеличения плотности упаковки материала формируется прочная микроструктура цементирующего соединения, обеспечивающая композиту высокую прочность при сжатии.

Таким образом, магнезиальные глины сапонитового состава можно использовать в качестве компонента вяжущего при производстве автоклавных силикатных материалов. Оптимальное содержание извести в известково-сапонитовом вяжущем составляет 20 мас. %. В результате взаимодействия магнезиальной глины и извести в условиях гидротермальной обработки (6 ч изотермической выдержки при давлении 1,0 МПа) образуются низкоосновные гидросиликаты кальция типа CSH(B) и глиноземи-

стый тоберморит. Ионы Mg^{2+} образуют магнезит и рентгеноаморфные гидросиликаты магния.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) [Текст] / Под ред. О.А. Богатикова. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – С. 524. – ISBN 5-211-02588-X.
2. Volodchenko, A.N. Use of mining industry wastes for silicate materials production / A.N. Volodchenko, V.S. Lesovik, S.I. Alfimov // The 3rd International Conference on Chemical Investigation & Utilization of Natural Resources. June 25–28. – Ulaanbaatar, Mongolia, 2008. – S. 241–245.
3. Федин, А.А. Научно-технические основы производства и применения силикатного ячеистого бетона [Текст] / А.А. Федин. – М.: Изд-во ГАСИС, 2002. – 264 с.
4. Боженков, П.И. Система $MgO-SiO_2-H_2O$ при автоклавной обработке [Текст] / П.И. Боженков, Г.В. Березина // Строительные материалы из попутных продуктов промышленности: Межвуз. темат. сб. тр. – Л.: ЛИСИ, 1981. – С. 11–26.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ КАМНЕЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

alfimovan@mail.ru

Рассмотрены возможности применения композиционных вяжущих с использованием техногенного сырья как минерального наполнителя для производства стеновых камней. Пески различного происхождения проработаны по степени их пригодности в качестве компонента вяжущего.

Ключевые слова: стеновые камни, композиционное вяжущее, техногенные пески, контактная зона, адгезия.

В настоящее время в связи с развитием малоэтажного и каркасно-монолитного строительства особо испытывается потребность в мелкостручных стеновых материалах. Наиболее перспективных с этой точки зрения являются стеновые камни, которые могут применяться для возведения стен, перегородок, цокольных этажей зданий, парапетов, опорных стен, декоративных заборов и т.п. Пустотелые камни имеют повышенные теплоизоляционные свойства за счет 30% пустотности и предназначены для возведения наружных и внутренних стен жилых и производственных зданий. Перегородочные камни имеют 25% пустотности и используются при возведении внутренних перегородок в зданиях, но могут использоваться и для наружных малонагруженных стен [1].

Особое внимание стоит уделить стеновым камням из мелкозернистого бетона.

В последние годы именно мелкозернистые бетоны получили наибольшее развитие, благодаря простоте технологии их приготовления и производства изделий из них.

Мелкозернистый бетон отличается повышенным расходом вяжущего, это связано с тем, что с уменьшением крупности заполнителя возрастает его удельная поверхность, что ведет к увеличению суммарного объема цементного теста для смазки, это, в свою очередь, требует существенного изменения водоцементного отношения. Поэтому при производстве изделий из данного вида бетона целесообразно применять композиционные вяжущие (КВ), такие как вяжущее низкой водопотребности (ВНВ) и тонкомолотый цемент (ТМЦ) [2].

В настоящее время уже есть достаточно большое количество разработанных и апробированных в заводских условиях оригинальных в экономическом и экологическом аспектах КВ [3–5].

Получение высокоэффективных вяжущих нового поколения сегодня сопровождается ис-

пользованием сложных составов компонентов с целью получения высококачественных бетонов разного функционального назначения с улучшенными, а иногда и с принципиально новыми свойствами и определенной заранее заданной структурой. В основу их создания положен принцип целенаправленного управления технологией на всех ее этапах: использование активных компонентов, разработках оптимальных составов, применение химических модификаторов, использование механохимической активации компонентов и некоторых других приемов [2].

Идея получения композиционных вяжущих не нова. Ранее были получены тонкомолотые цементы (ТМЦ) и вяжущие низкой водопотребности (ВНВ). ТМЦ получают в результате дополнительного измельчения портландцемента совместно с кремнеземистым компонентом. В составе же ВНВ помимо портландцемента и активных наполнителей присутствует добавка суперпластификатора. Данные вяжущие были детально изучены, и была доказана их эффективность. Однако следует отметить, что зачастую в качестве кремнеземистого компонента ТМЦ и ВНВ использовались природные пески, содержание кварца в которых составляет порядка 95 %. Поэтому вопрос о качестве минерального компонента долгое время не поднимался.

В тоже время необходимо принять во внимание тот факт, что в результате деятельности человека на планете Земля сформированы месторождения с запасами от 10–20 тыс. м³ до нескольких миллиардов рыхлых отходов промышленности с размером частиц от 10–1000 нм до 5 мм. Данные отходы, породообразующими минералами которых являются кварц, кальцит, силикаты (полевые шпаты, пироксены, оливин и т.д.), представляют собой техногенные пески. В сложившейся ситуации острого дефицита не только вяжущих, но и качественных заполнителей, использование техногенных песков в каче-

стве компонента КВ приобретает существенную актуальность.

Техногенные пески весьма разнообразны по своему происхождению, условиям формирования и дальнейшего преобразования, химико-минеральному составу, строению и свойствам. Наибольшее распространение получили механо-генные пески, представленные преимущественно отсевами дробления и отходами обогащения [6].

Основной особенностью техногенных песков с точки зрения их использования в КВ является их химико-минеральный состав. Природные пески представлены преимущественно кварцем, а техногенные пески включают в свой состав различные минералы. Полиминеральность техногенных песков не однозначно влияет на их пригодность для производства КВ. С одной стороны, более низкое содержание кварца в составе техногенного песка вызывает некоторое снижение активности КВ на его основе, с другой же стороны, полиминеральный состав способствует снижению энергоемкости помола КВ. Снижение энергоемкости является одним из ключевых факторов, способствующих снижению себестоимости КВ и бетонов на его основе.

В связи с необходимостью оценки пригодности того или иного песка и их ранжирования по эффективности была предложена методика определения качества техногенных песков как компонента КВ. Для упрощения методики с це-

лью устранения влияния большого количества факторов предложено использовать ТМЦ. Методика заключается в определении активности ТМЦ, приготовленных на различных песках, и сопоставлении ее с активностью контрольного ТМЦ, приготовленного с использованием песка Вольского месторождения. Для испытаний приготавливались ТМЦ-50 с удельной поверхностью ≈500 м²/кг.

Коэффициент качества минерального компонента (K_k) рассчитывается по следующей формуле [7]:

$$K_k = \frac{R_a^n}{R_{a.п.}^n},$$

где R_a^n – активность ТМЦ-50, приготовленного с использованием изучаемого песка, МПа;

$R_{a.п.}^n$ – активность ТМЦ-50, приготовленного с использованием песка Вольского месторождения, МПа.

С помощью данной методики был определен K_k широкого спектра техногенного сырья, сформировавшегося как на территории Российской Федерации, так и за ее пределами, в частности было исследовано вулканическое сырье Республики Эквадор, Острова Сицилии, отходы алмазобогащения Южно-Африканской Республики (табл. 1) и география постоянно расширяется.

Таблица 1

Показатели коэффициента качества техногенного сырья как минерального компонента композиционных вяжущих

№	Наименование минерального компонента ТМЦ	Коэффициент качества, K_k
1	Отсев дробления кварцитопесчаника, фракции 0,315-5	1,29
2	Вулканический пепел аморфизированный (р. Эквадор)	1,29
3	Вулканический песок (р. Эквадор)	1,25
4	Вулканический пепел кристаллический (р. Эквадор)	1,05
5	Вулканический туф (о. Сицилия)	1,05
6	Песок Стодеревского карьера	1,02
7	Отходы мокрой магнитной сепарации Лебединского месторождения	1,02
8	Песок Вольского месторождения	1
9	Отсев дробления кварцитопесчаника	0,96
10	Песок Нижне-Ольшанского месторождения	0,95
11	Отходы мокрой магнитной сепарации Ковдорского месторождения	0,92
12	Отсев Солдато-Александровского карьера	0,77
13	Отходы алмазобогащения (ЮАР)	0,40
14	Отходы алмазобогащения Архангельской алмазонасной провинции	0,31

Так как одной из определяющих характеристик, влияющей на активность КВ, является адгезия минерального наполнителя, нами был проведен сравнительный анализ микроструктуры

контактной зоны цементного камня с активированным в процессе помола компонентом вяжущего (рис. 1).

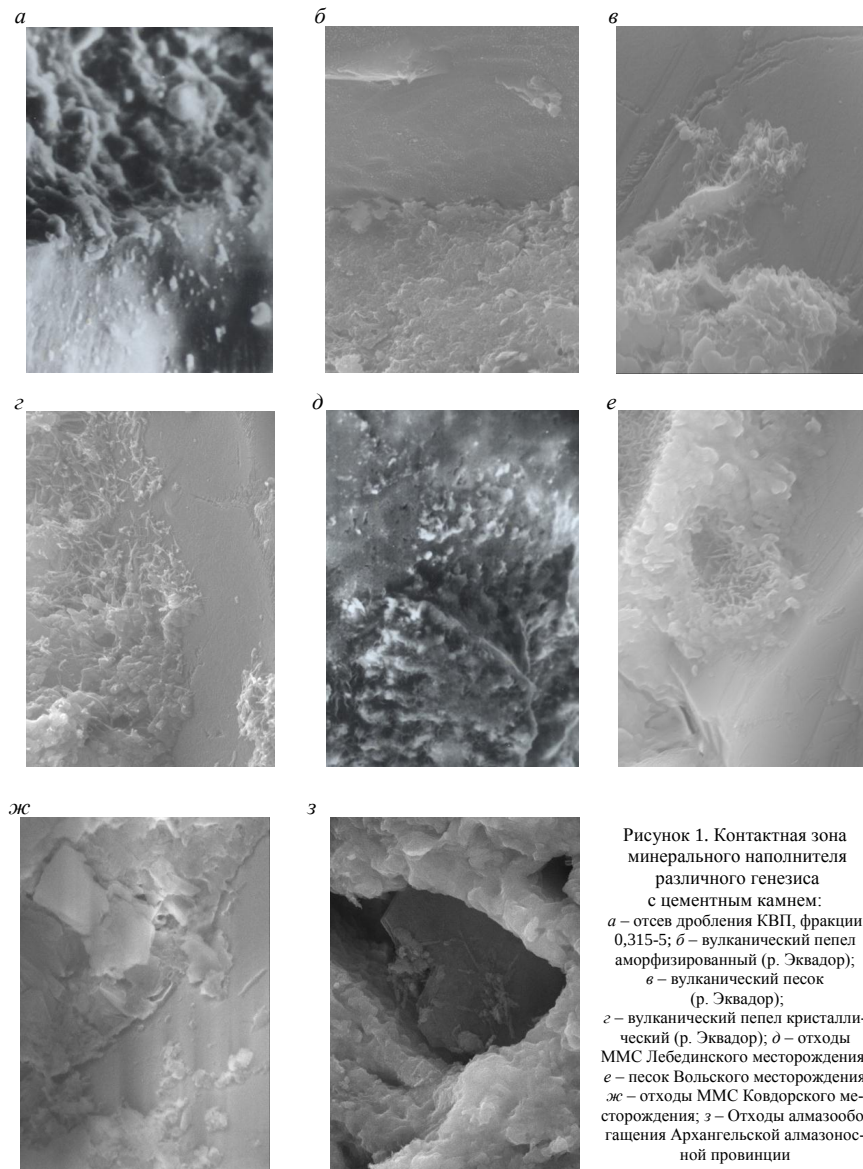


Рисунок 1. Контактная зона минерального наполнителя различного генезиса с цементным камнем:
а – отсев дробления КВП, фракции 0,315-5; б – вулканический пепел аморфизированный (р. Эквадор); в – вулканический песок (р. Эквадор); г – вулканический пепел кристаллический (р. Эквадор); д – отходы ММС Лебединского месторождения; е – песок Вольского месторождения; жс – отходы ММС Ковдорского месторождения; з – Отходы алмазообогатения Архангельской алмазоносной провинции

Анализ показателей K_k и адгезии сырья различного происхождения, позволил ранжиро-

вать его по степени пригодности в качестве минерального компонента композиционного вя-

жущего в порядке убывания эффективности использования: «метаморфические породы зеленосланцевой степени метаморфизма – частично аморфизированные продукты вулканической деятельности – закристаллизованные продукты вулканической деятельности – механические породы, сформированные при обогащении магнетитовых кварцсодержащих пород – осадочные кварцсодержащие горные породы – магматические породы ультраосновного состава – частично выветренные породы ультраосновного состава».

Согласно приведенному ряду, для производства композиционных вяжущих наиболее целесообразно применять метаморфические породы зеленосланцевой степени метаморфизма и частично аморфизированные продукты вулканической деятельности. Это объясняется тем, что данное сырье является генетически активированным, оно оказывает интенсивно влияние на процессы структурообразования в контактной зоне и на фазовый состав цементного камня (рис. 1, а, б), что в свою очередь позволит получить бетон высокого качества с заданными характеристиками.

Наименее эффективными признаны техногенные пески ультраосновного состава. Их низкий показатель коэффициента качества обусловлен, в первую очередь спецификой их минералогического состава, в частности, низким содержанием кварца и высоким содержанием серпентина, а также наличие глинистых минералов, что ведет к увеличению количества воды затворения при одинаковой удобоукладываемости смесей ТМЦ, а так же предопределяет низкую адгезию (рис. 1, з).

При использовании ультраосновных пород в качестве минерального наполнителя композиционных вяжущих необходимо вводить суперпластификаторы, которые позволят снизить их негативное влияние на активность КВ, а сами вяжущие, целесообразней всего применять для изготовления низкомарочных изделий и закладных растворов.

Таким образом, применение разработанной методики позволило ранжировать сырье различного происхождения по степени его пригодности в качестве минерального компонента КВ, что будет способствовать не только расширению сырьевой базы композиционных вяжущих, но и позволит существенно облегчить подбор составов для производства изделий с заданными характеристиками, а также прогнозировать их свойства.

На основе полученных результатов были разработаны составы бетонных смесей для произ-

водства стеновых камней. Прочность бетона разработанных составов, соответствует проектным значениям, предъявляемым к материалам при производстве данного вида изделий. При этом применение композиционных вяжущих позволяет экономить от 30 % до 50 % клинкерной составляющей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик, Р.В. Стеновые камни из мелкозернистого бетона на основе техногенного сырья [Текст] / Р.В. Лесовик, Н.И. Алфимова, М.Н. Ковтун // Известие вузов. Строительство. – Новосибирск, 2007. – №11. – С. 46 – 49.
2. Баженов, Ю.М. Новому веку – новые бетоны [Текст] / Ю.М. Баженов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2000. – № 2. – С. 10–11.
3. Лесовик, В.С. Проблемы расширения номенклатуры вяжущих веществ [Текст] / В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова, Р.В. Лесовик // Международный конгресс производителей цемента: сб. докл. – Белгород. – 2008. – С. 30–34.
4. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / Алфимова Н.И. [и др.] // НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». №1. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – С. 30–33.
5. Лесовик, В.С. Использование природного перлита в составе смешанных цементов [Текст] / В.С. Лесовик, Ф.Е. Жерновой, Е.С. Глаголев // Строительные материалы. – 2009. – №6. – С. 84–87.
6. Шейченко, М.С. Композиционные вяжущие с использованием высокомагнезиальных отходов Ковдорского месторождения [Текст] / М.С. Шейченко, В.С. Лесовик, Н.И. Алфимова // НТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». №1. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. – С. 10–14.
7. Лесовик, Р.В. К проблеме использования техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов и изделий на их основе [Текст] / Р.В. Лесовик // Строительные материалы. – 2007. – № 9. – Приложение «Наука». – № 10. – С. 13 – 15.
8. Лесовик, Р.В. Влияние кремнеземистых компонентов на свойства композиционных вяжущих [Текст] / Р.В. Лесовик, М.Н. Ковтун, Н.И. Алфимова // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: междуна. науч.-практич. конф., Белгород, 18–19 сент. 2007 г. / Изд-во БГТУ. – Белгород, 2007. – Ч.2. – С. 157 – 160.

СТАЛЕФИБРОБЕТОН ДЛЯ СБОРНО-МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Klyuyev@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы применения стальной фибры для дисперсного армирования мелкозернистых бетонов. Проведены экспериментальные исследования сталефибробетонных образцов на цементе и на композиционном вяжущем.

Ключевые слова: мелкозернистый бетон, техногенный песок, сталефибробетон.

В настоящее время одной из самых перспективных строительных технологий при проектировании и возведении любых типов зданий и сооружений является технология сборно-монолитного каркасного домостроения.

Основой этой технологии является применение сборно-монолитного каркаса, монтируемого из изделий заводского изготовления: колонна, ригель, плита, несъемная опалубка с замоноличиванием узлов и отсутствием сварочных работ на стройплощадке.

Сборно-монолитное строительство позволяет сэкономить энергию в технологическом процессе производства продукции и строительстве, достичь снижения трудовых и материальных затрат, обеспечить высокое качество и потребительские свойства продукции.

Основной составляющей конструкции является несущий каркас, состоящий из трех основных железобетонных элементов: вертикальных опорных колонн, предварительного напряженных ригелей и плит перекрытия. Узел соединения «колонна-ригель-плита» является монолитным, а весь каркас собирается без применения сварки (рис. 1).



Рисунок 1. Конструкция сборно-монолитного здания

На сегодняшний день сфера использования железобетонных конструкций в России значительно расширяется. Многие здания и сооружения меняют свое функциональное назначение.

Применение композиционных материалов способно разрешить данные проблемы.

Использование дисперсно-армированных цементных композиций позволяет выпускать облегченные строительные конструкции с повышенной прочностью на изгиб и ударной вязкостью. Выбор волокна обуславливается тем, какими свойствами должна обладать композиция для удовлетворения заданным требованиям [3, 4].

Дисперсно-армированные бетоны являются одним из перспективных конструктивных материалов. Они представляют собой одну из разновидностей обширного класса композиционных материалов, которые в настоящее время все более широко применяются в различных отраслях промышленности. Дисперсное армирование осуществляется волокнами (фибрами), равномерно рассредоточенными в объеме бетонной матрицы. Для этого используются различные виды металлических и неметаллических волокон минерального или органического происхождения. В данной работе рассмотрено применение стальной фибры для мелкозернистого бетона [2].

Конструкции из сталефибробетона широко используются во многих областях строительства и с успехом применяются в таких странах как ЮАР, Германия, Япония, США и др. Однако, в нашей стране этому материалу уделяется мало внимания.

В последние годы на практике очень часто имеют место случаи, когда в районе строительства отсутствуют качественные крупные заполнители. Транспортировка щебня из других регионов, часто на значительные расстояния, становится экономически не оправданной. В этом случае встает вопрос о целесообразности применения местных материалов, в том числе песков и отходов горно-обогатительной промышленности, в качестве заполнителей бетонов.

В настоящее время нерудная, горнорудная и другие отрасли ежегодно складывают в отвалах сотни миллионов кубометров рыхлых отходов различного состава и строения, которые имеют размер зерен до 10 мм. Одной из причин

неполного использования этих отходов в качестве мелких заполнителей бетонов является отсутствие их классификации, недостаточная изученность их характеристик и свойств бетонных смесей и бетонов на их основе.

Свойства техногенных песков, бетонных смесей и бетонов на их основе зависят от многих факторов, обусловленных свойствами исходных пород, способами их измельчения, методами обогащения полученного продукта и т.д. Наиболее существенное влияние оказывают прочность, структура и состав исходных пород.

При сопоставлении свойств природных и искусственных песков обращают на себя внимание основные, принципиальные различия этих материалов. Если первые являются в основном кварцевыми, с округлой формой зерен и гладкой поверхностью, то вторые имеют существенные различия по составу и свойствам исходных пород, форме зерен и шероховатости их поверхности. Искусственные пески имеют свежееобнаженную поверхность. В результате свойства последних различны. Взаимодействие поверхности техногенных песков с цементным тестом и цементным камнем значительно сложнее, чем у природных песков. Без учета этого взаимодействия невозможно изучить влияние гранулометрического состава, формы зерен, шероховатости поверхности и других характеристик песка на свойства смесей и бетонов [1, 2].

Для оценки возможности применения техногенных песков как сырья для производства фибробетона, были разработаны составы мелко-

зернистого бетона с использованием в качестве заполнителя отсева дробления кварцитопесчаника. Для получения более плотной упаковки заполнителя использовался песок Нижне-Ольшанского месторождения.

Экспериментальные исследования связаны с изучением поведения бетонных элементов, дисперсно-армированных стальной фиброй при сжатии и растяжении при изгибе.

В качестве фибры была принята стальная проволоочная волновая фибра ТУ 14-1-55-36-2006. Она включается в бетонные образцы с целью увеличения прочности бетона на сжатие от 10% до 60% и на растяжение при изгибе от 10% до 200%.

Для приготовления высокопрочного мелкозернистого бетона применяют различные способы повышения активности цемента и качества бетонной смеси (домол и виброактивация цемента, виброперемешивание, применение суперпластификаторов).

Большие перспективы в получении высокопрочных бетонов связаны с применением композиционного вяжущего, которое получают совместным помолом высокомарочного цемента и суперпластификатора.

Для его получения применялся товарный цемент ЗАО «Белгородский цемент» Цем I 42,5 Н, отходы мокрой магнитной сепарации (отходы ММС) и суперпластификатора С-3.

Для оценки качества применяемых заполнителей были изучены их основные физико-механические свойства (табл. 1).

Таблица 1

Физико-механические характеристики заполнителя

Наименование показателя	Отсев дробления КВП	Нижне-Ольшанский песок
Модуль крупности	3,50	1,12
Насыпная плотность в неуплотненном состоянии, кг/м ³	1415	1467
Насыпная плотность в уплотненном состоянии, кг/м ³	1490	1648
Истинная плотность, кг/м ³	2710	2630
Пустотность, %	47,8	44,2
Водопоглощение, %	5,5	11
Цементопотребность	0,530	0,63

На рис. 2 и 3. представлены результаты исследования по определению минералогического состава заполнителя.

Высушенные песок, отсев дробления кварцитопесчаника, композиционное вяжущее и стальная фибра были смешаны до получения гомогенного состава. Затем добавлялась вода до получения однородной массы. После формования и уплотнения образцы в течение 24 часов находились при температуре не ниже 15 °С. Затем были сняты формы и бетонные образцы

находились в камере твердения с температурой 20 °С и влажностью более 90%, что соответствует требованиям ГОСТ.

Испытание образцов для определения прочности на сжатие (кубики 100×100×100 мм) и на растяжение при изгибе (призмы 100×100×400 мм) проводились на универсальной испытательной машине по стандартной методике. Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

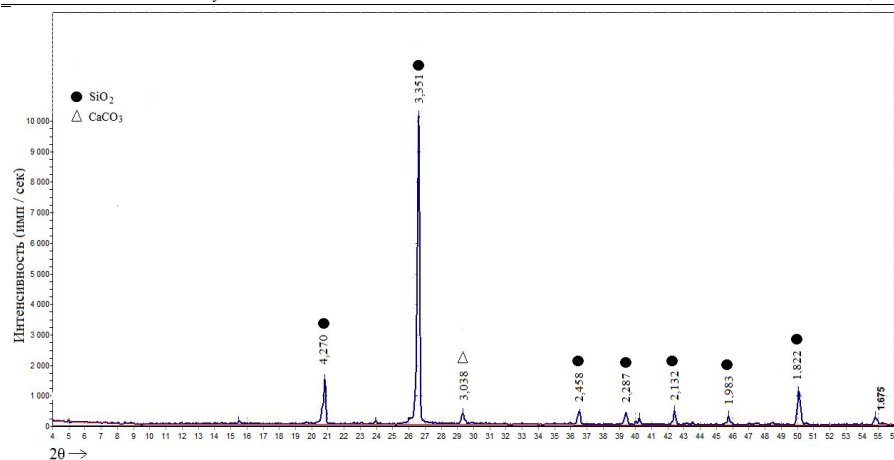


Рисунок 2. Дифрактограмма кварцевого песка Нижне-Ольшанского месторождения

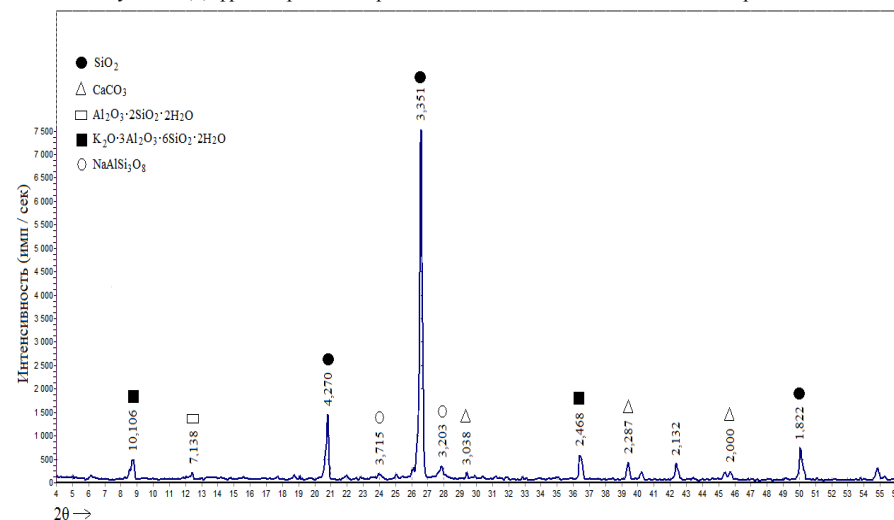


Рисунок 3. Дифрактограмма отсева дробления кварцитопесчанника

Таблица 2

Результаты экспериментов

№ состава	Состав						Рсж, МПа	Ризг, МПа
	Вязущее		Отсев дробл. КВП, кг	Песок, кг	Вода, л	Стальная фибра, кг		
	Цем I 42,5Н, кг	КВ						
1	500		1400	–	240	110	46,2	12,6
2	500		860	540	200	110	56,7	16,4
3		500	1400	–	240	110	53,4	15,2
4		500	860	540	200	110	63,6	18,2

Анализ экспериментальных исследований показал эффективность применения композиционного вяжущего. Сравнивая составы 1 и 3 из табл. 2, можно видеть, что прочностные характеристики сталефибробетонных образцов показали увеличение прочности на сжатие на 13%, а на растяжение при изгибе на 17%.

Из табл. 2 отчетливо видно увеличение прочностных характеристик сталефибробетонных образцов на композиционном вяжущем и заполнителе из отсева дробления кварцитопесчанника, обогащенным Нижне-Ольшанским песком. Сравнивая составы 2 и 4 наблюдаем, что прочностные характеристики сталефибробетонных образцов повысились – на сжатие на 11% и на растяжение при изгибе на 10%. Сравнивая составы 1 и 4, отмечаем увеличение прочности соответственно на 27% и 37%. Таким образом, для сборных элементов конструкций можно рекомендовать композиционное вяжущее в качестве вяжущего, а в качестве заполнителя отсев дробления кварцитопесчанника, обогащенный Нижне-Ольшанским песком.

Экономический эффект мелкозернистого бетона на основе техногенного песка по сравнению с тяжелым бетоном составляет 20%, что происходит за счет замены крупного заполните-

ля и снижения процента армирования сборных элементов конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клюев, А.В. Отходы горнодобывающих предприятий как сырье для производства мелкозернистого бетона армированного фибрами [Текст] / А.В. Клюев, С.В. Клюев, Р.В. Лесовик, Михайлова О.Н. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 4. – С. 81 – 84.
2. Клюев, С.В. Ползучесть и деформативность дисперсно-армированных мелкозернистых бетонов [Текст] / С.В. Клюев // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2010. – № 4. – С. 85 – 87.
3. Клюев, С.В. Расчет высокоплотной упаковки зерен мелкозернистого бетона [Текст] / С.В. Клюев, А.Н. Хархардин // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2011. – № 1. – С. 34 – 37.
4. Лесовик, Р.В. Мелкозернистый сталефибробетон на основе техногенного песка для получения сборных элементов конструкций [Текст] / Р.В. Лесовик, А.В. Клюев, С.В. Клюев // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – Ч.3. – С. 140 – 143.

Чудакова О. А., аспирант,
Лукутцова Н. П., д-р техн. наук, проф.,
Хотченков П. В., магистр
Брянская государственная инженерно-технологическая академия

ДЕКОРАТИВНО-ОТДЕЛОЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ НАНОМОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ

Chudakovachka@mail.ru

Рассмотрены вопросы получения коррозионностойких декоративных изделий с улучшенными технико-эксплуатационными характеристиками

Ключевые слова: ультразвуковое диспергирование, наносuspензии, диоксид титана, мелкозернистый бетон.

В настоящее время в окружающую среду выделяется огромное количество углекислого газа. Это наносит огромный ущерб не только здоровью людей, но и строительным материалам, в частности проявлению углекислотной коррозии в бетонах, растворах, декоративных отделочных материалах. Кроме того на данный вид коррозии накладывается коррозия выщелачивания, которая включает процессы, возникающие в бетоне при действии мягких вод.

Для предотвращения коррозии используют цементы с активными минеральными добавками такие как опока, зола, трепел, диатомит и др. Активные минеральные добавки содержат SiO_2 в аморфном, а, следовательно, в химически активном состоянии и поэтому способны взаимодействовать с $\text{Ca}(\text{OH})_2$, образуя гидросиликаты кальция.

Однако, применение данного вида добавок приводит к резкому увеличению водопотребности бетонных и растворных смесей, что способствует повышению усадки и снижению морозостойкости.

Целью данной работы являлось разработка декоративных облицовочных изделий с улучшенными технико-эксплуатационными характеристиками.

Решением данной проблемы может быть осуществлено за счет преобразования структуры мелкозернистого бетона (МЗБ), используемого для производства декоративных изделий, нанодисперсной добавкой на основе модифицированного диоксида титана.

Диоксид титана представляет собой бесцветные кристаллы, желтеющие при нагревании. Он проявляет как основные, так и кислотные свойства, не растворяется в воде и разбавленных минеральных кислотах [1]. Оксид титана обладает очень сильной каталитической активностью, которая растет с уменьшением размера его частиц, так как при этом увеличивается отношение поверхности частиц к их объему.

Добавка наночастиц диоксида титана в настоящее время применяется в специальных цементах, строительных растворах, дорожных покрытиях, бетонных и битумных материалах, отделочных материалах для наружных и внутренних работ с целью улучшения их эксплуатационных характеристик [2].

В данной работе наночастицы диоксида титана получали в условиях ультразвукового диспергирования (УЗД) при частоте 22 кГц пигментного порошка размером частиц 30 мкм, которое происходит за счет кавитации и взаимного трения быстро движущихся и соударяющихся частиц в две фазы.

В первой фазе (протекающей в течении нескольких десятков секунд) измельчение происходит благодаря наличию в исходных частицах большого количества микротрещин и поэтому трение частиц о жидкость и их взаимные соударения играют определяющую роль.

Во второй фазе измельчение происходит за счет кавитационных ударных волн, формирующих в частицах новые микротрещины [3]. Оптимальное время УЗД, обеспечивающее получение частиц минимального размера соответствовало 10 минутам.

Одной из основных проблем, с которыми приходится сталкиваться при производстве наноразмерных частиц различных материалов является их агломерация, снижающая дисперсность и равномерность распределения частиц в объеме бетонов и растворов, и, как следствие, однородность физико-механических свойств [4, 5].

В качестве стабильной системы использовалось органическое вещество.

Как показывают гистограммы распределения размеров частиц в нанодисперсной добавке, УЗ обработка способствует измельчению частиц диоксида титана; при этом минимальный размер частиц составляет 63,25 нм, максимальный –

1465,31 нм при среднем значении частиц 337,75 нм (рис. 1).

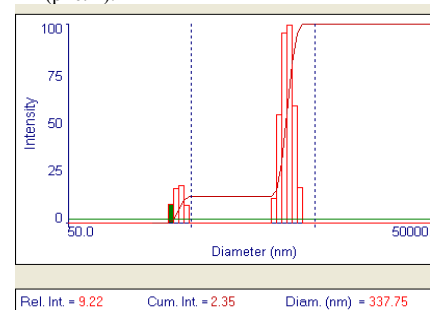


Рисунок 1. Гистограммы распределения размеров частиц в нанодисперсной добавке

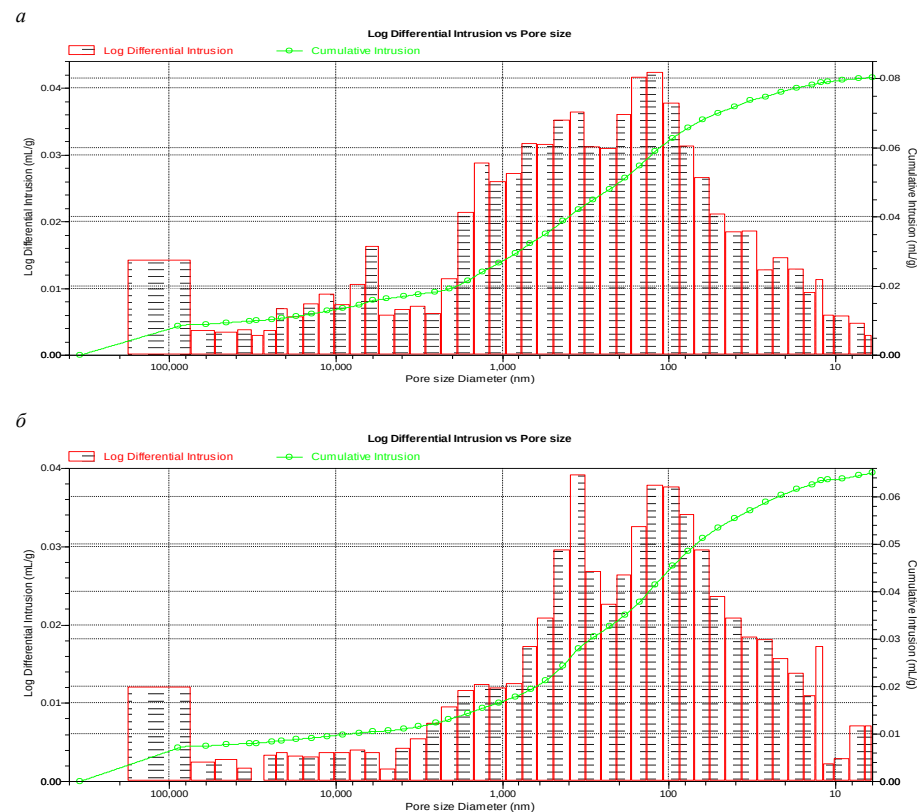


Рисунок 2. Гистограммы распределения пор по размерам, нм:
а - контрольный состав; б - состав с нанодисперсной добавкой

Исследования показали, что за счет снижения пористости увеличивается прочность МЗБ (табл. 1): на изгиб через 3 суток в 5 раз, через 28

суток в 1,6 раза; на сжатие через 3 суток в 1,3 раза, а через 28 суток в 1,7 раза.

Таблица 1

Пределы прочности при сжатии и изгибе МЗБ, модифицированного нанодисперсной добавкой на основе диоксида титана

Количество добавки, %	Предел прочности при изгибе через суток твердения, МПа			Предел прочности при сжатии через суток твердения, МПа		
	3	14	28	3	14	28
С добавкой наночастиц TiO ₂ , П:Ц = 1:3, В/Ц = 0,43, 10 мин УЗД						
Без добавки	0,7	3,0	3,05	8,5	24,1	19,92
0,1	3,05	3,98	3,38	15,64	21,6	27,07
0,25	3,75	4,45	4,45	14,2	28,1	35,2
0,5	2,58	4,22	4,92	12,32	25,2	33,52
1	1,17	4,45	4,22	11,4	24,5	33,32

Таким образом, в ходе работы выявлена эффективность использования наночастиц диоксида титана в улучшении свойств мелкозернистого бетона: снижение пористости, повышение плотности и прочности, коррозионной стойкости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чудакова, О.А. Роль наночастиц диоксида титана в улучшении свойств строительных растворов / О.А. Чудакова, Н.П. Лукутцова, П.В. Хотченков // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Белгород, 5-8 окт. 2010 г. – Белгород: БГТУ им. Шухова, 2010. – Ч.1. – С. 380-384.
2. Чудакова, О.А. Нанодисперсная добавка диоксида титана – усиление прочности строительных композитов [Текст] / О.А. Чудакова // Достижения молодых ученых в развитии инновационных процессов в экономике, науке, образовании: материалы Международной научно-практической конференции. – г. Брянск: БГТУ, 2010. – С. 279-280.

3. Знаменская, И.В. Новые возможности управления агломерацией наночастиц и их использование при решении некоторых радиохимических задач [Текст]: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.14 / И.В. Знаменская; РХТУ им. Д.И. Менделеева – Москва, 2006. – 174 с.

4. Наномодифицированный мелкозернистый бетон [Текст] / Н.П. Лукутцова [и др.] // Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов: материалы V Международной научно-технической конференции, г. Волгоград, 23-24 апреля 2009 г. Часть I. – Волгоград: Волг-ГАСУ, 2009. – С. 166-170.

5. Чудакова, О.А. Наночастицы диоксида титана в условиях различных стабилизаторов [Текст] / О.А. Чудакова, Н.П. Лукутцова, П.В. Хотченков // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы 2-й междунар. науч.-практ. конф. (30 нояб. 2010 г., г. Брянск) Т.1. – Брянск: БГИТА, 2010. – С.273-278.

Сартаков М. П., канд. биол. наук, доц.,
Косач А. Ф., д-р техн. наук, проф.,
Ванькова М. Н., аспирант,
Березкина Ю. В., канд. техн. наук, доц.,
Гутарева Н. А., аспирант
Югорский государственный университет

ПРИМЕНЕНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ В СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИМЕРЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ТОРФОВ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

mpsm@bk.ru

Исследованы химические и физико-химические свойства гуминовых кислот торфов Обь-Иртышского междуречья, которые могут быть перспективными в качестве добавок при производстве строительных материалов.

Ключевые слова: торф, добавка, гуминовая кислота, строительные материалы.

Значительным резервом повышения эффективности производства, в частности строительства, является снижение материалоемкости и использование местных ресурсов при производстве строительных материалов и конструкций, что особенно актуально для Ханты-Мансийского автономного округа-Югры (ХМАО) и других районов Крайнего Севера с недостаточной развитой транспортной инфраструктурой. Это становится возможным при широком внедрении прогрессивных научно-технических достижений, ресурсо- и энергосберегающих технологий.

Особенностью сырьевой базы Ханты-Мансийского автономного округа-Югры является наличие значительного количества запасов природного сырья, в частности торфа, пригодного для производства строительных материалов для промышленного и гражданского строительства. Использование сырьевых ресурсов в производстве строительных материалов должно базироваться на системном представлении об их составе, свойствах, структуре и способах переработки. Сложность состава и структуры торфа вызвана содержанием в нем органической и минеральной составляющих, а также водонасыщением.

Научно обоснованный выбор рационального направления использования торфяных ресурсов связан с необходимостью знать не только состав и свойства торфяных залежей в их естественном залегании, но и уметь прогнозировать их изменения в ходе технологической переработки при получении строительных материалов и изделий с заданными свойствами. Для того чтобы теоретически верно дать обоснование возможности применения торфа в производстве строительных

материалов, необходимо иметь полное представление о составе и свойствах каждого компонента торфяного сырья и определить целесообразность выделения тех или иных компонентов в зависимости от требуемых характеристик получаемого материала.

В торфе содержатся частицы различных форм и размеров, поэтому торф является полидисперсной системой. С физико-химической точки зрения торф можно отнести к классу сложных многокомпонентных полидисперсных полукolloидно-высокомолекулярных систем [1]. В торфе выделяют шесть основных групп соединений: гуминовые вещества, битумы, углеводная составляющая, фульвовые кислоты, целлюлоза, лигнин. Различие в содержании этих компонентов в торфе связано с их разнородностью и со степенью разложения. Следует отметить, что не все компоненты торфа положительно влияют на свойства строительных материалов, получаемых на его основе. Например, лигнин и углеводы оказывают негативное воздействие на прочность и долговечность цементного камня. В связи с чем, целесообразным представляется выделение и изучение свойств отдельных компонентов торфяного сырья.

В настоящей работе в качестве объектов исследования были использованы препараты гуминовых кислот, выделенных из верхового, переходного и низинного торфов Обь-Иртышского междуречья вблизи города Ханты-Мансийска.

Препараты выделялись по общепринятой методике 0,1 Н раствором щелочи (NaOH). Очистка высушенных препаратов гуминовых кислот превосначально водой, а потом последовательно повторными обработками десятикратными количествами 10 %-ных растворов HCl и

HF на кипящей водяной бане. Осадок разбавляли водой и отмывали от ионов F⁻. После этого гуминовые кислоты высушивали в вакууме при (60-70) °С.

Термический анализ выполнялся на термогравиметрическом анализаторе TGA/SDTA 851e, фирмы METTLER TOLEDO STAR (Германия) при свободном доступе воздуха в печное пространство. Электронные и инфракрасные спектры снимались на спектрофотометрах фирмы Perkin Elmer instruments (Германия). Уровень электронного парамагнетизма определялся на спектрометре PS 100.

Исходя из представлений о двучленном строении макромолекул гуминовых кислот и ранее предложенной их модели (Комиссаров,

Логинов) [2]. Нами были проведены термогравиметрические исследования гуминовых кислот.

В результате исследований установлено, что у гуминовых кислот торфов, отчетливо выражены температурные интервалы потери веса при (60-120) °С, (120-240) °С, 240-400 °С и (400-700) °С.

Для всех образцов на термограммах наблюдается эндотермический эффект при (60-120) °С с максимальной интенсивностью термоэффекта 60-75 °С, который вызывается удалением адсорбционной воды и расщеплением скелета молекулы гуминовых кислот в периферической части. Об этом свидетельствует величина потери массы (табл. 1).

Таблица 1

Термовесовая характеристика гуминовых кислот торфов Обь-Иртышского междуречья

Тип и вид торфа	Потеря массы в низкотемпературной области в %. (60-400) °С (I)	Потеря массы в высокотемпературной области в %. (400-700) °С (II)	Общая потеря массы %	Z (I:II)
1. Осоковый, П	31,62	63,24	94,9	0,50
2. Осоковый, П	33,84	63,86	97,7	0,53
3. Осоковый, В	39,53	58,12	97,6	0,68
4. Древесно-травяной, П	32,59	55,72	88,3	0,58
5. Осоковый, Н	28,26	62,22	91,1	0,46
6. Сфагновый, П	33,94	62,20	96,2	0,55
7. Сфагновый, В	32,73	66,06	96,1	0,88
8. Сфагновый, В	34,17	61,93	97,7	0,54
9. Сфагновый, П	33,53	67,07	98,8	0,50
10. Гипновый, В	27,31	61,31	88,6	0,45

Примечание: Z характеризует отношение потери массы в низкотемпературной области термолитиза к потере массы в высокотемпературном интервале. В-верховой, П-переходный, Н-низинный

Первый небольшой экзотермический эффект в низкотемпературной области от (120-240) °С с максимальной интенсивностью при (145-180) °С соответствует разрушению молеку-

лярной периферии гуминовых кислот торфа. Наиболее отчетливо он выражен у гуминовых кислот верховых торфов и менее выражен у переходных и низинных торфов (рис. 1).

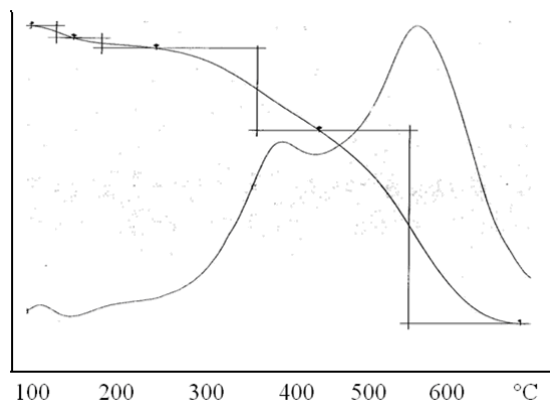


Рисунок 1. Термограмма гуминовой кислоты торфа

Второй отчетливый экзотермический эффект при (240-400) °С с максимальной интенсивностью (330-370) °С связан с дальнейшим разрушением гуминовых кислот. Преобладающими реакциями в этом интервале температур являются реакции дегидрирования, декарбоксилирования и параллельно последовательные реакции, связанные с началом расщепления центральных ядерных структур. Высокотемпературные эффекты, протекающие при температуре выше 400 °С, с максимальной интенсивностью при (510-540) °С связаны с разрушением наиболее устойчивых структур окислением выделившегося углерода (рис. 1).

Термическая деструкция подтверждает, что гуминовые кислоты верховых торфов отличаются большей долей алифатических цепей, чем гуминовые кислоты переходных и низинных торфов. В этой же последовательности происходит увеличение доли стабильных группировок, о чем свидетельствует уменьшение отношения коэффициента (Z). У гуминовых кислот верховых торфов он равен 0,68 – 0,88, у переходных и низинных 0,45 – 0,58.

Уменьшение коэффициента Z происходит у гуминовых кислот с меньшей молекулярной

массой за счет интенсивного разрушения мостиковых группировок при относительном накоплении стабильных группировок.

Следует отметить, что при различной молекулярной массе сохраняется общий принцип строения гуминовых кислот. С точки зрения термоустойчивости отдельные фракции гуминовых кислот Обь-Иртышской поймы представлены одинаковыми фрагментами.

Однотипность электронных спектров поглощения свидетельствует об общем мотиве молекулярной структуры всех исследуемых гуминовых кислот. Однако, при определенном сходстве спектров поглощения, интенсивность светопоглощения для разных гуминовых кислот неодинакова, что свидетельствует о различном соотношении ароматических ядер и открытых периферических цепей у разных препаратов [3, 4].

Для условной оценки молекулярной структуры препаратов мы использовали электронные спектры поглощения в видимой области и определяли отношение плотностей Д465/Д650 (табл. 2).

Таблица 2

Отношение Н, О, N к С и оптическая плотность гуминовых кислот торфов Обь-Иртышской поймы

№ п/п	Торф	Глубина взятия образцов (см.)	Зольность, %	H:C	O:C	N:C	Д465/Д650
Разработка торфа на «учхозе» северо-восточная часть города Ханты-Мансийска 4 км							
1.	Осоковый, Н	220-240	5,1	0,94	0,46	0,03	6,00
2.	Осоковый, П	100-120	2,3	0,90	0,48	0,03	6,37
3.	Осоковый, В	20-40	2,3	0,99	0,51	0,02	5,85
Морошковый остров (пойма Иртыша) 16-20 км							
4.	Древесно-травяной, П	0-20	11,7	0,90	0,47	0,03	5,70
5.	Осоковый, Н	0-20	8,9	1,01	0,46	0,03	6,32
6.	Сфагновый, П	0-20	3,8	1,09	0,53	0,03	5,83
Кукушкины озера (Нефтяное месторождение «Сибнефть» 60 км на востоке от Ханты-Мансийска)							
7.	Сфагновый, В	20-70	1,2	0,98	0,50	0,03	5,09
8.	Сфагновый, В	100-140	3,8	1,02	0,46	0,03	4,90
9.	Сфагновый, П	0-20	2,3	0,92	0,47	0,02	5,92
Восточная пригородная часть г. Ханты-Мансийска							
10	Гипновый, В	0-20	10,8	0,92	0,46	0,02	5,92

Согласно полученным данным, гуминовые кислоты различных торфов Обь-Иртышской поймы имеют различную интенсивность поглощения света. Исходя из этого, в порядке увеличения оптической плотности растворов следуют гуминовые кислоты верховых торфов (4,90-5,09), а затем гуминовые кислоты переходных и низинных торфов (5,70-6,37).

Сравнительная оценка конденсированных ароматических ядер, не одинаковое соотношение ароматических структур и открытых пери-

ферических цепей гуминовых кислот по форме абсорбционных спектров, то есть по различию в интенсивности поглощения подтверждается методом термогравиметрического анализа. Это означает, что соотношение ароматических структур и алифатических цепей зависит от вида исходного сырья.

Гуминовые препараты в данной работе также были исследованы методом электронного парамагнитного резонанса. Определение количества парамагнитных центров (ПМЦ) дает воз-

возможность вычислить условную среднестатистическую молекулярную массу, учитывая, что простая форма сигнала ЭПР дает основание сделать допущение о наличии в молекуле только одного не спаренного электрона [2].

Молекулярная масса, вычисляемая по содержанию ПМЦ имеет определенное преимущество перед другими методами, так как характеризует твердое состояние гуминовых кислот, в то время, как величина молекулярной массы, определяемая другими способами, относится к макромолекулам в растворе. Следствием этого может являться пониженная величина молекулярного веса гуминовых кислот по сравнению с величинами, характеризующими их твердое состояние [2].

Результаты наших исследований показали, что наименьшую молекулярную массу имеют гуминовые кислоты образцов № 5,9,10 – от $0,65 \cdot 10^{-6}$, до $0,77 \cdot 10^{-6}$ и наибольшую – гуминовые кислоты образца № 7 – $1,90 \cdot 10^{-6}$.

Это обстоятельство свидетельствует о том, что гуминовые кислоты, выделенные из субстратов, имеющих низкий уровень гумификации, отличаются высокими значениями молекулярных масс, вследствие наличия нерегулярных периферических цепей.

У препаратов, имеющих меньшую молекулярную массу, возрастает интенсивность светопоглощения, что подтверждается нашими исследованиями методом электронной спектроскопии. Это находится в соответствии с общими принципами электронной теории, на основании которой можно полагать, что интенсивность поглощения световой энергии прямо пропорциональна площади поперечного сечения молекулы. Адсорбционные спектры равномолярных препаратов гуминовых кислот подтверждают сведения об относительных размерах молекул, получаемых методом Электронного парамагнитного резонанса.

Потеря массы при термоаналитических исследованиях в высокотемпературной области составляет в среднем у гуминовых кислот 60% и указывает на высокую степень ароматичности их макромолекул. Сравнительная оценка соотношения ароматических структур и открытых периферических цепей гуминовых кислот по форме абсорбционных спектров подтверждается методом термоанализа, где образцы по параметрам устойчивости выстраиваются в той же последовательности. Наибольшая концентрация спин содержится в образцах № 9 и 10, которым соответствует наименьшая молекулярная масса и более устойчивая структура. Данные образцы, по сравнению с другими имеют более высокие показатели параметров устойчивости по всем

проведенным нами методам исследований. Устойчивость гуминовых кислот органогенных субстратов при воздействии окислителей имеет прикладное значение. Так хорошо показано, что термически модифицированные препараты гуминовых кислот, полученные на основе торфа, с успехом могут применяться в качестве пластифицирующих добавок при производстве бетонов. Очевидно, что образцы № 9,10, выделенные из верхового и переходного торфа, могут эффективнее других препаратов гуминовых кислот, использоваться в качестве добавок в строительные материалы, например при производстве бетонов.

Также важным показателем для прогнозирования свойств строительных материалов на основе торфяного сырья является зольность. Согласно полученным данным (таблица 2), зольность торфов зависит от типа торфа и месторасположения торфяного месторождения. Химические элементы неорганической части в торфе находятся в виде ионов солей. Исследования показывают, чем выше содержание минеральной части в торфе, тем он более активен. Катионы кальция и других веществ служат, с одной стороны, регулятором биохимических процессов, нейтрализаторами кислотности среды, во многом определяя структуру коллоидно-высокомолекулярной составляющей, с другой стороны, способны активно участвовать в ионообменных реакциях, а также в реакциях гидратации и гидролиза торфа в процессе его переработки. Из образцов № 9, 10 наибольшей зольностью обладает образец № 10, что позволяет определить его как наиболее подходящий для применения в производстве строительных материалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Копаница, Н.О. Структурное моделирование свойств торфа как сырья для производства строительных материалов [Текст] / Н.О. Копаница // Вестник ТГАСУ, 2010 -№ 2. - С. 162-168
2. Комиссаров, И.Д. Электронный парамагнетизм гуминовых кислот, получаемых из торфа и окисленных углей [Текст] / Л.Ф.Логинов // Доклады Сибирских почвоведов к 9-му международному конгрессу почвоведов. – Новосибирск, 1968. - С. 45-49
3. Комиссаров, И.Д. Спектры поглощения гуминовых кислот [Текст] / Л.Ф.Логинов, И.Н. Стрельцова // Труды Тюменского СХИ. – Тюмень, 1971. - С. 75-91
4. Орлов, Д. С. Практикум по химии гумуса [Текст] / Л.А. Гришина. – М., 1981. - 271 с.

Сулейманова Л. А., канд. техн. наук, проф.,
Кара К. А., аспирант
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ, РАЗМЕРА ПОР И ВНЕШНЕГО ДАВЛЕНИЯ НА СРЕДНЮЮ ПЛОТНОСТЬ И ПРОЧНОСТЬ НЕАВТОКЛАВНОГО ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Исследовано влияние формы, размера пор и внешнего давления на среднюю плотность и прочность неавтоклавногo ячеистого бетона. Установлено, что увеличение давления до 5 г/см^2 на формовочную смесь повышает прочность на сжатие на 45% за счет уплотнения межпоровой перегородки.

Ключевые слова: модель, пора, внешнее давление, неавтоклавногo ячеистый бетон.

В соответствии с данными работ [1...6] уменьшение размера пор в ячеистом бетоне позволяет значительно повышать его прочность, снижать теплопроводность и является одним из путей улучшения свойств материала. Однако, о прямых опытах, подтверждающих это, нам недостаточно известно, поэтому нами были проведены

нижеописанные исследования. Испытывались по три модели, имеющие поры разной формы и различного размера, которые изготавливались из пенопласта.

Форма пор и объем пористости в моделях, а также характеристики материала представлены на рис. 1, 2 и в табл. 1.

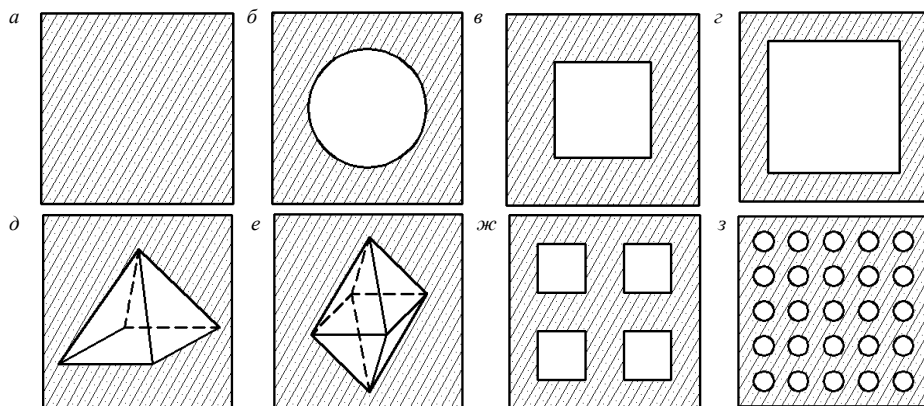


Рисунок 1. Модели:

a - без пор (M_1); б - со сферической порой (M_2), $V_{\text{пор}} = 125 \text{ см}^3$; в - с кубической порой размером $50 \times 50 \times 50 \text{ мм}$ (M_3), $V_{\text{пор}} = 125 \text{ см}^3$; г - с кубической порой размером $70 \times 70 \times 70 \text{ мм}$ (M_4), $V_{\text{пор}} = 343 \text{ см}^3$; д - с порой в форме тетраэдра (M_5), $V_{\text{пор}} = 125 \text{ см}^3$; е - с порой в форме октаэдра (M_6), $V_{\text{пор}} = 125 \text{ см}^3$; ж - с мелкими порами в форме куба (M_7), $V_{\text{пор}} = 125 \text{ см}^3$; з - с мелкими порами неправильной формы (M_8), $V_{\text{пор}} = 125 \text{ см}^3$

При этом объем пористости был во всех случаях (кроме M_4) одинаковым, а размеры пор и их форма разными. В случае M_4 – общий объем пористости образцов размером $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$ был больше. Матрица моделей изготавливалась из цементно-песчаной

смеси состава Ц:П = 1:1 (по массе), В/Ц = 0,6. В экспериментах использовались портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н ЗАО «Белгородский цемент» и песок Нижнеольшанского месторождения с модулем крупности 1,47.

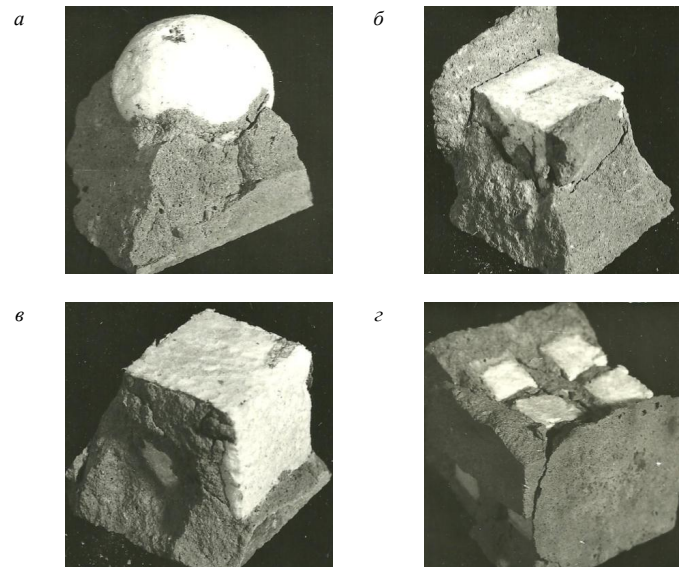


Рисунок 2. Некоторые натурные модели:

a - M_2 ; б - M_3 ; в - M_4 ; г - M_7

Модели твердели в лабораторных условиях в течение 7 суток и испытывались на сжатие в соответствии с требованиями ГОСТ 10180.

Таблица 1

Результаты испытаний моделей

№ п/п	Модель	Средняя плотность, кг/м^3	Прочность на сжатие, МПа
1	M_1	2080	22,9
2	M_8	1970	16,4
3	M_3	1880	9,7
4	M_2	1850	8,7
5	M_7	1820	7,4
6	M_6	1800	8,2
7	M_5	1460	5,9
8	M_4	1370	6,0

При анализе полученных данных (табл. 1) четко прослеживается зависимость прочности моделей от их средней плотности и величины пористости.

Опыты свидетельствуют о том, что лучшая форма пор – это сфера и куб. При этом, чем меньше размеры пор при прочих

равных условиях, тем больше прочность материала, что согласуется с выводами других исследователей [7, 8].

В моделях M_3 и M_4 форма пор кубическая, но величина пористости разная. В модели M_4 пористость больше, а поэтому и прочность ниже. В соответствии с [9, 10] размер пор зависит от давления газовой фазы в них (при прочих одинаковых условиях), которое в свою очередь связано также со средней плотностью и высотой формовочной массы, ее реологическими свойствами и внешним давлением на смесь. Исходя из этого, можно сделать вывод: чем больше внешнее давление на формовочную смесь, тем меньше должен быть размер пор и больше прочность неавтоклавногo ячеистого бетона. Для экспериментальной проверки этого использовались смеси: Ц:П = 1: 2,25 (по массе); В/Ц = 0,35; ПАВ – 2 г.

Образцы неавтоклавногo ячеистого бетона изготавливались с применением способа вибровакuumирования. Процесс вибровакuumирования длился до достижения максимального вакуума 0,09 МПа. При максимальной величине вакуума образцы выдерживали 5 мин.

Параметры виброобработки: частота колебаний 50 с^{-1} , амплитуда колебаний 0,5 мм. Твердение материала проводилось в условиях лабораторной пропарочной камеры по режиму $3 + 6 + 2 \text{ ч}$ при температуре $T_{\text{max}} = 95^\circ\text{C}$.

Особенностью экспериментов является то, что образцы подвергались вибровакуумированию с пригрузом, который создавал равномерное давление на смесь при формировании кубов размером $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$.

Результаты экспериментов представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты экспериментов

№ п/п	Масса пригруза, г	Средняя плотность бетона после ТВО, кг/м^3	Прочность на сжатие после ТВО, МПа
1	0	1340	6,9
2	140	1350	7,3
3	210	1360	7,6
4	280	1370	9,3
5	500	1400	10,1

Исследования показывают, что увеличение давления на смесь с 0 до 5 г/см^2 при формировании образцов мало отражается на размере пор и средней плотности материала, которая повышается всего на 5 %. В то же время происходит значительное увеличение прочности на 45 %, которое достигается и объясняется увеличением плотности межпоровых перегородок ячеистого бетона.

Для вспучивания формовочной массы с пригрузом необходимо большее давление в порах, которое и способствует уплотнению межпоровой перегородки неавтоклавного ячеистого бетона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горлов, Ю. П. Технология теплоизоляционных материалов: Учебник для вузов [Текст] / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. – М.: Стройиздат, 1980. – 399 с.
2. Горяйнов, К.Э. Технология теплоизоляционных материалов и изделий: Учебник для вузов [Текст] / К.Э. Горяйнов, С. К. Горяйнова. – М.: Стройиздат, 1982. – 376 с.
3. Зейфман, М.И. Изготовление силикатного кирпича и силикатных ячеистых материалов [Текст] / М.И. Зейфман. – М.: Стройиздат, 1990. – 184 с.
4. Меркин, А.П. Ячеистые бетоны: научные и практические предпосылки дальнейшего развития [Текст] / А.П. Меркин // Строительные материалы. 1995. – № 2. – С.11–15.
5. Королев, А.С. Оптимизация состава и структуры конструкционно-теплоизоляционного ячеистого бетона [Текст] / А.С. Королев, Е.А. Волошин, Б.Я. Трофимов // Строительные материалы. 2004. – № 3. – С.30–32.
6. Сахаров, Г.П. Альтернативные теплоизоляционные материалы для ограждающих конструкций зданий [Текст] / Строительные материалы и изделия. – 2005. – №3 – С. 2–7.
7. Иваницкий, В.В. Теоретические и практические аспекты оптимизации структуры пористых бетонов [Текст] / В.В. Иваницкий, Н.А. Сапелин, А.В. Бортников // Строительные материалы. 2002. – № 3. – С. 32–33.
8. Рахимбаев, Ш.М. О влиянии размера и формы пор на теплотехнические характеристики ячеистых бетонов [Текст] / Ш.М. Рахимбаев, Т.В. Аниканова // Бетон и железобетон. 2010. – № 1. – С. 10–13.
9. Сулейманова, Л.А. Вибровакуумированный ячеистый бетон [Текст] / Л.А. Сулейманова. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 1997. – 130 с.
10. Гридчин, А.М. Новые технологии высокопоризованных бетонов [Текст] / А.М. Гридчин, [и др.] // Поробетон – 2005: сб. докл. Международной науч.-практ. конф. – Белгород : Изд-во БГТУ, 2005. – С. 6–16.

Строкова В. В., советник РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Соловьева Л. Н., канд. техн. наук, ст. преп.,
Гринев А. П., соискатель

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АО ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА*

strokova@intbel.ru

Установлены закономерности изменения свойств вяжущего низкой водопотребности в зависимости от количества кремнеземистого компонента и добавки.

Полученные результаты позволяют дать количественную и качественную оценку влияния каждого фактора на физико-механические свойства модифицированного вяжущего, а также определять его состав.

Ключевые слова: монолитное строительство, мелкозернистый бетон, вяжущее низкой водопотребности.

На сегодняшний день из существующих технологий возведения зданий и сооружений наиболее перспективным является монолитное строительство. Это – возведение конструктивных элементов из бетонной смеси с использованием специальных форм (опалубки) непосредственно на строительной площадке [1]. Монолитное строительство обладает рядом преимуществ: возможность использования нестандартных объемно-пространственных решений, устойчивость к воздействию техногенных и неблагоприятных факторов окружающей среды – обладают сейсмостойкостью, огнестойкостью, водо-, тепло- и звукопроницаемостью, долговечностью и надежностью, а также дешевизна монолитного строительства. Таким образом, данный вид строительства является энергосберегающей технологией по теплозащите, звукоизоляции, комфортности, простоте выполнения работ, скорости и относится к высоким и в тоже время дешевым технологиям в области строительства. Благодаря современной конструкции опалубки возведение монолитных зданий не носит сезонный характер, а стало возможным круглогодично [2].

Проведенный анализ строительной отрасли Ханты-Мансийского АО показал, что в настоящее время в связи с увеличением объемов строительных работ в исследуемой области ощущается дефицит привозного сырья крупного заполнителя. Для устранения этой проблемы предлагается использование мелкозернистого бетона на основе композиционного вяжущего с применением местного сырья.

При разработке модифицированного композиционного вяжущего изучались зависимости технологических свойств сырья в зависимости от их состава, структуры, процессов их техно-

гической переработки с целью выяснения оптимальных параметров синтеза материалов с заданными свойствами.

Для оценки пригодности использования того или иного песка в качестве кремнеземистого компонента либо в качестве заполнителя и их ранжирования по эффективности существуют методики определения качества песков как кремнеземистого компонента композиционных вяжущих и определения качества песков как заполнителя [3]. Анализ физико-механических характеристик песков Эсского и Махнеевского месторождений Ханты-Мансийского АО [4] показали целесообразность использования песка Эсского месторождения в качестве кремнеземистого компонента композиционных вяжущих, а Махнеевского месторождения как заполнителя для бетонов.

Анализ морфологии зерен песков (рис. 1) дает возможность предположить, что полидисперсный состав будет способствовать образованию более плотной структуры композита, а шероховатость поверхности обеспечит лучшее сцепление кремнеземистого компонента с цементным камнем и в свою очередь положительно отразится на физико-механических характеристиках конечного композита.

Важным этапом данной работы является прогнозирование влияния вещественного состава и структуры, геометрических и топологических характеристик компонентов неоднородных строительных материалов и изделий на их эксплуатационные свойства. Для этого применяли планирование эксперимента, которое позволяет, используя минимальное количество опытов, выбрать именно те условия, которые оптимизируют выходные параметры. В качестве параметров оптимизации, характеризующих физико-

механические показатели ВНВ, были приняты плотность, прочность при изгибе и на сжатие. На данные параметры влияет количество кремнеземистого компонента и количество вво-

димой добавки–пластификатора, которые и были приняты в качестве варьируемых факторов (табл. 1).

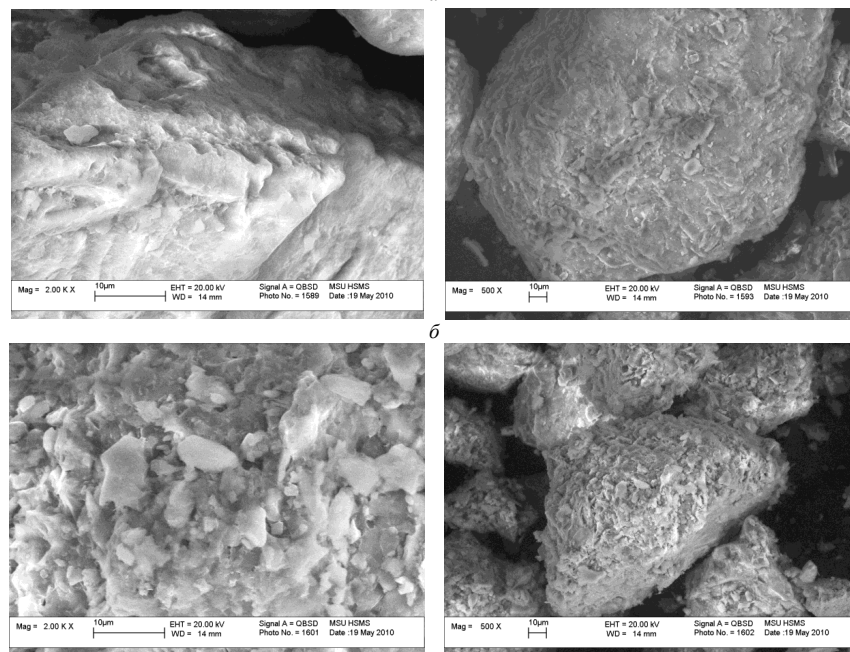


Рисунок 1. Микроструктура зерен песка:
а – Эсского; б – Махневского месторождений

Условия планирования эксперимента

Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
натуральный вид	кодированный вид	1	0	1	
Количество кремнеземистого компонента, %	X_1	30	45	60	15
Количество добавки, %	X_2	0,44	0,5	0,56	0,06

В соответствии с принятым планом установлено пять уровней варьирования факторов: -1 – минимальный, 0 – средний, +1 – максимальный.

Для удобства планирования эксперимента составлена матрица двухфакторного эксперимента (табл. 2), в соответствии с которой проводили исследование.

Таким образом, были выбраны необходимые уровни варьирования факторов так, чтобы

любое их сочетание, которое предусмотрено планом, было реализуемо на разработанных моделях и учитывало реальные технологические условия.

На основании результатов испытаний были получены уравнения регрессии, выражающие зависимость кинетики изменения плотности и прочности в зависимости от количества кремнеземистого компонента и добавки.

Таблица 2

Матрица планирования

	X_1	X_2	X_1^2	X_2^2	X_1X_2
1	-1	-1	1	1	1
2	1	-1	1	1	-1
3	-1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1
5	-1	0	1	0	0
6	1	0	1	0	0
7	0	-1	0	1	0
8	0	1	0	1	0
9	0	0	0	0	0

Для прочности на сжатие с использованием системы «кремнеземистый компонент + добавка» уравнение регрессии в кодированном виде имеет вид:

$$y=35,6-1,560,6x_1-5,52x_2+0,78x_1^2+3,98x_2^2 \quad 1$$

Уравнение регрессии в кодированном виде для прочности при изгибе с использованием системы «кремнеземистый компонент + добавка» имеет следующий вид:

$$y=5,12-0,33x_1-0,73x_2+0,27x_1^2+0,5x_2^2-0,4x_1x_2 \quad 2$$

В кодированном виде уравнение регрессии для плотности при использовании системы «кремнеземистый компонент + добавка» имеет вид:

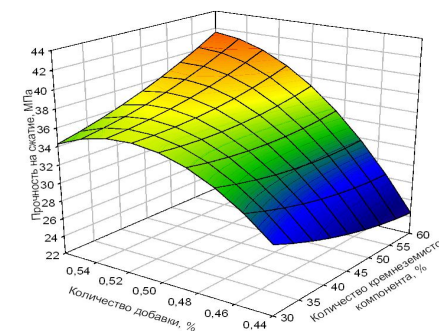
$$y=2341-17,337x_1+5x_2+3,358x_1^2+9,642x_2^2 \quad 3$$

В соответствии с уравнениями регрессии получены графики изменения физико-механических свойств мелкозернистого бетона (рис. 2). Трехмерные графики, отображающие влияние основных факторов на характеристики бетона являются поверхностями 2-го порядка, ориентированы на оси изменения количества кремнеземистого компонента и добавки.

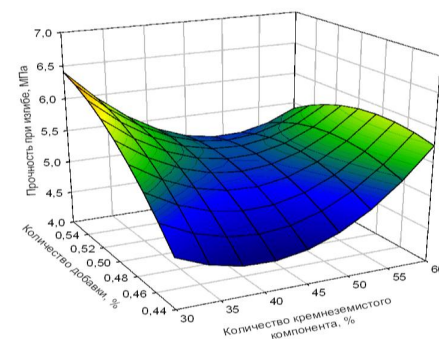
Основной целью получения математической модели и построения трехмерных графиков являлось прогнозирование физико-механических свойств мелкозернистого бетона для различных составов.

Анализ полученной зависимости для прочности на сжатие показал, что наибольшей прочностью обладает вяжущее полученное при максимальном количестве введенной добавки и кремнеземистого компонента. При уменьшении количества добавки значения прочности на сжатие снижается. Практически такого же эффекта можно добиться и при введении 50 % кремнеземистого компонента при получении ВНВ.

а



б



в

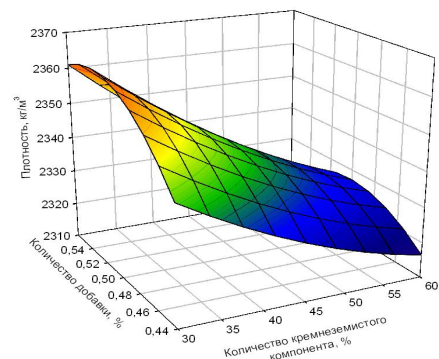


Рисунок 2. Номограммы зависимости физико-механических свойств бетона от варьируемых факторов:
а – прочности на сжатие;
б – прочности при изгибе;
в – плотности

По результатам оценки номограммы прочности при изгибе можно сделать вывод, что характер ее изменения отличается. Значения прочности при изгибе увеличивается либо при максимальном количестве вводимого кремнеземистого компонента, при этом количество добавки сильно не влияет на данный показатель, либо при минимальном содержании кремнеземистого компонента и максимальной дозировке добавки.

При рассмотрении номограммы плотности наблюдается прямолинейная зависимость ее снижения при увеличении количества вводимого кремнеземистого компонента и уменьшения дозировки добавки. Так, при введении добавки в количестве 0,54 % при минимальном использовании кремнеземистого компонента достигается максимальная плотность.

Таким образом, экспериментальные данные подтверждают целесообразность использования композиционного вяжущего при условии комбинации его с полифункциональным модификатором, усиливающие технологические свойства композиционного вяжущего, для производства бетонов различного назначения. Полученные математические зависимости изменения свойств вяжущего низкой водопотребности и их графические интерпретации позволяют дать количественную и качественную оценку влияния каждого фактора в отдельности, а также в их совокупности на изменение системы «состав – свойства» и могут быть использованы для производственных рецептов получения модифицированного вяжущего и прогнозирования его физико-механических свойств.

**Работа выполнялась при финансовой поддержке в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы и АВЦП «Развитие научного потенциала высшей школы» на 2009-2010 годы.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трембицкий, С.М. Условия достижения высоких темпов и качества строительства зданий из монолитного железобетона [Текст] / С.М. Трембицкий, Л.Н. Беккер, П.Г. Кебадзе // Бетон и железобетон, – М., 2008. – № 5. – С. 8–11.
2. Штраух, Е.А. К вопросу о повышении эффективности строительных технологий при возведении многоэтажных монолитных жилых зданий [Текст] / Е.А. Штраух // Промышленное и гражданское строительство, – М., 2010. – № 2. – С. 43–45.
3. Лесовик, Р.В. Оценка качества мелкого заполнителя бетонов [Текст] / Р.В. Лесовик, Н.И. Алфимова, М.Н. Ковтун // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии (XVIII научные чтения): сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. – Ч. 1. – С. 152–155.
4. Гринев, А.П. Получение композиционных вяжущих с использованием природных песков Ханты-Мансийского АО [Текст] / А.П. Гринев, Д.Ю. Гринков // Создание новых материалов для эксплуатации в экстремальных условиях: Сб. тр. междунар. конференции с элементами науч. шк. для молодежи, 16–19 ноября 2009 г. – Якутск: Паблиш Групп, 2009. – С. 62–64.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Богданов В. С., д-р. техн. наук, проф.,
Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф.,
Потапов Ф. П., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАСЧЕТ СРЕДНЕГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО РАЗМЕРА ЧАСТИЦ ГОТОВОГО ПРОДУКТА ПРИ КАСКАДНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

v.s_bogdanov@mail.ru

В статье представлен расчет среднего геометрического размера частиц готового продукта, полученного в шаровой барабанной мельнице при каскадном режиме работы дробящей среды. Получена математическая зависимость среднего размера частиц материала от радиуса шаровой загрузки, результирующей силы, действующей на материал и свойств измельчаемого материала.

Ключевые слова: средний размер частицы, объем зоны деформации, работа, энергия.

Для получения высокой производительности в шаровых барабанных мельницах и формирования желаемого зернового состава в процессе измельчения цементного клинкера, получение цемента с заданными свойствами, обусловленными дисперсностью, является сложным и трудным процессом, потому что слишком много факторов влияет на измельчение.

Представленный в работе метод расчета среднего геометрического размера частиц материала основан на учете энергии, передаваемой мелющими телами материалу, и как следствие этого определение деформирующих усилий создаваемых в частицах материала. Деформирующее усилие, создаваемое мелющими телами,

определяется из предположения, что измельчение материала в шаровых барабанных мельницах происходит, как процесс его прессования, протекающего с большой скоростью под действием мелющих тел. При этом измельчение материала происходит в основном истиранием и раздавливанием между шарами и футеровкой барабана мельницы, т.е. при каскадном режиме работы дробящей среды.

Для получения выражений, определяющих средний геометрический размер частицы материала, получаемый под действием приложенной силы R_i , представим величину работы в следующем виде [1]:

$$A_i = \frac{2^{3/4} \cdot \sqrt{\sqrt{2}-1} \cdot (2-\mu)}{3 \cdot \mu \cdot \sqrt{\pi} \cdot E} \cdot \sqrt{\frac{R_i \cdot \sigma_0}{d_i^2}} \cdot (Q_i - Q_i^{\min}). \quad (1)$$

Величина данной работы, зависит от свойства измельчаемого материала, которые задаются такими величинами, как модуль Юнга материала E , коэффициент Пуансона μ , напряжения деформации зоны σ_0 , а также от величины действующей силы R_i и размера d_i вновь образованных частиц в результате разрушения зоны деформации, количества энергии Q_i .

Пусть количество энергии Q_i , передаваемое материалу под действием силы R_i некоторого «i» - слоя шаровой загрузки задается следующим соотношением:

$$Q_i = R_i \cdot h_i, \quad (2)$$

где h_i - максимальное расстояние, на которое распространяется действие силы R_i .

$$h_i = \sqrt{(\sqrt{2}-1) \cdot \frac{R_i}{\pi \cdot \sigma_0}}. \quad (3)$$

Минимальное количество энергии рассчитывается следующим образом:

$$Q_i^{\min} = \frac{3 \cdot (\sqrt{2}-1) \cdot \mu \cdot (1-2\mu)}{\pi \cdot 4\sqrt{2} \cdot (2-\mu)} \cdot \frac{R_i^2}{\sigma_0 \cdot d_i} \cdot (4) \quad (4)$$

В силу положительности величины A_i необходимо чтобы выполнялось следующее неравенство:

$$Q_i \geq Q_i^{\min}. \quad (5)$$

Величина энергии вводимой в объем зоны деформации материала была больше или равна величине минимального количества энергии,

$$A_i = P_i \cdot \left(\frac{2-\mu}{3 \cdot E \cdot \mu} \cdot Q_i - \frac{3 \cdot P_i \cdot V_{o,i} \cdot (1-2\mu)}{2 \cdot E} \right), \quad (6)$$

где P_i - реакция материала, действующая на боковую поверхность конуса уплотнения;

Приравняем реакцию материала, действующую на боковую поверхность конуса уплотнения к напряжению критического объемного разрушения, т.е. $P_i = P_k$, при условии что $A_i = 0$, тогда из выражения (6) получим:

$$P_k = \frac{2}{9} \cdot \frac{(2-\mu)}{\mu \cdot (1-2\mu)} \cdot \frac{Q_i}{V_{o,i}}. \quad (7)$$

В силу того, что мелкое тело имеет сферическую форму, то в материале в результате действия точечной силы R_i образуется зона уплотнения в форме конуса с основанием на поверхности контакта с материалом. Его сечения в плоскостях перпендикулярных направлению действия силы имеют форму окружностей, радиус которых уменьшается при увеличении расстояния от поверхности материала. По линии действия силы R_i напряжения имеют наибольшие значения, но с удалением от линии действия силы, согласно результатам работы [2] уменьшаются пропорционально квадрату расстояния. Если геометрические размеры поверхности конуса, на которой напряжения достигают значения σ_0 - объемной прочности материала под действием силы R_i обозначить, как h_i и ρ_i (рисунок 1), то объем данного конуса будет равен:

$$V_{o,i} = \frac{\pi}{3} \cdot \rho_i^2 \cdot h_i. \quad (8)$$

Учет соотношений (2), (8) и (9) позволяет представить (7) в следующем виде:

которое необходимо ввести в зону деформации материала, чтобы произошло «прорастание» трещин и как следствие этого разрушение материала. Согласно приведенному соотношению (4) величина этой минимальной энергии прямо пропорциональна квадрату действующей силы и обратно пропорционально среднему геометрическому размеру вновь образованных частиц материала и величине объемной прочности материала на растяжение.

На основании выше изложенного выражение (1) можно представить в следующем виде:

$$P_k = \frac{2}{3} \cdot \frac{(2-\mu)}{\mu \cdot (1-2\mu)} \cdot \sigma_0. \quad (10)$$

Следовательно, при значениях нагрузок $P_i = 0$, $P_i = P_k$ и $P_i > P_k$ объем зоны уплотнения $V_{o,i}$ работы не совершает. При $P_i \geq P_k$ вся энергия расходуется только на деформацию объема $V_{o,i}$, которая затем переходит в тепловую энергию, что приводит к увеличению температуры материала и всей шароматериальной загрузки.

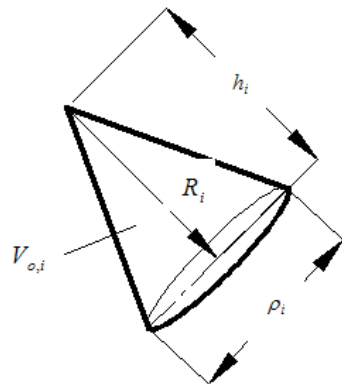


Рисунок 1. Схема зоны уплотнения материала

$$\rho_i = \sqrt{\frac{R_i}{\pi \cdot \sigma_0}}. \quad (9)$$

Для определения оптимального значения нагрузки P_{onn} необходимо вычислить первую

производную от соотношения (6) и результат приравнять к нулю, тогда получим следующее уравнение:

$$\frac{(2-\mu)}{3 \cdot E \cdot \mu} \cdot Q_i - \frac{3 \cdot P_{onn} \cdot V_{o,i} \cdot (1-2\mu)}{E} = 0. \quad (11)$$

Решая уравнение (11) относительно переменной P_{onn} находим:

$$P_{onn} = \frac{(2-\mu)}{9 \cdot \mu \cdot (1-2\mu)} \cdot \frac{Q_i}{V_{o,i}}. \quad (12)$$

Сравнение соотношения (12) с (7) приводит к следующему результату:

$$P_{onn} = \frac{1}{2} \cdot P_k. \quad (13)$$

На основании (10) заключаем, что

$$P_{onn} = \frac{(2-\mu) \cdot \sigma_0}{3 \cdot \mu \cdot (1-2\mu)}. \quad (14)$$

Согласно (10) оптимальное значение нагрузки P_{onn} не зависит от номера слоя шаровой загрузки и его характеристик, а определяет-

ся только коэффициентом Пуансона μ и значением напряжения объемного разрушения σ_0 . На основании (13) заключаем, что оптимальное значение напряжения P_{onn} составляет половину его критического значения.

Подстановка выражения (13) в выражение (6) позволяет найти максимальное значение работы:

$$A_{\max} = \frac{(2-\mu)^2}{18 \cdot \mu^2 \cdot (1-2\mu)} \cdot \frac{\sigma_0}{E} \cdot Q_i. \quad (15)$$

С учетом выражений (2) и (3) формула (15) примет вид:

$$A_{\max} = \sqrt{\frac{\sqrt{2}-1}{\pi}} \cdot \frac{(2-\mu)^2 \cdot \sigma_0^{1/2} \cdot R_i^{3/2}}{18 \cdot \mu^2 \cdot (1-2\mu) \cdot E}. \quad (16)$$

Если организовать нагружения объема (8) оптимальным значением нагрузки P_{onn} , то в результате разрушения данного объема будут образовываться частицы сферической формы, диаметр которых можно найти из соотношения $P_i = P_{onn}$, а именно:

$$2^{3/4} \cdot \sqrt{\sqrt{2}-1} \cdot \sqrt{\frac{R_i \cdot \sigma_0}{\pi}} \cdot \frac{1}{d_i} = \frac{(2-\mu) \cdot \sigma_0}{3 \cdot \mu \cdot (1-2\mu)}. \quad (17)$$

Откуда находим, что:

$$d_i = 3 \cdot 2^{3/4} \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{2}-1}{\pi}} \cdot \frac{\mu \cdot (1-2\mu)}{2-\mu} \cdot \sqrt{\frac{R_i}{\sigma_0}}. \quad (18)$$

Результирующие силы, действующие на материал заключенный между последовательно расположенными слоями шаров, имеет вид:

$$R_{n-1} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \sqrt{1+f^2} \cdot r^3 \cdot \rho_w \cdot \omega_{n-1}^2 \cdot r_n \cdot \sum_{i=1}^{n-1} \kappa_i \cdot \left(1 + 0,0331 \cdot \frac{P_m}{\rho_w} \cdot \left(1 - \frac{1}{\kappa_i} \right) \right). \quad (19)$$

А с учетом соотношения (18) имеем:

$$d_{i-1} = 3 \cdot 2^{3/4} \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{2}-1}{\pi}} \cdot \frac{\mu \cdot (1-2\mu)}{2-\mu} \cdot \sqrt{\frac{R_{i-1}}{\sigma_0}}. \quad (20)$$

Таким образом, соотношения (18) и (20) определяют средние геометрические размеры сферических частиц материала, образующихся в

результате разрушения объемов зон деформации $V_{o,i}$ и $V_{o,i-1}$ частицы исходного материала, рас-

полагающиеся между $i-1$ и i слоями шаровой загрузки барабана мельницы при каскадном режиме в случае нагружения рассматриваемых объемов.

Подстановка выражения (20) в (18) приводит к следующему соотношению:

$$d_i = 3 \cdot 2^{\frac{3}{4}} \cdot \sqrt{\frac{\sqrt{2}-1}{\pi}} \cdot \frac{\mu \cdot (1-2\mu)}{2-\mu} \cdot \left(\frac{4 \cdot \pi}{3 \cdot \sigma_0} \cdot \sqrt{1+f} \cdot r^3 \cdot \rho_w \cdot \omega_n^2 \cdot r_n \cdot \sum_{i=1}^n K_i \cdot \left(1 + 0,0331 \cdot \frac{\rho_w}{\rho_w} \cdot \left(1 - \frac{1}{K_i} \right) \right) \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (21)$$

Таким образом, задание всех параметров и коэффициентов, входящих в выражение (21), позволяет определить средний диаметр частиц

конечного продукта в зависимости от значения радиуса шаровой загрузки.

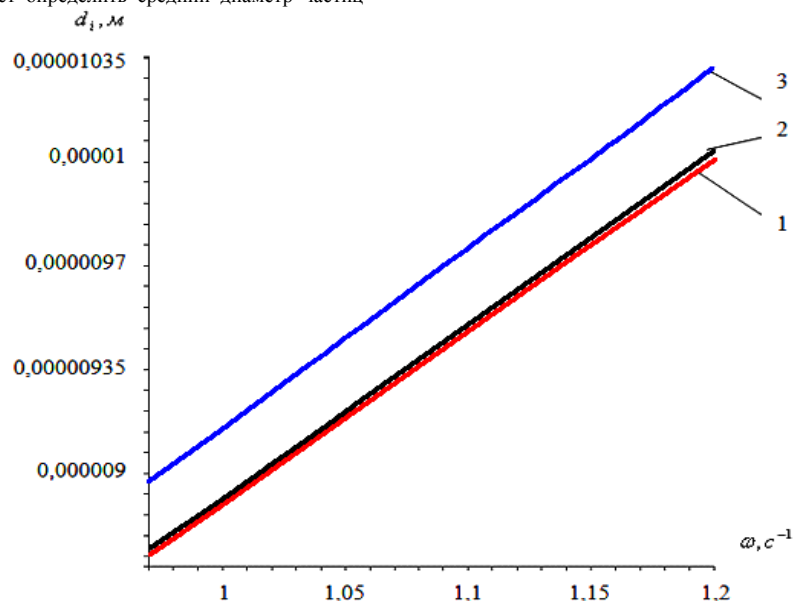


Рисунок 2. График зависимости среднего размера частиц конечного продукта при каскадном режиме движения загрузки от частоты вращения барабана мельницы при $R=0,15$ м, $f=0,3$, $r=0,018$ м, $\rho_w=2100$

кг/м³, $\rho_w=4850$ кг/м³:

1 – коэффициент загрузки $\varphi=0,31$; 2 – коэффициент загрузки $\varphi=0,33$; 3 – коэффициент загрузки $\varphi=0,35$.

Анализ графических зависимостей представленных на рисунке 2 показывает, что с ростом частоты вращения барабана мельницы средний размер частиц конечного продукта увеличивается по линейному закону при каждом фиксированном значении коэффициента загрузки.

С другой стороны при каждом фиксированном значении частоты с ростом коэффициента загрузки средний размер частиц конечного продукта увеличивается нелинейно, и по – видимо, в предельном случае, когда коэффициент загрузки $\varphi \rightarrow 1$ средний размер частиц материала

будет стремиться к размеру частиц материала исходного продукта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богданов, В.С. Расчет величины работы затрачиваемой на разрушение материала при каскадном режиме работы шаровой мельницы [Текст] / В.С. Богданов, В.П. Воронов, Ф.П. Потапов // НТЖ «Вестник БГТУ им.В.Г. Шухова», 2011.– № 1. – С. 61 – 64.

2. Безухов, Н.И. Основы теории упругости пластичности и ползучести [Текст] / Н.И. Безухов – М.: Высшая школа, 1961. – 538 с.

Фадин Ю. М., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАСЧЁТ МАКСИМАЛЬНОГО РАДИУСА ЗОНЫ ВЛИЯНИЯ НАКЛОННОЙ ПЕРЕГОРОДКИ В ТРУБНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЕ

v.s_bogdanov@mail.ru

Используя метод малого параметра получены аналитические выражения, определяющие радиус максимальной зоны влияния наклонной перегородки.

Ключевые слова: наклонная перегородка, радиус влияния, трубная мельница.

Основным агрегатом для измельчения клинкера и добавок, то есть получения цемента, являются трубные шаровые мельницы, как у нас в стране, так и за рубежом. Не смотря на то что эти мельницы эксплуатируются и совершенствуются в течении длительного времени, они имеют целый ряд недостатков: это низкий коэффициент полезного действия, большие удельные энергозатраты, большой износ мелющих тел и футеровок. Причины недостатков заключаются в наличии застойных зон в мелющей загрузке, которые составляют до 40% от общего объема загрузки.

Часто ликвидировать этот недостаток позволяет применение внутримельничных энергообменных устройств, наклонных перегородок, которые разрушают застойные зоны мелющей загрузки интенсифицируют движение мелющих тел, сообщая им не только поперечное, но и продольное движение, позволяют увеличивать энергообмен между мелющими телами и перегородкой. Засчет установки наклонной пере-

городки снижается на 20-30% вес мелющих тел, улучшается аспирационный режим, срок эксплуатации перегородки, снижаются удельные энергозатраты [1].

Установлено [2], что возмущение вносимое плоскостью наклонной перегородки в движение шароматериальной загрузки барабана трубной шаровой мельницы оказывают одинаковое действие как с лева, так и справа от перегородки. При этом возникает область, в которой влияние наклонной перегородки обеспечивает мелющим телам параметры движения, которые существенно отличаются от таковых в отсутствие перегородки. Данную область принято называть зоной активного влияния наклонной перегородки. Знание параметров, которые определяют количественные характеристики зоны активного влияния наклонной перегородки имеют важное практическое значение при определении длин камер, угла наклона перегородки, расчёте параметров продольного движения загрузки и потребляемой мощности.

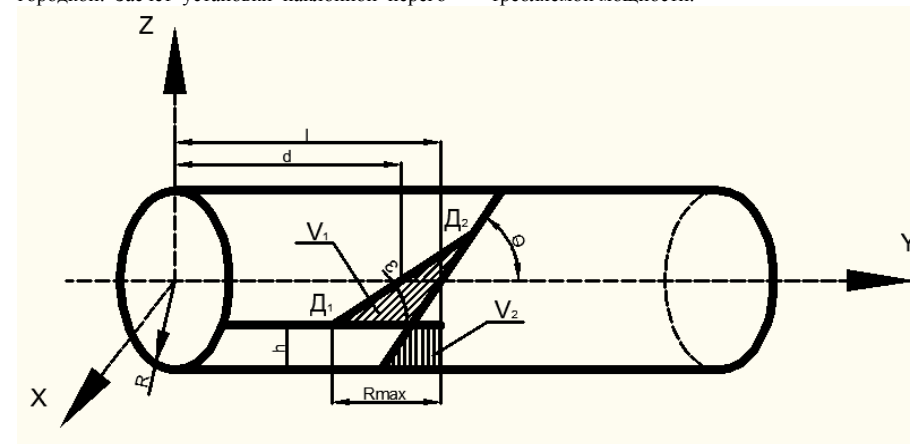


Рисунок 1. Расчетная схема к вычислению максимального радиуса влияния наклонной перегородки

Согласно расчётной схеме приведено на рисунке 1, находим, что объём V_1 , заключённый

между вертикальной плоскостью и нижней частью наклонной перегородки равен:

$$V_1 = \frac{2}{3} \cdot h^3 \cdot \operatorname{ctg} \theta \cdot \left(2 \cdot \frac{R}{h} - 1\right)^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

где h - уровень загрузки барабана мельницы, м;
 R - радиус барабана, м;

θ - угол, который образует наклонная перегородка с горизонтом (осью «оу»), град.
 Величина объёма загрузки V_2 вытесняемого плоскостью наклонной перегородки на основании расчётной схемы на рисунке 1 равна:

$$V_2 = R^3 \cdot [\xi_z \cdot \sqrt{1 - \xi_z^2} + \sqrt{2} \cdot \left(\frac{h}{R}\right)^{1/2} \cdot \left(1 - \frac{h}{R}\right) \cdot \left(1 - \frac{h}{2R}\right)^{1/2} + \arcsin \xi_z + \arcsin \left(1 - \frac{h}{R}\right)] - \frac{2}{3} \cdot (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \varepsilon) \cdot (1 - \xi_z^2)^{3/2} + \frac{2}{3} \cdot (\operatorname{ctg} \theta - \operatorname{ctg} \varepsilon) \cdot \left(\frac{h}{2R}\right)^{3/2} \cdot \left(1 - \frac{h}{2R}\right)^{3/2} \quad (2)$$

где ξ_z - величина определяемая соотношением:

$$\xi_z = \left(\frac{l}{R} - \frac{d}{R}\right) \cdot \frac{\operatorname{tg} \theta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \theta - \operatorname{tg} \varepsilon} \quad (3)$$

$$\frac{\Delta}{R} \cdot \left[A \cdot \frac{\Delta}{R} \cdot \sqrt{1 - \left(A \cdot \frac{\Delta}{R}\right)^2} + \arcsin \left(A \cdot \frac{\Delta}{R}\right) + \sqrt{2} \cdot \Delta_1^{1/2} \cdot (1 - \Delta_1) \cdot \left(1 - \frac{\Delta_1}{2}\right)^{1/2} + \arcsin(1 - \Delta_1)\right] + \frac{2}{3 \cdot A} \cdot \left[1 - \left(A \cdot \frac{\Delta}{R}\right)^2\right]^{3/2} - \frac{4 \cdot \sqrt{2}}{3} \cdot \Delta_1^{3/2} \cdot \left(1 - \frac{\Delta_1}{2}\right)^{3/2} \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon = 0 \quad (4)$$

где введены следующие обозначения:

$$\Delta = l - d \quad (5)$$

$$\Delta_1 = h/R \quad (6)$$

$$A = \frac{\operatorname{tg} \theta \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}{\operatorname{tg} \theta - \operatorname{tg} \varepsilon} \quad (7)$$

Полученное соотношение (4) представляет собой существенно нелинейное уравнение относительно безразмерной переменной величины Δ/R . Решение данного уравнения можно найти только нелинейными методами с применением ЭВМ. Однако если предположить, что безразмерные параметры Δ/R и Δ_1/R являются малыми величинами первого порядка малости и провести разложение в ряд в (4) всех величин, в (4) имеем:

$$\frac{\Delta}{R} \cdot \left[A \cdot \frac{\Delta}{R} \cdot \left(1 - \frac{A^2}{2} \cdot \left(\frac{\Delta}{R}\right)^2\right) + A \cdot \frac{\Delta}{R} + \frac{1}{6} \cdot \left(A \cdot \frac{\Delta}{R}\right)^3 + \sqrt{2} \cdot \Delta_1^{1/2} \cdot (1 - \Delta_1) \cdot \left(1 - \frac{\Delta_1}{4}\right) + (1 - \Delta_1) + \frac{1}{6} \cdot (1 - \Delta_1)^3 + \frac{2}{3 \cdot A} \cdot \left(1 - \frac{3}{2} \cdot \left(A \cdot \frac{\Delta}{R}\right)^2\right) - \frac{4 \cdot \sqrt{2}}{3} \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon \cdot \Delta_1^{3/2} \cdot \left(1 - \frac{3}{4} \cdot \Delta_1\right)\right] = 0 \quad (8)$$

Тогда если в соотношение (8) ограничиться малыми величинами второго порядка малости, уравнение (8) можно привести к следующему виду:

$$A \cdot \left(\frac{\Delta}{R}\right)^2 + B \cdot \left(\frac{\Delta}{R}\right) + C = 0 \quad (9)$$

где в качестве величин B и C введены следующие обозначения:

$$B = \frac{7}{6} + \sqrt{12} \cdot \Delta_1^{1/2} - \frac{5 \cdot \sqrt{2}}{4} \cdot \Delta_1^{3/2} - \frac{3}{2} \cdot \Delta_1 + \frac{\Delta_1^2}{2} > 0 \quad (10)$$

$$C = \frac{2}{3 \cdot A} - \frac{4 \cdot \sqrt{2}}{3} \cdot \Delta_1^{3/2} \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon \quad (11)$$

Для нахождения максимального радиуса $R_{\max}$ зоны влияния наклонной перегородки введём безразмерный параметр $r_{\max}$ согласно следующему соотношению:

$$r_{\max} = \frac{R_{\max}}{R} \quad (12)$$

$$r_{\max} = \frac{l}{R} - \frac{y(\Delta_1)}{R} = \frac{l-d}{R} + \left(1 - \frac{h}{R}\right) \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon = \frac{\Delta}{R} + (1 - \Delta_1) \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon \quad (14)$$

В силу соотношения (10) интересующий нас корень уравнения (9) будет определяться следующим соотношением:

$$\frac{\Delta}{R} = -\frac{B}{2 \cdot A} + \frac{\sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} \quad (15)$$

$$r_{\max} = -\frac{B}{2 \cdot A} + \frac{\sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} + (1 - \Delta_1) \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon \quad (16)$$

С учетом соотношения (12) окончательно находим, размер максимального радиуса $R_{\max}$ зоны влияния наклонной перегородки:

$$R_{\max} = R \cdot \left[\frac{\sqrt{B^2 - 4 \cdot A \cdot C}}{2 \cdot A} - \frac{B}{2 \cdot A} + (1 - \Delta_1) \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon \right] \quad (17)$$

Таким образом, полученное соотношение (17) даёт аналогичную зависимость максимального радиуса зоны влияния наклонной перегородки отнесённого к радиусу барабана мельницы, в зависимости от конструктивных (h, R, θ, l) параметров и технологического ε - динамического угла естественного откоса материала.

На основании расчётной схемы на рисунке 1, «у» - координата точки D_1 равна:

$$y(\Delta_1) = d - (R - h) \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon \quad (13)$$

а безразмерный максимальный радиус зоны влияния наклонной перегородки будет определяться следующим соотношением:

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богданов, В.С. Снижение энергоёмкости процесса измельчения [Текст] // Платонов В.С., Богданов Н.С. / Цемент, 1984. - № 12. - С.7-9.
2. Богданов, В.С. Повышение эффективности работы шаровых барабанных мельниц [Текст] / Богданов В.С. [и др.] // Строительные дорожные машины, 2006. - № 11. - С.21-23.

Чалов В. А., аспирант,
Куцев Л. А., д-р техн., наук, проф.,
Шантала В. Г., д-р техн., наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ

chalov-v@mail.ru

Вероятностно-энергетический метод оценки эффективности циклонов широко используется в практике обеспыливания, однако в исходном виде для центробежных пылеуловителей с дополнительной закруткой газового потока он не применим из-за аэродинамических различий аппаратов. На основе проведенного исследования поля скоростей вихревых течений разработана математическая модель осаждения частиц в циклоне с дополнительной закруткой пылегазового потока, позволяющая получить соотношение для расчета δ_{50} .

Путем математического моделирования установлена возможность повышения эффективности улавливания пыли за счет увеличения интенсивности дополнительной закрутки при сохранении и даже определенном снижении расхода очищаемого газа.

Ключевые слова: циклон, эффективность улавливания пыли, гранулометрический состав, пылеулавливание, фракционная степень улавливания, вероятностно-энергетический метод.

Процесс центробежного осаждения частиц, как и другие процессы пылеулавливания, имеет двойственную стохастико-детерминированную природу: направленное к поверхностям осаждения, упорядоченное движение частиц под действием центробежных сил подвергается непрерывным случайным воздействиям со стороны турбулентных пульсаций несущей газовой среды [1].

Турбулентность газовой среды вызывает турбулентную диффузию части, направленную в сторону, противоположную их упорядоченному переносу. Взаимодействие этих двух процессов – упорядоченного переноса частиц и их турбулентной диффузии в основном и определяет эффективность пылеулавливания. Заметное влияние на осаждение частиц могут оказывать также во многом случайные процессы взаимодействия частиц с твердыми стенками аппаратов и между собой, процессы коагуляции частиц, их вторичного уноса и другие. Теория турбулентных двухфазных потоков в настоящее время находится в стадии развития [2]. Недостаточно изучены и другие, сопровождающие осаждение частиц, процессы, поэтому создание достаточно полной и точной модели пылеулавливания является очень сложной задачей. В связи с этим в настоящее время для учета стохастического характера процессов улавливания частиц используются приближенные методы, основанные на решении одномерного уравнения Фоккера-Планка [3], на исследовании уравнения конвективной диффузии частиц [4], также на подтверждаемых экспериментально предположениях о характере статистического распределения характеристик пылеуловителей [5].

Суть этих всех методов сводится к обоснованию предположению, что случайная величина фракционной степени улавливания частиц в пылеуловителе подчиняется логарифмически нормальному распределению (ЛНР), что позволяет использовать для прогнозирования фракционной $\eta_{\phi}(\delta)$ и общей η эффективности улавливания частиц, распределенных по логарифмически нормальному закону следующих вероятностных зависимостей:

$$\eta_{\phi}(\delta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x \exp\left(-\frac{y^2}{2}\right) dy = \varphi(x), \quad (1)$$

$$\text{где } x = \frac{lg\delta - lg\delta_{50}}{lg\sigma_{\eta}}, \sigma_{\eta} = \frac{\delta_{84}}{\delta_{50}} = \frac{\delta_{80}}{\delta_{16}}, \quad (2)$$

$$\eta = \varphi(x), \quad (3)$$

$$\text{где } x = \frac{lg\delta_{0,5} - lg\delta_{50}}{\sqrt{lg^2\sigma_{\eta} + lg^2\sigma_{\tau}}}, \quad (4)$$

Здесь $\varphi(x)$ – интеграл вероятностей, значения которого приводятся в специальных таблицах, δ – размер частиц, σ_{η} – среднее квадратическое распределение фракционных коэффициентов очистки; δ_{50} , δ_{16} , δ_{84} – размеры частиц, улавливаемых аппаратом на 50, 16 и 84 процента; $\delta_{0,5}$ – медианный размер частиц, который делит массу пыли на две равные части; σ_{τ} – среднее квадратическое отклонение распределения частиц по размерам. Если размеры частиц подчиняются ЛНР, то имеют место соотношения:

$$\sigma_{\tau} = \frac{\delta_{0,5}}{\delta_{0,16}} = \frac{\delta_{0,84}}{\delta_{0,5}}. \quad (5)$$

где $\delta_{0,16}$, $\delta_{0,84}$ – размеры частиц для которых массовые доли частиц с меньшими размерами соответственно равны 0,16 и 0,84 (16% и 84%); $\delta_{15,9}$, $\delta_{84,1}$ – размеры частиц, улавливаемых на 15,9% и 84,1%.

Входящие в формулы (1 – 4) параметры σ_{η} и δ_{50} могут быть найдены экспериментально, но в этом случае результаты расчетов будут описывать работу лишь тех аппаратов для которых получены опытные данные или аналогичных.

Для решения задач рационального проектирования и оптимизации пылеуловителей величины σ_{η} и δ_{50} необходимо выразить через их конструктивно-технологические параметры. Решение этой задачи для σ_{η} затруднительно, поэтому для этой величины принимаются опытные значения.

Установлено, что для центробежных пылеуловителей $0,3 \leq lg\sigma_{\eta} \leq 0,4$, поэтому в качестве средней принимается величина $lg\sigma_{\eta} = 0,35$ [6]. Это же значение $lg\sigma_{\eta}$ будем использовать при определении эффективности разработанного пылеуловителя с дополнительной закруткой пылегазового потока.

Для циклонов предлагается ряд формул, выражающих δ_{50} через их конструктивно-технологические параметры. Наиболее точной из них является формула, полученная А. Ю. Вальдбергом и Н. С. Кирсановой [6]:

$$\delta_{50} = 14,5 \cdot 10^5 \xi^{-0,51} \sqrt{\frac{D_{\mu}}{\omega_{\mu} \rho_{\tau}}}, \text{ мкм} \quad (6)$$

где ξ – коэффициент гидравлического сопротивления циклона $8,5 \leq \xi \leq 4420$, μ – динамическая вязкость газа, ρ_{τ} – плотность частиц.

Вероятностно-энергетический метод оценки эффективности циклонов широко используется в практике обеспыливания, однако в исходном виде для центробежных пылеуловителей с дополнительной закруткой газового потока он не применим из-за аэродинамических различий аппаратов. Необходимо новое выражение для δ_{50} , учитывающее специфику разработанного пылеуловителя. На основе проведенного исследования поля скоростей вихревых течений раз-

работана математическая модель осаждения частиц в циклоне с дополнительной закруткой пылегазового потока, позволяющая получить соотношение для расчета δ_{50} .

При разработке модели были приняты следующие допущения:

1. Улавливание частиц пыли происходит лишь в кольцевом канале и периферийной зоне камеры пылеуловителя (осаждению частиц из центрального восходящего вихревого потока препятствует радиальный сток газа);

2. Поскольку скорость радиального стока газа в пристенной области камеры пылеуловителя убывает до нуля, его влиянием на осаждение частиц из нисходящего потока можно пренебречь;

3. Радиус поверхности осаждения частиц в конической части камеры пылеуловителя считаем равным радиусу его цилиндрической части (модельное ухудшение условий улавливания частиц в конической части камеры позволяет учесть его с определенным запасом)

4. Частицы пыли равномерно распределены во входном сечении кольцевого канала.

5. Инерционностью и гравитационным осаждением частиц с размером δ_{50} можно пренебречь и считать их скорость равной скорости газовой среды.

6. Частица считается уловленной, если за время ее пребывания в пылеуловителе она достигает поверхности осаждения.

Продолжительность пребывания частиц в пылеуловителе складывается из отрезков времени, необходимых для прохождения потоком газа кольцевого канала и камеры аппарата:

$$t_z = \frac{H_{\text{КК}}}{w_z} + \frac{H_{\text{КН}}}{w_z^{\text{Ф}}} = \frac{r_z}{w_z} \left(\frac{H_{\text{КК}}}{\tilde{w}_z} + \frac{H_{\text{КН}}}{\tilde{w}_z^{\text{Ф}}} \right) = \frac{r_z}{\tilde{w}_z} B. \quad (7)$$

где B – безразмерная величина, которая выражается через относительные размеры пылеуловителя:

$$B = \tilde{H}_{\text{КК}} (1 - \tilde{r}_1^2) + 2\tilde{H}_{\text{КН}} \left(\left(1 - \frac{(\tilde{H}_{\text{КК}} + \tilde{H}_{\text{КН}} - \tilde{H}_{\text{К}})(1 - \tilde{r}_1^2)}{2\tilde{H}_{\text{К}}} \right)^2 + \frac{(\tilde{r}_1^2 + \tilde{r}_2^2)}{4} \right), \quad (8)$$

$\tilde{W}_z$ – осевая скорость газа, в кольцевом канале,
 $\tilde{W}_z^{cp}$ – средняя осевая скорость газа в камере циклона.

Для рассматриваемого аппарата $B = 6,237$,
 $t_z = 6,237r/w_u$.

Радиальная скорость движения частиц (скорость осаждения) определяется из равенства действующей на них центробежной силе силе аэродинамического сопротивления, которую для частиц размера δ_{50} можно найти по формуле Стокса:

$$m \frac{v_\phi^2}{r} = 3\pi\delta V_r, \quad (9)$$

где $m = \rho_r \delta^3/6$ – масса частицы, δ – ее эквивалентный размер, т.е. диаметр шара равного с частицей объема, ρ_r – плотность частицы, $v_\phi = w_\phi$

Из уравнения (9) получим:

$$V_r = \frac{\omega_u^2 \rho_r \delta^2}{18\mu r} = Stk \frac{v_\phi^2}{r}, \quad (10)$$

где $Stk = \frac{\omega_u^2 \rho_r \delta^2}{18\mu r}$ – число Стокса, $\tilde{v}_\phi^2 = k/\tilde{r}^{0,5}$, k – определяется по формуле

$$k = \frac{5\pi(2-\delta)(1-\tilde{r}_1^2)(1+\psi)}{\delta\tilde{B}(1-\tilde{r}_1^{2,5})} \quad (11)$$

Найдем время, за которое частица с начальным положением $\frac{r}{r_0} = r_0$ достигнет поверхности осаждения:

$$t_r = \int_{r_0}^{r_2} \frac{dr}{v_r} = \frac{r_2}{\omega_u} \int_{r_0}^1 \frac{d\tilde{r}}{\tilde{v}_r} = \frac{r_2}{\omega_u k^2 Stk} \int_{r_0}^1 \tilde{r} d\tilde{r} = \frac{r_2(1-\tilde{r}_0^2)}{3\omega_u k^2 Stk}. \quad (12)$$

Если частица с размером δ , имеющая во входном сечении кольцевого канала начальное положение $r=r_0$ за время своего пребывания в пылеуловителе достигнет поверхности осаждения $r=r_2$, т.е.:

$$t_z = t_r, \quad (13)$$

то будут улавливаться все частицы того же размера, находящиеся в кольцевой области $r_0 \leq r \leq r_2$. Отсюда следует оценка фракционной степени улавливания частиц:

$$\eta(\delta) = \frac{r_2^2 - r_0^2}{r_2^2 - r_1^2} = \frac{1 - \tilde{r}_0^2}{1 - \tilde{r}_1^2} = 1,534(1 - \tilde{r}_0^2). \quad (14)$$

Для частиц, которые улавливаются с эффективностью 50% ($\eta=50$) из (14) получим:

$$\delta_{50} = \frac{1,157 \cdot 10^5}{k\sqrt{B}} \sqrt{\frac{D\mu}{\rho_r \omega_u}} = \frac{5,89 \cdot 10^5 \delta \tilde{B} (1 - \tilde{r}_0^{2,5}) \sqrt{D\mu/\rho_r \omega_u}}{(2-\delta)(1-\tilde{r}_1^2)(1+\psi) \sqrt{\tilde{B}_{KK}(1-\tilde{r}_1^2) + 2\tilde{B}_{KH} \left(\left(1 - \frac{(\tilde{B}_K + \tilde{B}_{KK} - \tilde{B}_H)(1-\tilde{r}_1^2)}{2\tilde{B}_K} \right)^2 + \frac{(\tilde{r}_1 + \tilde{r}_0)^2}{4} \right)}} \quad (18)$$

Для разработанного пылеуловителя ($k = 3,76(1+\psi)$, $B = 6,237$) получим, в мкм:

$$\delta_{50} = \frac{1,23 \cdot 10^5}{1+\psi} \sqrt{\frac{D\mu}{\rho_r \omega_u}}. \quad (19)$$

При $\psi=0$ формула (19) применима к цикло-ну ЦН-15, на основе которого создан пылеуло-

витель с дополнительной закруткой потока. Так для циклона $D = 0,4$ м и $\omega_u = 3,5$ м/с при улавли-вании цементной пыли, с плотностью частицы $\rho = 3000$ кг/м³, $\mu = 1,8 \cdot 10^{-5}$ Па·с по формуле (19) получим: $\delta_{50} = 3,22$ мкм, что на 8,5% больше оп-тимального значения $\delta_{50} = 2,95$ мкм [11]. Соот-ветствие расчетного значения δ_{50} опытному зна-чению свидетельствует о допустимости предпо-

ложений, принятых при разработке математиче-ской модели осаждения частиц.

В отличие от формулы (6), соотношение для вычисления δ_{50} (19) не требует эмпириче-ской интерпретации (кроме физико-механических свойств запыленного газа) и включает в себя все конструктивно-

технологические параметры пылеуловителя, что существенно расширяет возможности его опти-мизации.

Формулы для вычисления фракционной и общей эффективности пылеуловителя (1 – 4) с учетом соотношения (19) принимают вид:

$$\eta_\phi(\delta) = \Phi \left(2,857 \lg \left(8,13 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{\rho_r \omega_u}{D\mu}} (1+\psi)\delta \right) \right). \quad (20)$$

$$\eta = \Phi \left(\frac{1}{\sqrt{0,1225 + \lg^2 \sigma_4}} \lg \left(8,13 \cdot 10^{-6} \sqrt{\frac{\rho_r \omega_u}{D\mu}} (1+\psi)\delta_{0,5} \right) \right). \quad (21)$$

В формулах (20) и (21) размер частиц следует задавать в мкм. При компьютерном вычислении значений интеграла вероятно-

стей использовалась приближенная форму-ла:

$$\Phi(x) = 0,5(2 - (1 + 0,049867x + 0,021141x^2 + 0,032x^3 + 0,000038x^4)^{-16}), \quad (22)$$

Анализ графиков опытной и теоретиче-ской дифференциальной функции распреде-ления говорит о том, что реальное распреде-ление частиц цементной пыли отличается от логарифмической нормальной с теми же

числовыми характеристиками. Более значи-тельное отклонение от ЛНР наблюдается для сырьевой пыли.

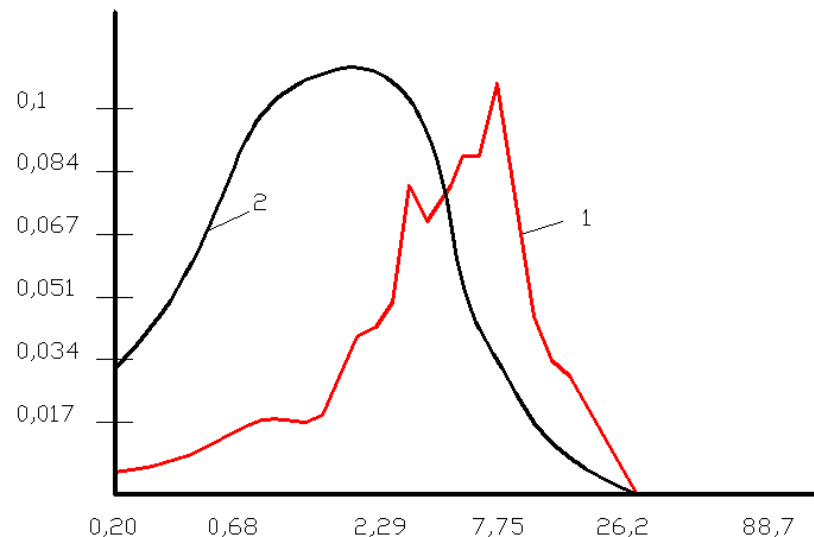


Рисунок 1. Графики дифференциальной функции распределения по размерам частиц цементной пыли (1 – данные гранулометрии; 2 – ЛНР)

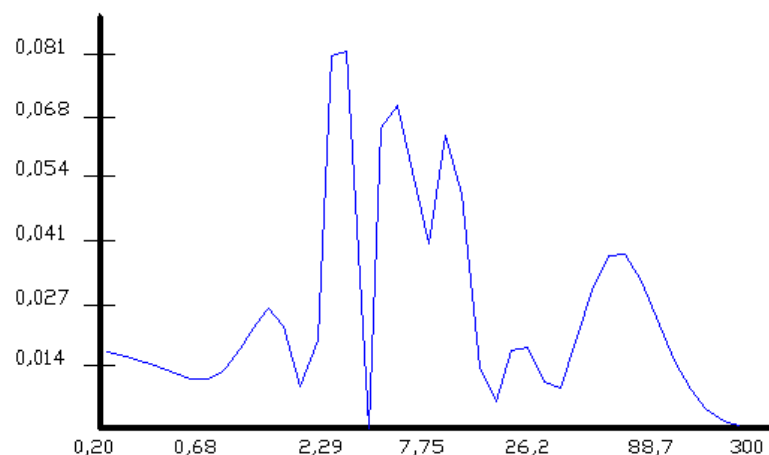


Рисунок 2. График дифференциальной функции распределения по размерам частиц сырьевой смеси

В связи с этим формула (21) должна использоваться для предварительной оценки общей степени очистки запыленного газа, а более точное значение эффективности пылеуловителя должно рассматриваться с учетом реального дисперсного состава и фракционных степеней улавливания частиц (20):

$$\eta = \sum_{i=1}^N \eta_{\Phi} (\delta_i^{cp}) \Delta D_i, \quad (23)$$

где N – количество рассматриваемых фракций пыли.

Для цементной пыли, общая эффективность опытного образца пылеуловителя ($D = 0,4$ м, $\omega_{\text{ц}} = 3,5$ м/с, $\rho = 3000$ кг/м³, $\mu = 1,8 \cdot 10^{-5}$ Па·с) при отсутствии закрутки (фактически это циклоны ЦН-15) найденная по формуле (20) равна $\eta = 67\%$, а по формуле (23) $\eta = 66\%$. Столь незначительное различие показателей эффективности, рассчитанных по формулам (21), (20) и (23) свидетельствует о том, что определяющее влияние на эффективность улавливания пыли при прочих равных условиях оказывают обобщенные характеристики дисперсности пыли $\delta_{0,5}$ и σ_p , а особенности распределения частиц по фракциям играют лишь второстепенную роль.

Из выражений (20, 21) следует возможность повышения эффективности улавливания пыли за счет увеличения интенсивности дополнительной закрутки при сохранении и даже

определенном снижении расхода очищаемого газа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кафаров, В.В. Математическое моделирование основных процессов химических производств [Текст] / В.В. Кафаров – М.: Высшая школа. – 1991. – 400 с.
2. Медников, Е.П. Теория турбулентного переноса взвешенных частиц в проточных аэро-и-гидродисперсных системах [Текст] / Е.П. Медников // ТОХТ. – 1968. – т.20. №3 – С.366 – 374.
3. Пеньков, Н.В. К теории разделительных процессов [Текст] / Н.В.Пеньков, В.Б.Ведерников // Труды УНИХИМ. – Свердловск: изд-во УНИХИМ, 1976. вып. 41, С. 5-10.
4. Падва, В.Ю. Оптимальные условия улавливания пыли циклонами [Текст] / В.Ю. Падва // Водоснабжение и санитарная техника. – 1968. - №4. – С.6-10
5. Коузов, П.А. Очистка от пыли газов и воздуха в химической промышленности [Текст] / П.А. Коузов, Г.М. Скрыбин, А.Д. Мальгин – Л.: Химия, - 1982. – 256 с.
6. Вальдберг, А.Ю. Практическая реализация вероятностно-энергетического метода расчета центробежных пылеуловителей [Текст] / А.Ю. Вальдберг, Н.С. Кирсанова // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 1994. – №9. С.26 – 29.

Семикопенко И. А., канд. техн. наук, доц.,
Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф.,
Пензев П. П., аспирант,
Вялых С. В., аспирант,
Гордеев С. И., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЯ ВЫХОДА ЧАСТИЦ МАТЕРИАЛА В РАЗГРУЗОЧНЫЙ ПАТРУБОК КАМЕРЫ ПОМОЛА ДЕЗИНТЕГРАТОРА

semikopenkos.i.s@mail.ru

В данной работе предлагается рассмотрение условий выхода частиц измельчаемого материала в разгрузочный тангенциальный патрубок при центральной загрузке камеры помола. Получена математическая зависимость, определяющая количественные соотношения между частотой вращения ротора, конструктивными параметрами камеры помола и размером частиц готового продукта d .

Ключевые слова: ударный элемент, разгрузочный патрубок, камера помола.

Среди многочисленного оборудования для тонкого измельчения и активации материалов большой интерес представляют мельницы дезинтеграторного типа [1].

Рассмотрим задачу, связанную с определением условия выхода частиц материала в разгрузочный патрубок дезинтегратора при центральной загрузке камеры помола (рис. 1).

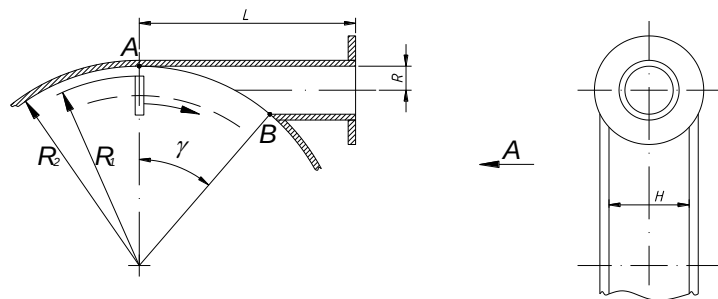


Рисунок 1. Расчетная схема к определению расхода готового продукта в камере помола дезинтегратора

Рассмотрим связь между конструктивными и технологическими параметрами дезинтегратора при конструировании разгрузочного патрубка. Согласно расчетной схеме на рисунке 1 находим, что длина дуги l (на схеме AB) будет равна

$$l = R_2 \gamma, \quad (1)$$

где R_2 – внутренний радиус корпуса камеры помола дезинтегратора;

γ – угловой размер разгрузочного отверстия, задается в радианах.

Если предположить, что при подходе к разгрузочному отверстию все частицы материала движутся по круговой траектории радиуса R_2 с частотой ω , равной частоте вращения последнего ряда ударных элементов, то если t – время движения частицы по дуге l , то на основании сказанного можно написать:

$$R_2 \gamma = \frac{at^2}{2}, \quad (2)$$

здесь

$$a = \omega r, \quad (3)$$

где r – расстояние от оси вращения ротора до рассматриваемой траектории.

На основании соотношения (2) с учетом (3) находим, что

$$t = \sqrt{\frac{2R_2\gamma}{\omega^2 r}}. \quad (4)$$

Для того, чтобы частица материала покинула камеру помола дезинтегратора через разгрузочное отверстие с угловым размером γ необходимо, чтобы за время (4) частица материала в радиальном направлении прошла расстояние большее или равное половине диаметра частицы материала. На основании сказанного можно записать следующее выражение

$$\frac{d}{2} \leq v_r t, \quad (5)$$

где v_r – скорость движения частицы материала в радиальном направлении.

Связь скорости движения частиц материала в рассматриваемом объеме с диаметром частиц d в зависимости от расстояния r до центра вращения можно определить, исходя из следующего соотношения:

$$\frac{mv_r^2}{r} = 3\pi\mu dv_r, \quad (6)$$

где μ – коэффициент динамической вязкости воздуха, равный $1,84 \cdot 10^{-6}$ Па·с [2].

Соотношение (2) представляет собой равенство центробежной силы силе сопротивления движению частицы в радиальном направлении. На основании (2) предполагается, что сила сопротивления носит стоковский характер.

Согласно соотношению (2) находим, что

$$v_r = \frac{18\mu r}{\rho d^2}, \quad (7)$$

где ρ – плотность частицы материала.

Согласно (7) предполагается, что частица измельчаемого материала имеет форму шара.

С учетом (4) и (7) выражение (5) можно привести к следующему виду:

$$\frac{d}{2} \leq \frac{18\mu r}{\rho d^2} \cdot \frac{1}{\omega_r} \sqrt{\frac{2R_2\gamma}{r}}, \quad (8)$$

тогда для перехода частицы материала с круговой траектории радиуса R_2 на траекторию $R_2 + \frac{d}{2}$ на основании соотношения (8) находим:

$$\omega \leq \frac{36\mu(R_2 + \frac{d}{2})}{\rho d^3} \sqrt{\frac{2R_2\gamma}{R_2 + \frac{d}{2}}}. \quad (9)$$

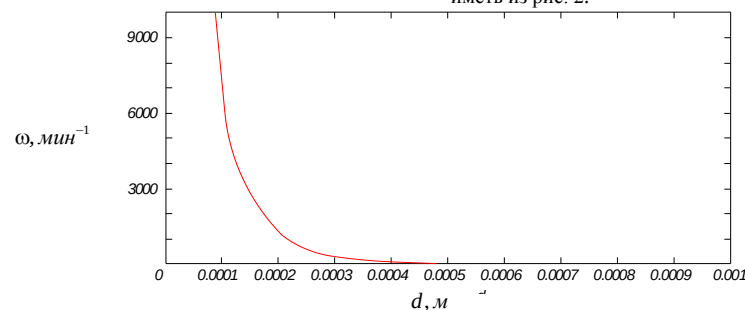


Рисунок 2. Зависимость $\omega_{\max}$ от диаметра частицы d материала при $R_2 = 0,2$ м; $\rho = 2000$ кг/м³

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Хинт И.А. Основы производства силикатных изделий [Текст] : учебник / И. А. Хинт. - М. Стройиздат 1962. – 600 с.
- Методика расчета расхода воздуха в центробежно-ударной мельнице [Текст] : учеб-

Легко убедиться, что соотношение (9) можно привести к следующему виду:

$$\omega \leq \frac{36\mu R_2(1 + \frac{d}{2R_2})}{\rho d^3} \sqrt{\frac{2\gamma}{1 + \frac{d}{2R_2}}}. \quad (10)$$

Выражение (10) можно упростить, если учесть что отношение $\frac{d}{2R_2}$ является малой ве-

личной, тогда считая величину $\frac{d}{2R_2}$ малой ве-

личной первого порядка малости соотношение (10) приводится с точностью до величины первого порядка малости к виду:

$$\omega \leq \frac{36\mu R_2}{\rho d^3} \sqrt{2\gamma} \left(1 + \frac{d}{4R_2}\right). \quad (11)$$

Выражение (11) удобно представить в следующем виде

$$\omega \leq \omega_{\max}, \quad (12)$$

где в качестве $\omega_{\max}$ введено следующее обозначение:

$$\omega_{\max} = \frac{36\mu R_2}{\rho d^3} \sqrt{2\gamma} \left(1 + \frac{d}{4R_2}\right). \quad (13)$$

Таким образом, на основании (12) для того, чтобы частица материала покинула камеру помола дезинтегратора необходимо, чтобы частота вращения частицы материала удовлетворяла соотношению (12).

Представление о характере зависимости $\omega_{\max}$ от диаметра частицы материала можно иметь из рис. 2.

ник / Н. В. Ключков [и др.]// НТЖ «Известия ВУЗов». Химия и химическая технология. №2. – Новосибирск: изд-во Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, 1982. С. 230-232.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

*Золотарев С. Н., канд. экон. наук, доц.
Белгородский филиал Московского государственного университета
экономики, статистики и информатики*

ФИНАНСОВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ФИНАНСОВОГО МЕНЕДЖМЕНТА

s.n.zolotarev@mail.ru

В статье рассмотрено финансовое планирование в системе финансового менеджмента, изучены термины: «финансовый план», «план финансовой деятельности», «бизнес-план», выявлены отличия между ними.

Ключевые слова: планирование, финансовое планирование, финансовый менеджмент, бюджетирование.

Финансовое планирование, являясь важной составной частью финансового менеджмента, представляет собой набор сложных процедур, предназначенных для решения большого комплекса задач, детализация которых зависит от многих факторов.

Эффективное управление деятельностью организаций немислимо без составления прогнозных расчетов движения денежных средств, без планирования важнейших процессов и финансовых результатов деятельности организации.[2]

Как известно, планирование деятельности организации является одной из важнейших функций менеджмента. Следовательно, финансовое планирование есть функция финансового менеджмента. Нельзя не согласиться с мнением Л.П. Белых о том, что финансовый менеджер постоянно принимает решения, воздействующие на будущее развитие предприятия, что сущность финансов нигде не проявляется столь отчетливо, как в планировании, поскольку финансирование по сути своей направлено на будущее развитие.

Финансовое планирование является, с одной стороны, достаточно изученным участком деятельности предприятия, а с другой - довольно сложным в смысле практики его эффективной постановки на конкретном предприятии.

В современной экономической литературе отсутствует единая точка зрения на содержание понятия «планирование финансовой деятельности предприятия». Чаще всего отечественные и зарубежные ученые-экономисты приводят трактовки такого понятия, как финансовое планирование, при этом нередко отождествляя его с

бизнес - планированием. Так, по мнению Л.Н. Павловой финансовый план - это «важнейший элемент бизнес-планов, составляемых как для обоснования конкретных инвестиционных проектов и программ, так и для управления стратегической и текущей финансовой деятельностью предприятия» [5], Э. Гринолл определяет финансовый план как «бизнес-план на следующий год, выраженный в финансовых показателях». Подобные определения приводят к некорректному пониманию терминов: «финансовый план», «план финансовой деятельности», «бизнес-план».

Многие авторы отождествляют финансовое планирование с бюджетированием. К примеру, Б. Фатеев пишет: «Финансовое планирование (бюджетирование) - это управление процессами создания, распределения и использования финансовых ресурсов на предприятии».

Е.В. Лобанова совмещает приведенные трактовки в одну: «Финансовое планирование - это:

во-первых, разработка бюджетов (бюджетирование);

во-вторых, разработка инвестиционных проектов (конкретная форма финансового планирования и чуть ли не единственная в обосновании инвестиционных решений и привлечении финансовых ресурсов);

в-третьих, бизнес-планирование - умелая разработка финансового раздела в бизнес-плане».

В связи с тем, что разные по своему содержанию термины обозначаются одними и теми же словами, возникает подмена понятий. Оче-

видно, что финансовый план в составе бизнес-плана отдельного инвестиционного проекта и финансовый план, составляемый в процессе планирования всей деятельности предприятия на определенный период времени, разные документы. Между ними есть серьезные отличия:

Во-первых, в противоположность плану всей финансовой деятельности предприятия, финансовый план в рамках бизнес-плана включает не весь комплекс общих целей фирмы, а только одну, ту, которая связана с созданием и развитием определенного проекта компании. Финансовый раздел бизнес-плана совпадает с планом финансовой деятельности предприятия только в случае, если предприятие создается, поэтому в этом отношении понятие бизнес-плана более узкое.

Во-вторых, бизнес-план ориентирован только на развитие, в то время как план финансовой деятельности предприятия может предполагать сворачивание неперспективного участка работы.

В-третьих, план финансовой деятельности предприятия обычно имеет растущий горизонт времени. По мере выполнения очередного плана его результат анализируется, корректируются цели, методы создания плана, - и добавляется следующий период времени. Финансовый план в рамках бизнес-плана имеет четкие временные рамки, по истечении которых определенные им цели и задачи должны быть выполнены.

В-четвертых, при создании финансового плана в рамках бизнес-плана используются несколько иные методы оценки инвестиционной привлекательности проектов, нежели чем при формировании плана всей финансовой деятельности предприятия.

Проведя анализ более двадцати дефиниций финансового планирования, мы выделили четыре основополагающих ключевых параметра:

- 1) финансовое планирование как функция финансового менеджмента;
- 2) финансовое планирование как процесс, определенная многоплановая работа, состоящая из нескольких этапов;
- 3) финансовое планирование как средство достижения целей управления финансами;
- 4) финансовое планирование как взаимодействие решений по инвестированию и финансированию или по формированию и использованию финансовых ресурсов.

Отметим, что подобная классификация носит достаточно условный характер, т.к. в одной трактовке может содержаться сразу несколько ключевых параметров, однако их выделение необходимо для создания комплексного опреде-

ления планирования финансовой деятельности в разрезе различных его аспектов.

Во-первых, планирование как функция финансового менеджмента и как средство достижения целей управления финансами связано со сложной природой понятия «финансовый менеджмент», поэтому требует более подробного его рассмотрения и выявления места финансового планирования, как планирования финансовой деятельности, в системе финансового менеджмента.

Во-вторых, трактовки планирования с позиции определения будущих действий по формированию и использованию финансовых ресурсов являются недостаточно полными, т.к. они только подчеркивают общеизвестные функции финансов (формирование централизованных и децентрализованных фондов и их использование). Такие определения оставляют без внимания целевой характер, а также специфику процесса планирования.

В-третьих, этапы, из которых состоит процесс финансового планирования (в части, относящейся к планированию финансовой деятельности предприятия), не идентичны у разных авторов: если в одних трактовках, планирование предполагается начинать с анализа финансовой ситуации и проблем, постановки целей и заканчивать исполнением сформированного плана, контролем и анализом его исполнения; то в других определениях планирование финансовой деятельности ограничивается составлением плана. С нашей точки зрения предпочтителен первый вариант, т.к. при ограничении планирования финансовой деятельности составлением планов оно теряет связь с практикой и становится набором «благих пожеланий».

Необходимо отметить, что и для зарубежных специалистов, занимающихся проблемами финансового менеджмента, проблемы финансового планирования не являются первоочередными. В фундаментальных трудах учебно-практической направленности: «Финансовый менеджмент» Ю.Ф. Бриггема [3] и Л.Гапенски; «Энциклопедия финансового менеджмента», Ю.Ф. Бриггема; «Основы управления финансами» Ван Хорна [4] и др. - описаны вопросы: определения стоимости ценных бумаг; финансового анализа; оценки денежных потоков; управления оборотным капиталом; оценки структуры капитала; формирования дивидендной политики; методы принятия долгосрочных инвестиционных (прямых и портфельных) решений; особенностей долгосрочного финансирования; реорганизации (слияние, поглощение, банкротство, ликвидация) корпораций.

Вместе с тем, в этих работах вопросы финансового планирования практически не затрачиваются. Относительно подробно и тщательно на примере корпорации «Сименс» эти вопросы рассмотрены в работе Хана «Планирование и контроль: концепция контроллинга».

Очевидно, что планирование финансовой деятельности необходимо исследовать как важнейшую составную часть финансового менеджмента, т.к. именно финансовый менеджмент как «специфическая область управленческой деятельности, связанная с целенаправленной организацией денежных потоков предприятия, формированием капитала, денежных доходов и фондов, необходимых для достижения стратегических целей развития предприятия» со своими специфическими методами, понятийным аппаратом поможет наиболее полно раскрыть природу планирования финансовой деятельности предприятия. В приведенном определении финансового менеджмента четко указано, что это управленческая деятельность, и если рассматривать управление как непрерывный процесс принятия решений, планирование окажется одной из его функций, что и отмечалось многими экономистами.

Из определения финансового менеджмента также следует, что он изучает необходимые методы, с помощью которых достигаются цели компании. Одним из таких методов является планирование финансовой деятельности, поэтому правы и те авторы, которые считают планирование средством достижения целей управления. [1]

Финансовое планирование входит как в состав методов, используемых в процессе

управления финансами, так и в состав функций финансового менеджмента. Такой двойственный характер планирования как метода и функции менеджмента исходит из сложной природы самого понятия управления. Если рассматривать менеджмент как процесс, то планирование – его функция, если анализировать организацию этого процесса, то планирование, - метод менеджмента.

Поэтому предлагаемые в научном исследовании рекомендации основываются на обобщенной информации по вопросам финансового планирования, финансового менеджмента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арутюнов, Ю.А. Финансовый менеджмент [Текст] : учебное пособие для вузов / Ю.А. Арутюнов – 2-е изд. – М.: Кнорус, 2007. – 312 с.
2. Бобылева, А.З. Финансовый менеджмент: проблемы и решения [Текст] : учебник для вузов / А.З. Бобылева. – М.: Дело, 2007. 332 с.
3. Бриггем, Ю. Финансовый менеджмент: Полный курс [Текст]: В 2-х т./ Пер. с англ. под ред. В.В. Ковалева / Ю. Бриггем, Л. Гапенски. - СПб.: Экономическая школа, 1997. – 1166 с.
4. Ван Хорн, Дж. К. Основы управления финансами [Текст]: Пер. с англ. (Гл. ред. серии Я.В. Соколов) Ван Хорн Дж. К. – М.: Финансы и статистика, 1999. – 800 с.: ил.
5. Павлова, Л.Н. Финансы предприятий [Текст] / Л.Н. Павлова. - М.: Финансы, ЮНИТИ, 1998. – 639 с.

Вострецов А. И., аспирант,
Янгиров А. В., д-р экон. наук, проф.,
Башкирский государственный университет

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНСГРАНИЧНОГО ДВИЖЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

vostretsov@yandex.ru

В статье рассмотрены процессы ввоза и вывоза инвестиционного потенциала Республики Башкортостан. Исследование состояния и движения инвестиционного потенциала региона может дать весьма ценную информацию для органов управления региональной экономикой.

Ключевые слова: инвестиционный потенциал, трансграничное перемещение, приток, отток, чистый импорт

Для обеспечения перехода Российской Федерации на путь устойчивого социально-экономического развития необходимо комплексно подойти к вопросу формирования, использования и трансграничного движения инвестиционного потенциала, так как от инвестиционных возможностей и эффективного их использования во многом зависит экономический рост государства. При этом в модели устойчивого развития необходимо уделить пристальное внимание региональной составляющей.

Инвестиционный потенциал региона, на наш взгляд, является одним из важнейших элементов воспроизводственного потенциала, так как обеспечивает финансовую основу реализации инвестиционных программ государства и предприятий, способствует повышению занятости населения, увеличивает доходную часть регионального бюджета. Вопрос, связанный с прогнозированием, наращиванием, эффективным управлением процессами ввоза и вывоза инвестиционного потенциала региона, приобретает в настоящее время особую значимость, так как отток капитала, как на уровне государства, так и на региональном уровне препятствует решению ряда экономических задач, в связи с чем актуальной является задача разработки комплексной программы управления процессом трансграничного движения инвестиционного потенциала.

Воспроизводство инвестиционного потенциала региона происходит в результате действия двух процессов:

- наращивание инвестиционного потенциала внутри региона и его потребление;
- трансграничное движение инвестиционного потенциала (рис.1).

Существует множество показателей, характеризующих состояние и развитие инвестиционного потенциала территории, среди которых основными, на наш взгляд, являются следующие: валовой региональный продукт (ВРП),

объем инвестиций в основной капитал, валовое накопление основного капитала, доля инвестиций в основной капитал в ВРП, доля валового накопления основного капитала в ВРП, доходы консолидированного бюджета региона. По нашему мнению, ключевым показателем состояния инвестиционного потенциала региона является объем инвестиций в основной капитал, так как от него зависят все остальные показатели: объем валового регионального продукта, произведенного при помощи данных инвестиций; доходы консолидированного бюджета, которые выражаются в налоговых поступлениях с объектов инвестирования; объем валового накопления основного капитала, который увеличивается при инвестировании средств в основной капитал и т.д. Поэтому при вычислении инвестиционного потенциала мы будем опираться на данный показатель.

Как видно из графика (рис.2) величина инвестиционного потенциала Республики Башкортостан имеет прямую взаимосвязь с величиной произведенного валового регионального продукта (коэффициент корреляции 0,97469) [1, 2]. В 2002 г. прирост инвестиций в основной капитал отсутствовал, что и явилось причиной незначительного экономического роста в регионе. В остальные же периоды прирост инвестиционного потенциала сопровождался приростом валового регионального продукта.

В ходе корреляционно-регрессионного анализа была установлена следующая зависимость между объемом инвестиций в основной капитал и величиной валового регионального продукта за 2000–2007 гг.:

$$\tilde{Y}_t = -14657,24 + 1,55 \times Y_{t-1} - 0,86 \times IP_t,$$

где $\tilde{Y}_t$ – прогнозируемая величина валового регионального продукта в периоде t ;

Y_{t-1} – величина валового регионального продукта в периоде $t-1$;

IP_t – величина инвестиционного потенциала региона в периоде t (Investment potential).



Рисунок 1. Трансграничное движение и формирование инвестиционного потенциала региона

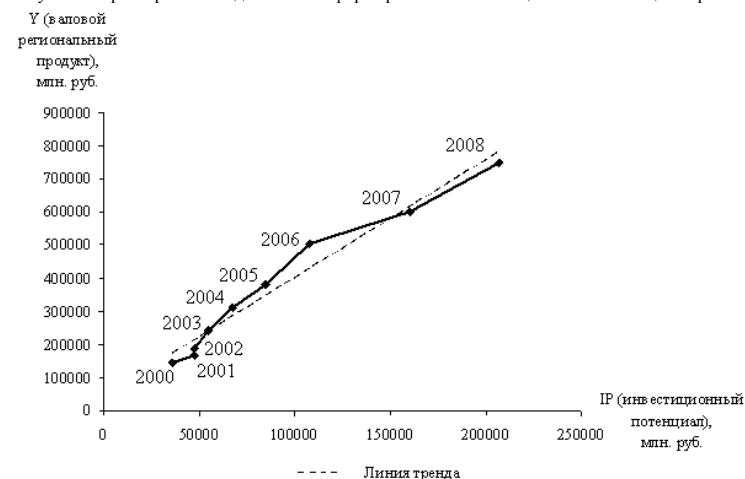


Рисунок 2. Взаимосвязь между величиной валового регионального продукта и объемом инвестиций в основной капитал в Республике Башкортостан, млн. руб.

Величина среднего относительного линейного отклонения (ξ) меньше 15% и равна 3,74%, что свидетельствует об адекватности уровня авторегрессионной зависимости.

Чтобы оценить насколько эффективно используется инвестиционный потенциал в регионе, мы предлагаем использовать следующую формулу:

$$EF^{IP} = \frac{\frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} \times 100\%}{\frac{IP_2 - IP_1}{IP_1} \times 100\%},$$

где EF^{IP} – эффективность использования инвестиционного потенциала;

Y_1 и Y_2 – величина валового регионального продукта в прошлом и отчетном периодах;

IP_1 и IP_2 – величина инвестиционного потенциала региона в прошлом и отчетном периодах.

Величина $\frac{Y_2 - Y_1}{Y_1}$ показывает относительный прирост валового регионального продукта за отчетный период, а $\frac{IP_2 - IP_1}{IP_1}$ – прирост инвестиционного потенциала региона. Экономика региона будет считаться успешно функционирующей, если выполняются следующие условия:

рующей, если выполняются следующие условия:

$$\begin{cases} Y_2 > Y_1 \\ \frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} \geq \frac{IP_2 - IP_1}{IP_1} \geq 1 \end{cases}$$

Невыполнение хотя бы одного из условий будет свидетельствовать о наличии проблем в экономике. Если $Y_2 < Y_1$, то это свидетельствует об отрицательном экономическом росте. Если имеет место неравенство $\frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} < \frac{IP_2 - IP_1}{IP_1} < 1$, то это указывает на

неэффективное использование инвестиционного потенциала, так как прирост инвестиций не способствует соразмерному приросту валового регионального продукта в относительном выражении. Если выражение $\frac{IP_2 - IP_1}{IP_1}$ принимает

отрицательные значения, это говорит об оттоке инвестиционного потенциала, то есть вывоз потенциала превышает его ввоз. Расчетные показатели эффективности реализации инвестиционного потенциала Республики Башкортостан за 2001-2008 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Эффективность использования инвестиционного потенциала в Республике Башкортостан

Годы	Прирост валового регионального продукта, % $\left(\frac{Y_2 - Y_1}{Y_1} \times 100\% \right)$	Прирост инвестиционного потенциала, % $\left(\frac{IP_2 - IP_1}{IP_1} \times 100\% \right)$	Эффективность использования инвестиционного потенциала (EF^{IP})
2001	15,06	32,52	0,46
2002	12,50	-0,02	-
2003	29,32	16,48	1,78
2004	27,96	23,08	1,21
2005	22,78	25,29	0,90
2006	32,38	27,56	1,17
2007	19,02	48,81	0,39
2008	24,52	29,18	0,84

Как видно из таблицы, одновременно выполняются оба условия только в 2003, 2004 и 2006 гг. Таким образом, перед региональными органами власти стоит задача не только количественного наращивания инвестиционного потенциала, но и его эффективного использования.

Для анализа трансграничного движения инвестиционного потенциала мы предлагаем использовать следующие формулы (табл. 2).

Воспроизводство инвестиционного потенциала Республики Башкортостан представим в таблице 3. Структура источников формирования инвестиционного потенциала представлена на рисунках 3, 4.

Таблица 2

Показатели, характеризующие процесс трансграничного перемещения инвестиционного потенциала

Название показателя	Формула	Обозначения	Нормативное значение показателя	Характеристика показателя
Чистый импорт инвестиционного потенциала	$CI^{IP} = IM^{IP} - EX^{IP}$	CI^{IP} – чистый импорт инвестиционного потенциала; IM^{IP} – импорт (ввоз) инвестиционного потенциала; EX^{IP} – экспорт (вывоз) инвестиционного потенциала	$\begin{cases} CI^{IP} \geq 0 \\ IM^{IP} \rightarrow \max \\ EX^{IP} \rightarrow \min \end{cases}$	Характеризует превышение импорта инвестиционного потенциала над его экспортом в абсолютном выражении
Коэффициент чистого импорта инвестиционного потенциала	$K_{CI}^{IP} = \frac{IM^{IP}}{EX^{IP}}$	K_{CI}^{IP} – коэффициент чистого импорта инвестиционного потенциала	$\begin{cases} CI^{IP} \geq 1 \\ IM^{IP} \rightarrow \max \\ EX^{IP} \rightarrow \min \end{cases}$	Характеризует превышение импорта инвестиционного потенциала над его экспортом в относительном выражении
Коэффициент ввоза инвестиционного потенциала	$K_{IM}^{IP} = \frac{IM^{IP}}{IM^{IP} + V^{IP}}$	K_{IM}^{IP} – коэффициент ввоза инвестиционного потенциала V^{IP} – вклад региона в увеличение своего инвестиционного потенциала	-	Показывает долю ввезенного инвестиционного потенциала в общей сумме прироста

Воспроизводство инвестиционного потенциала Республики Башкортостан представим в таблице 3. Структура источников формирования инвестиционного потенциала представлена на рисунках 3, 4.

Как мы видим из таблицы и графиков, в структуре внутренних источников формирования инвестиционного потенциала Республики Башкортостан преобладает прибыль организаций; по сравнению с 2000 г. в 2005-2008 гг. значительно увеличилась доля кредитных ресурсов и заемных средств, направленных на инвестиции; в то же время, доля средств внебюджетных фондов достигла практически нуля. В структуре трансграничного движения инвестиционного потенциала также произошли изменения, в частности, увеличилась доля иностранных инвестиций в основной капитал. Причиной этому послужила республиканская инвестиционная политика, направленная на повышение инвестиционной привлекательности региона.

Одной из существенных проблем в настоящее время является отсутствие комплексной,

полной информации о процессе вывоза инвестиционного потенциала из Республики Башкортостан, в частности, нет данных об инвестициях в основной капитал, произведенных экономическими агентами Республики Башкортостан в другие регионы Российской Федерации и зарубежные страны. В связи с чем, мы считаем, что необходимо вести мониторинг в данной области, создать специальный раздел в существующих формах финансовой отчетности или специальную форму, где будет отображена инвестиционная деятельность предприятий, а именно структура инвестиций в территориальном разрезе: объем инвестиций в основной капитал внутри региона и за её пределами. Также отсутствует информация об инвестициях, финансируемых за счет регионального и местных бюджетов, которые направлены в другие регионы России и зарубежные страны (бегство капитала). На наш взгляд, необходимо продолжить исследование в данном направлении, а именно проанализировать трансграничное движение налогового потенциала региона, оценить, ре-

зультативность использования экспортированного финансового потенциала республики за её пределами и разработать систему управления по

снижению оттока потенциала, если он используется неэффективно.

Таблица 3

Нарращивание инвестиционного потенциала Республики Башкортостан за счет внутренних источников и трансграничного движения, млн. руб.

Показатели	Годы					
	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Вклад региона в увеличение своего инвестиционного потенциала (V^{IP}), в т.ч.						
Прибыль организаций	9933,0	15371,0	17392,2	28111,9	34288,4	14135,2
В % к V^{IP}	33,24	32,83	29,78	34,00	36,50	20,76
В % к ($V^{IP} + IM^{IP}$)	24,84	23,42	20,83	22,97	25,11	- *
Амортизационный фонд	5690,7	15622,2	16436,0	20968,0	26327,6	23199,7
В % к V^{IP}	19,05	33,37	28,15	25,36	28,03	34,07
В % к ($V^{IP} + IM^{IP}$)	14,23	23,81	19,68	17,13	19,28	- *
Кредиты банков и заемные средства других организаций	453,5	7152,8	9517,7	16078,5	16102,4	15672,6
В % к V^{IP}	1,52	15,28	16,30	19,45	17,14	23,01
В % к ($V^{IP} + IM^{IP}$)	1,13	10,90	11,40	13,14	11,79	- *
Средства из республиканского и местных бюджетов	10464,5	8639,0	14992,1	17445,4	17116,6	15003,0
В % к V^{IP}	35,02	18,45	25,67	21,10	18,22	22,03
В % к ($V^{IP} + IM^{IP}$)	26,17	13,16	17,95	14,26	12,54	- *
Средства внебюджетных фондов	3337,5	29,7	57	72,8	99,8	93,5
В % к V^{IP}	11,17	0,06	0,10	0,09	0,11	0,14
В % к ($V^{IP} + IM^{IP}$)	8,35	0,05	0,07	0,06	0,07	- *
Итого (V^{IP})	29879,2	46814,7	58395	82676,6	93934,8	68104
Ввоз инвестиционного потенциала (IM^{IP}), в т.ч.						
Инвестиции в основной капитал с участием иностранного капитала	75,1	8599	7230,7	16697,7	20662,1	- *
В % к IM^{IP}	0,74	45,72	28,79	42,06	48,50	- *
В % к ($V^{IP} + IM^{IP}$)	0,19	13,10	8,66	13,64	15,13	- *
Средства федерального бюджета	611,1	2397,6	4173,4	7105,6	6761,2	4705,5
В % к IM^{IP}	6,04	12,75	16,62	17,90	15,87	- *
В % к ($V^{IP} + IM^{IP}$)	1,53	3,65	5,00	5,81	4,95	- *
Средства региональных бюджетов субъектов Российской Федерации	9423,9	7810,4	13710,4	15899,7	15177,6	- *
В % к IM^{IP}	93,21	41,53	54,59	40,05	35,63	- *
В % к ($V^{IP} + IM^{IP}$)	23,57	11,90	16,42	12,99	11,12	- *
Итого (IM^{IP})	10110,1	18807	25114,5	39703	42600,9	- *
Всего ($V^{IP} + IM^{IP}$)	39989,3	65621,7	83509,5	122379,6	136535,7	- *

*Данные отсутствуют; показатель невозможно рассчитать, так как отсутствуют статистические данные



Рисунок 3. Воспроизводство инвестиционного потенциала за счет внутренних источников, %



Рисунок 4. Воспроизводство инвестиционного потенциала за счет трансграничного движения, %

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Объем и динамика валового регионального продукта. [Электронный ресурс] // BASHSTAT.RU: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. 2011. – Электрон. дан. URL: <http://www.bashstat.ru/BGDF/RB08/issWWW.exe/Stg/d000/i00143r.htm> (дата обращения: 03.02.2011). – Заглавие с экрана.
2. Инвестиции в основной капитал. [Электронный ресурс] // BASHSTAT.RU: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. 2011. – Электрон. дан. URL: <http://www.bashstat.ru/BGDF/RB08/issWWW.exe/>

Stg/d000/i000157r.htm (дата обращения: 03.02.2011). – Заглавие с экрана.

3. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2009. Стат.сб./ Росстат. – М., 2009. – 990 с.

4. Источники инвестиций в основной капитал по крупным и средним предприятиям и организациям. [Электронный ресурс] // BASHSTAT.RU: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан. 2011. – Электрон. дан. URL: <http://www.bashstat.ru/BGDF/RB08/issWWW.exe/Stg/d000/i000161r.htm> (дата обращения: 03.02.2011). – Заглавие с экрана.

Погорелый М. Ю., канд. экон. наук, доц.,
Селиверстов Ю. И., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС РОССИИ В СИСТЕМЕ ФАКТОРОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

marecc@rambler.ru

В данной статье авторы описывают существующую правовую базу осуществления инновационного процесса, характеризуют основные макроэкономические факторы, оказывающие влияние на содержание и направление инновационного процесса, уточняют определение инновационного процесса. Имеющийся в данной статье математический аппарат применяется с целью поиска критериев эффективности инновационного процесса. Авторы доказывают факт негативного влияния инфляции на экономическую эффективность инновационного процесса. По результатам проведенных исследований авторы формулируют выводы.

Ключевые слова: инновационный процесс, точка критического объема инновационного производства, прибыльный сегмент инновационного процесса.

С правовой точки зрения основу для развития инновационного процесса составляли два концептуально важных на наш взгляд документа:

1. федеральный закон «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» от 22.08.1996 № 125-ФЗ (ред. от 28.12.2010) [1];

2. федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23 августа 1996 года № 127-ФЗ [2].

Согласно принятого федерального закона Российской Федерации «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности» [3] от 2 августа 2009 г. № 217-ФЗ у научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений есть право создавать инновационные предприятия. Данные хозяйственные общества организуются с целью создания инноваций, изобретений, результатов интеллектуальной деятельности. Это положение существенным образом влияет на природу инновационного процесса и создает благоприятные предпосылки для развития науки и техники.

Стратегия социально-экономического развития России до 2020 г. и Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации являются важными документами по переориентации экономики России с сырьевого на инновационный путь развития экономики страны [4].

Инновационный процесс достаточно близок по содержанию к понятию инновация. Рассмотрим содержание понятия инновация. «Инновация - 1. вложение средств в экономику, обеспечивающее смену поколений техники и техноло-

гии; 2. новая техника, технология, являющаяся результатом достижений научно-технического прогресса» [5]. Данное определение содержит два научных подхода к вопросу содержания понятия инновация. Первая трактовка базируется на процессе как таковом, что сближает определения инновация и инновационный процесс.

По нашему мнению содержание понятия инновационный процесс в экономических изданиях рассматривается не достаточно. Имеет место трактовка понятия инновационная деятельность. «Инновационная деятельность – преобразование результатов научных разработок, технологических достижений в новый продукт или технологический процесс» [6]. На текущий момент существует определенное количество определений понятия «инновационный процесс» в источниках интернета. Так, например, инновационный процесс определен как «... процесс создания, распространения и использования новшества (т.е. совокупности новых идей и предложений, которые потенциально могут быть осуществлены и при условии масштабности их использования и эффективности результатов могут стать основой любого нововведения). Это преобразование новых видов и способов человеческой жизнедеятельности (нововведений) в социально-культурные нормы и образцы, обеспечивающие их институциональное оформление, интеграцию и закрепление в культуре общества» [7]. Данная трактовка инновационного процесса относится в большей степени к антропологии, нежели к экономике. Имеет место весьма лаконичное определение инновационного процесса, а именно «Процесс создания, освоения и распространения инноваций называется инновационной деятельностью или инновационным процессом» [8]. Безусловно, такая точка зрения имеет право на существование, но нали-

чие «распространение» делает данное определение незавершенным т.к. непонятен конечный результат. Думается было бы полезно уточнить каков результат этого распространения, для чего необходимо распространение инноваций. Подобная неточность заключена в другом определении «инновационный процесс – это последовательная цепь событий, в ходе которых инновация вызревает от идеи до конкретного продукта, технологии, структуры или услуги и распространяется в хозяйственной практике и общественной деятельности» [9]. То есть в данном определении опять отсутствует указание, для чего распространяются инновации в хозяйственной деятельности.

Принципиально важным является понимание того, что инновации целесообразно внедрять не для того, чтобы они были, а для того, чтобы повысить эффективность производства, торговли, транспортных, банковских или страховых услуг и т.п.

По мнению составителей портала дистанционного консультирования малого предпринимательства «Дистанционный консалтинг» «инновационный процесс означает инновационную деятельность какого-либо предприятия. Он направлен на разработку и реализацию результатов научно-технических изысканий в виде нового продукта или нового технологического процесса. В общем плане, инновационный процесс - это последовательная цепь событий, в ходе которой новшество «вызревает» от идеи до конкретного продукта, технологии или услуги и распространяется в хозяйственной практике» [10]. Вряд ли можно согласиться с формулировкой того, что инновационный процесс означает некоторую деятельность только предприятия. По нашему мнению инновационный процесс может реализовываться и на уровне научно-исследовательского института, и в стенах лаборатории или испытательного полигона, и в рамках свободной экономической зоны. Кроме того, содержание инновационного процесса ближе к понятию нового технологического процесса, нежели к качественно новому продукту. По нашему мнению, в широком смысле слова инновационный процесс представляет собой отход от общепринятых правил. Это процесс выхода за рамки устоявшихся норм и общепринятых параметров. В более конкретном понимании, инновационный процесс, по нашему мнению, есть форма инновационной деятельности по реализации инновационных программ и проектов, имеющих цель либо улучшения, либо создания не только качественно новых товаров и продуктов, но и услуг. В ряде случаев реализа-

ция инновационного процесса может привести к появлению различных вариантов результатов интеллектуальной деятельности. Существенной особенностью инновационного процесса является то обстоятельство, что в результате реализации соответствующего инновационного процесса появляется не готовый продукт (товар), а новая технология (наука-нау). Поэтому в ряде случаев инновационный процесс может «замыкаться» на трансфере технологий. Поскольку речь идет о производстве качественно нового продукта, товара или услуги, то логично предположить, что сопутствующие издержки данному инновационному процессу будут характеризоваться известной моделью «direct costin».

Отметим, что трактовка постоянных и переменных издержек является традиционной. Иными словами, переменные издержки зависят от объема производства (variable costs), а постоянные издержки не зависят от объема производства (fixed costs). Например, издержки на нанопроизводство новейших стоматологических препаратов для протезирования зубов будут переменными в части затрат на наноглину, наногипс, погрузочно-разгрузочные работы, реактивов, физиологический раствор, сдельная заработная плата лаборантов и инженеров, комиссионные торговым агентам и брокерам и другие издержки, увеличивающиеся с расширением бизнеса. А такие косвенные затраты как арендная плата за помещение, где располагается нанопроизводство, амортизационные отчисления по лабораторному оборудованию, расходы на содержание управленческого аппарата (экономисты, бухгалтер, маркетолог, менеджеры по продажам), проценты за банковский кредит являются постоянными издержками инновационного процесса.

В данном графике ΔACB представляет собой сегмент убытков, ΔDCE – прибыльный сегмент инновационного процесса (маржинальный доход), ΔEAF – сегмент совокупных переменных издержек, четырехугольник $FAOX$ – сегмент постоянных издержек. Точка C на рисунке 1 представляет собой точку критического объема инновационного производства. В точке C нет прибыли, нет убытков. Слева от критической точки объема инновационного производства расположен сегмент убытков. Справа от критической точки объема инновационного производства расположен прибыльный сегмент инновационного процесса, маржинальный доход. Сила воздействия операционного рычага показывает во сколько раз маржинальный доход превышает операционную прибыль.

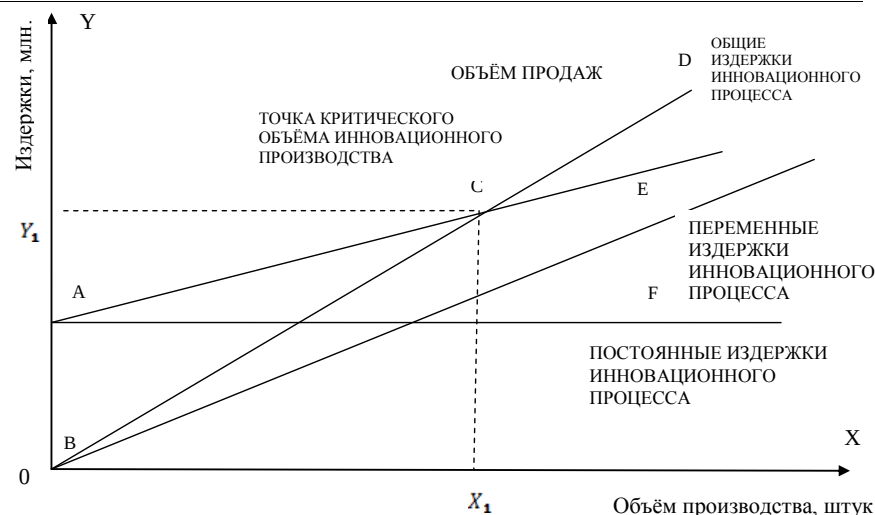


Рисунок 1. График образования точки критического объема производства в результате реализации инновационного процесса

Согласно самому оптимистичному сценарию развития инфляции в России к 2020 году индекс потребительских цен в среднегодовом исчислении не превысит 3,3% (рис. 2). По неблагоприятному варианту уровень инфляции в России составит 4,0% годовых. Прогноз промежуточного варианта определяет уровень инфляции в России к 2020 году 3,4% годовых. Общий тренд уровня индекса потребительских цен и индекса цен производителей промышленных товаров в России за период 2006 - 2010 гг. подтверждается динамикой ставки рефинансирования Центрального Банка Российской Федерации. Известно, что учетная ставка национального банка страны напрямую коррелируется с уровнем инфляции.

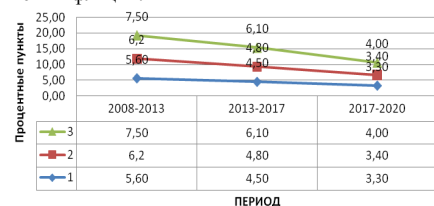


Рисунок 2. Прогнозы развития индекса потребительских цен и индекса цен производителей промышленных товаров в России за период 2008-2020 гг. (среднегодовые темпы, %)

Для нас принципиально важным является понимание того, как рост потребительских цен на товары, услуги и рост цен производителей промышленных товаров в России могут повли-

ять на содержание и направление инновационного процесса. Среди экономистов существует точка зрения, согласно которой уровень инфляции 3-5% годовых положительно влияет на объемы производства. Содержание рисунка 9 позволяет с определенной степенью достоверности позволять полагать, что такая точка зрения является ошибочной.

В условиях инфляции постоянные издержки [A; F] не могут быть таковыми с практической точки зрения. Постоянные издержки [A; F] трансформируются в переменные издержки [A; F']. Тогда с определенной степенью достоверности можно предположить, что это явление, в свою очередь, может привести к росту совокупного уровня общих издержек инновационного процесса [A; E'] т.к. в условиях инфляции значение переменных издержек также становится выше. Примем значение [B; D], характеризующее объем продаж за const. Тогда, при неизменности объема продаж [B; D] возникает тенденция смещения точки критического объема инновационного производства в верхний правый угол графика, к значению C'. Очевидно, что $\Delta AC'B$ (рис. 3) > ΔACB (рис. 1), а ΔDCE (рис. 1) > $\Delta DC'E'$ (рис. 3). Иными словами влияние инфляции приводит к тому, что для достижения рентабельности инновационного процесса требуется больше времени, по сравнению с экономической ситуацией, при которой значение инфляции было бы меньше.

Возникает вопрос всегда ли целесообразно рассматривать объемы продаж [B; D] как величину const? Существуют ли методы влияния на значение объема продаж [B; D]? Да, существуют. В этой связи целесообразно принимать во внимание принятую за основу политику ценообразования. Магистральным направлением поли-

тики ценообразования на инновационный продукт (услуги) является стремление получить максимальную прибыль от реализации инновационного продукта в минимальные сроки. Политика ценообразования на инновацию заслуживает дальнейшего пристального изучения.

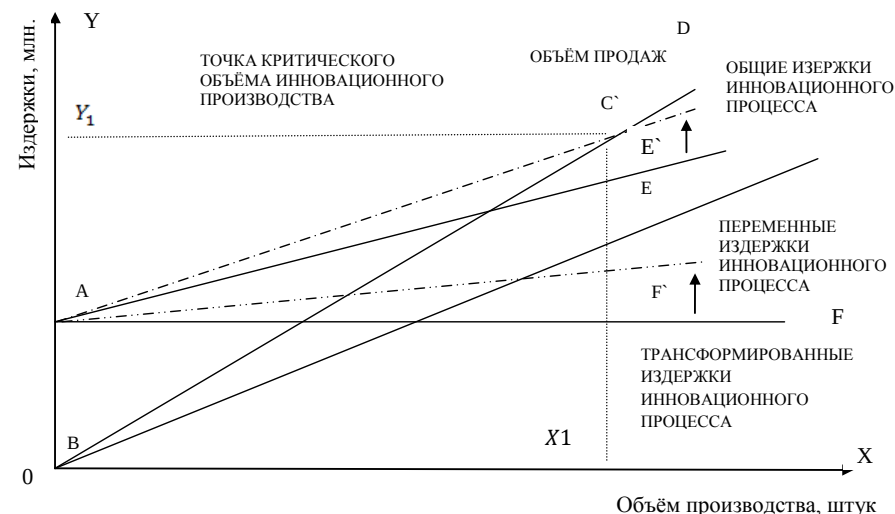


Рисунок 3. Влияние инфляции на критерии эффективности инновационного процесса

Белгородская область располагает необходимым комплексом факторов производства. В экономике Белгородской области должным образом представлены такие факторы производства как труд, капитал, земля, предпринимательство и предпринимательские способности. Однако в современных экономических условиях ключевым аспектом является информация, вернее технология производства товаров, услуг, результатов интеллектуальной деятельности. Соответственно особую важность приобретает инновационный процесс. Осознание особенностей инновационного процесса позволит перейти к формированию локальной структуры инновационного развития региона.

Итак, правильная организация инновационного процесса в региональном масштабе позволит значительно интенсифицировать состав факторов производства региона, что позволит положительным образом влиять на устойчивое экономическое развитие Белгородской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный закон «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» от 22.08.1996 № 125-ФЗ (ред. от 28.12.2010).
2. Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» от 23 августа 1996 года № 127-ФЗ.
3. «Российская Газета». -2009. - №4966.
4. <http://www.economy.gov.ru/> Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации / Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России).
5. Большой экономический словарь/ Под ред. А.Н. Азриляна. – 7-е изд., доп. - М.: Институт новой экономики, 2008. - 1472 с.
6. Райзберг Б.А. Современный социально-экономический словарь.- М.: ИНФРА - М, 2010. – 629 с.
7. <http://www.slovari.yandex.ru>
8. <http://www.genon.ru>
9. <http://www.infomanagement.ru/>
10. <http://www.dist-cons.ru>

ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ НА ЗАТРАТОЕМКОСТЬ
МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

andreeva-ola@amik.ru

Стоимость сырья и материалов в составе себестоимости молочной продукции занимают значительную долю. Разногласия между производителями и переработчиками молока неблагоприятно сказываются на развитии молочного производства и в частности, на затратоемкости молочной продукции. В статье рассматривается динамика развития производства молока в Белгородской области и направления эффективного использования молочного сырья в условиях его дефицита.

Ключевые слова: промышленность, сырье, производство, ресурсы, затраты.

Сырьем для молочной промышленности является молоко, получаемое от скота преимущественно молочного направления (разведение крупного рогатого скота), отчасти молоко (для выработки кумыса), получаемое от лошадей (коневодство), молоко, получаемое от овец (для выработки брынзы). Сырьевые ресурсы молочной промышленности состоят из того количества молока, которым располагает промышленность в определенный период, а их объем зависит от валового и товарного производства молока в животноводческих хозяйствах.

Производство молока в регионе выходит на уровень приоритетного развития. На территории Белгородской области производством молока занимаются более 200 сельскохозяйственных предприятий различной организационно-правовой формы и свыше 400 крестьянских (фермерских) хозяйств. По производству молока на душу населения область является лидером среди регионов Центрально-Черноземного района. Сельхозпроизводители области за 2010 год (сельхозорганизации, фермерские хозяйства и хозяйства населения) произвели более 500 тыс. тонн молока. Средний надой молока на одну корову в сельхозорганизациях Белгородской области оставался самым высоким среди областей ЦЧР – 4 486 кг. В Липецкой области этот показатель составляет 4 067 кг, Воронежской – 3 962, Тамбовской – 3 443, Курской – 3 429 кг [1].

Как всегда в области успешно работают: колхоз имени Фрунзе и ОПХ «Белгородское» Белгородского района, ЗАО «Должанское» Вейделевского района, ОАО «АПХ «Бирюченский» Красногвардейского района, ЗАО «Бобравское» Ракитянского района, ЗАО «Красненское» и ООО «Кустовое» Яковлевского района, колхоз «Советская Россия» и СПК «1 Мая» Ровеньского района. Большой вклад в развитие сельскохозяйственного производства крупные инвестиционные компании: Ассоциация «ПромАгро», ООО «Агрохолдинг «БЭЗРК-

Белгранкорм», ООО «Грайворонская молочная компания», ОАО «МК «Авида», ООО «ГК «Агро-Белогорье», АПХ «Мираторг», ГК «РусАгро», УК «ГК «БВК», ЗАО «Томмолоко», и многие другие.

В зависимости от показателей состояния отрасли молочного скотоводства хозяйства или агропромышленные компании условно разделены на 4 группы: крупные компании, в которых молочное скотоводство является основной отраслью животноводства и которые обеспечивают производство молока на индустриальной основе в крупных масштабах; хозяйства и крупные компании, стабильно занимающиеся производством молока на средних по производственной мощности молочно-товарных предприятиях с удовлетворительными экономическими показателями и обеспечивающие дальнейшее развитие отрасли; хозяйства и крупные компании, для которых производство молока не является профильным и которые обеспечивают ведение отрасли молочного производства с относительно невысокими производственно-экономическими показателями; подсобные хозяйства населения и небольшие фермерские хозяйства [2].

Программой развития молочного животноводства предусматривается обеспечение наращивания производства молока в области главным образом за счет первых двух групп хозяйств (ОАО «Белгородские молочные фермы», ЗАО «МК «Авида», ОАО «Молоко Белогорья», и др.). В 4-й группе по мере индустриализации отрасли и в силу демографической ситуации уровень производства молока будет постепенно снижаться.

Наибольший удельный вес валового производства цельного молока в 2009 г. приходится на холдинговые компании – 48,3% всего производства сельхозорганизациями. Остальные интегрированные структуры производят 14,9% всего объема производства молока и 36,8% – сельхозорганизации не вошедшие в интегрированные

структуры. Себестоимость молока минимальная на предприятиях средней мощности – 8222 руб./т. На этих предприятиях темп роста себестоимости молока минимальный и составляет 149,2% по отношению к 2005 г. Наибольший рост себестоимости в 2009 г. на крупных интегрированных предприятиях области – 186,9% к 2005 г.

В настоящее время имеет место высокая потенциальная востребованность молочной продукции на региональном и российском рынках. Потребление молока и молокопродуктов в Белгородской области за последний год составляет 268 кг на душу населения при норме рационального потребления – 392 кг., что на 18,6% больше потребления в 2004 г. С ростом доходов населения страны спрос будет возрастать, но при этом диспаритет цен, снижение уровня обеспечения животных кормами и ряд других причин привели к существенному сокращению численности поголовья молочного скота и валового производства молока. По сравнению с прошлым годом снижение валового производства молока составило 3,5%, на фоне прироста продуктивности коров в период 2005–2010 гг. на 35,8% сокращение поголовья коров в сельскохозяйственных организациях за этот период составило

25,5%, а в целом по области во всех хозяйствах – на 24,9%. [3]

Молоко используют либо как продукт питания в перепереработанном или переработанном виде, либо как сырье для молочной и пищевой отраслей промышленности.

Переработкой молока в области занимаются свыше 20 хозяйствующих субъектов. В целом по региональному рынку производства молока явно выраженных доминантов нет. Основными участниками рынка являются ОАО «Авида», ЗАО «Томмолоко», ОАО «Белгородский молочный комбинат», ЗАО «Алексеевский молочный комбинат», ООО «ОНКЕН» и др. [1]

Развитие молочной промышленности тесно связано с состоянием и развитием её сырьевой базы. Повышение уровня развития сырьевой базы способствует более динамичному развитию производства молочных продуктов, необходимых для удовлетворения потребностей населения.

Несмотря на рост объемов производства молока и молочной продукции перерабатывающими предприятиями области их затратоемость увеличивается, что подтверждается данными таблицы 1.

Таблица 1

Динамика затратоемости молочной продукции в 2005–2009 гг.

Года	2005	2006	2007	2008	2009	Темп роста 2009г. к 2005 г.
Затратоемость молочной продукции, коп.	96,1	96,9	96,3	94,2	100,5	104,6
в т.ч. затратоемость цельномолочной продукции, коп.	94,9	92,8	96,2	91,7	101,6	107,1

Затратоемость производства молочной продукции некоторое время снижалась, что характеризует рентабельность производства, но финансовая нестабильность 2008 г. сказалась на эффективности работы перерабатывающих предприятий, и как следствие, на увеличивающихся затратах на производство в 2009 г. рост которых в целом по молочной продукции составил 104,6%.

Сырое молоко является основным сырьевым ресурсом для производства молочной продукции и составляет более половины себестоимости конечной продукции. Доля стоимости сырья и материалов в сумме совокупных затрат на производство и реализацию молочной продукции крупными перерабатывающими предприятиями Белгородской области составляет свыше 80%. За последние 5 лет наблюдается незначительное снижение доли материальных затрат в

структуре себестоимости молочной продукции, что в целом является положительной динамикой. Снижение доли материальных затрат больше связано с ростом транспортных расходов. Несмотря на размещение перерабатывающих предприятий почти в каждом районе области, они периодически испытывают дефицит сырьевых ресурсов. Компенсируя недостаток сырья для промышленной переработки, региональные перерабатывающие предприятия покупают сухое молоко отечественного или импортного производства или начинают скупать сырое молоко не только в своем регионе, но и выходят на рынки соседних субъектов РФ, что увеличивает транспортные расходы и ведет к подобному перераспределению структуры затрат. Причиной этого может быть не только недостаток сырья, но и слишком высокие цены на молоко-сырье в

области, по сравнению с соседними субъектами РФ.

По данным департамента АПК Белгородской области, закупочные цены на молоко в регионе в текущем году составляют 16 – 19,7 тыс. рублей за тонну, между тем, в соседних регионах этот показатель гораздо ниже. Так, в Курской области цена составляет 14,85 – 20,35 тыс. рублей, Липецкой – 15,95 – 19,80 тыс. рублей, Воронежской – 15,73 – 18,5 тыс. рублей. Для перерабатывающих предприятий области такой рост цен по итогам текущего года вызовет изменение структуры себестоимости, а именно увеличение доли материальных затрат. Так в Белгородской области средние цены производителей молока выросли за период 2000–2010 гг. в 4,1 раза, а за последний год – на 32,1% [3].

Рост затрат на производство молока вынуждает молокоперерабатывающие предприятия неоднократно повышать отпускные цены на выпускаемую молочную продукцию в течение года, но немаловажным фактором при ценообразовании на продукцию является также и то, что при формировании закупочной цены перерабатывающие предприятия следуют законам рыночной экономики, а при установлении отпускных цен преследуют собственные интересы.

В связи с сезонностью производства молока молочная промышленность испытывает дефицит ресурсов, что не дает предприятиям наращивать объемы производства и является причиной недозагруженности производственных мощностей. Следствием является использование сухого молока в качестве сырья для производства молочных продуктов. Сезонность производства сырого молока так же ведет к сезонным колебаниям в уровне цен на молоко, в результате чего в ноябре-марте цены на сырое молоко самые высокие.

Качество сырого молока определяет качество конечного продукта. Для производства многих молочных продуктов большую роль играет показатель содержания белка в молоке. Однако, в молоке российских коров этот показатель крайне низок. Недостаток белка в молоке перерабатывающие предприятия компенсируют обогащением молока белком, что приводит к росту себестоимости конечной продукции. Стоимость сырья, закупаемого у хозяйств-поставщиков, определяется по нормам расхода и расчетным ценам, установленным на 1 т. молока базисной жирности и сливок 10%-ой жирности. Плановое количество молока планируемой жирности пересчитывают в молоко базисной жирности, а сливки – в продукт с 10%-ым содержанием жира. Молоко-сырье, не соответствующее по жирности, предприятия-переработчики заку-

пают по более низким ценам и затем доводят его до требуемой технологией нормы, что так же увеличивает затраты перерабатывающего предприятия на производство продукции.

Исследование структуры себестоимости и затратоемости производства различных видов молочной продукции в области позволяет сделать вывод о наличии резервов на перерабатывающих предприятиях по сокращению затратоемости производства молочной продукции.

Современная промышленная переработка молока представляет собой сложный комплекс последовательно выполняемых взаимосвязанных трудоемких и специфических технологических процессов. Эти процессы направлены на выработку молочных продуктов, содержащих либо все компоненты молока, либо их часть.

Промышленная переработка в сливочное масло и сыр неизбежно связана с получением побочных продуктов – обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки, которые относятся к вторичным сырьевым ресурсам. Маслоделие и сыроделие являются наиболее емкими производствами по расходу молочного сырья на единицу продукции, а следовательно, и по ресурсам вторичного молочного сырья [4].

Применение вторичных ресурсов позволяет внедрить безотходную и малоотходную технологию переработки молока с комплексным использованием всех составных частей сухого остатка, что так же позволит снизить материальные затраты предприятия и обеспечить молочными продуктами все категории потребителей. Рациональное использование молочного сырья предусматривает полное комплексное использование всех составных частей молока на пищевые цели, что позволяет предприятиям повышать выход готовой продукции из единицы перерабатываемого сырья. Отечественной наукой разработаны технологии, обеспечивающие комплексную переработку вторичного молочного сырья, однако широкое внедрение этих технологий в производство сдерживается из-за недостатка современного оборудования и упаковочных материалов, бедного ассортимента наполнителей, отсутствия рекламы продуктов питания из вторичного сырья и экономической заинтересованности предприятий в переработке этого ценного сырья [5].

Улучшение использования сырьевых ресурсов является важным фактором интенсификации производства в молочной промышленности в условиях дефицита молока. На эффективность использования сырьевых ресурсов, от которых в значительной степени зависит уровень затрат предприятий производства и переработки молока, влияют следующие факторы:

– в сфере заготовки и перевозки сырья (использование специального транспорта для перевозки молока в целях обеспечения необходимых условий, механизация загрузки и выгрузки сырья, сокращение расстояния перевозки, повышение качества заготавливаемого сырья);

– с сфере хранения на предприятии (хранение молока в резервуарах согласно принятому режиму, завоз сырья в соответствии с установленным графиком и возможным объемом его переработки на предприятии в сутки);

– в сфере промышленной переработки (механизация и автоматизация производства, совершенствование технологии, комплексная переработка сырья, максимальное использование сопутствующей продукции в производстве молочных продуктов, снижение отходов при переработке сырья, повышение качества продукции) [6].

Таким образом, затратоемкость молочной продукции зависит от степени развития молочного животноводства, что для переработчиков молока проявляется в достаточных объемах производства сырого молока, качестве соответствующем ГОСТу и обоснованных отпускных ценах на молоко-сырье, а так же рационального использования сырья на перерабатывающих предприятиях при производстве молочной продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление Правительства Белгородской области «Стратегия социально-экономического развития Белгородской области на период до 2025 года» от 25.01.2010 г. №27–пп.
2. Система молочного скотоводства Белгородской области на 2007-2014 гг. / Под общ. Ред. А.В. Турыанского. – Белгород: изд-во БелГСХА, 2006. – 204 с.
3. [Центральная База Статистических Данных](http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi#1) [Электронный ресурс]: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cgi#1>
4. Кравченко, Э.Ф. Рациональное использование молочной сыворотки [Текст] / Э.Ф. Кравченко, О.А. Яковлева // Молочная промышленность. – 2007. – №8. – С. 48-50.
5. Гончаров, В.Д. Молочный подкомплекс России [Текст] / В.Д. Гончаров, С.В. Котеев // Аграрный вестник Урала. – 2010. – №4(70). – С. 24-27.
6. Дугин, П.И. Эффективность производства молока [Текст] / П. И. Дугин, В. П. Шевцов. – М.: Нива России, 1992. – 110 с.

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лазько Е. А., инженер I кат.,
Минько Н. И., д-р. тех. наук, проф.,
Бессмертный В. С., д-р. тех. наук, проф.,
Лазько А. А., вед. инженер
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ СТЕКОЛЬНОГО БОЯ

kerchanka_sh@mail.ru

В статье проведен анализ состояния рынка по использованию такого ценного компонента стекlobой, как стекlobой бой. Освещены методы сбора, переработки, а также подготовки стекlobой, позволяющие его использование. Показано его положительное влияние на процессы стекловарения в целом.

Ключевые слова: отходы производства, стекlobой бой, переработка, подготовка, качество стекlobой шихты, ресурсо- и энергосбережение.

Стеклобоя промышленность России – это одна из наиболее динамично развивающихся отраслей, которая является крупным потребителем топлива. В связи с тем, что при производстве стекла непрерывно растёт потребление сырьевых материалов, а цены на данное сырьё и стоимость энергии повышаются, для развития данного производства необходимо постоянно решать множество вопросов. Во-первых, это обеспечение производителей стекла качественными сырьевыми материалами в необходимом количестве, во-вторых, особое внимание уделяется предварительной подготовке сырьевых материалов, в-третьих – необходимость снижения энергозатрат за счет интенсификации процессов варки стекла и, соответственно, снижение себестоимости продукции.

В России серьёзную экологическую опасность представляют отходы различных производств. Из всех перерабатываемых отходов доля образующихся отходов стекла очень велика, средний объём образования стекlobой только из стеклотарной продукции составляет 1,09 млн. т., если рассматривать только привозной бой. А общий объём образования стекlobой в настоящий момент составляет около 1,2 млн. т/год, из которых перерабатывается только 35 % [1, 2].

Проводя анализ рынка использования стекlobой как ценного сырья, установлено, что с каждым годом границы его использования расширяются [3]. Этот бизнес только набирает обороты и, возможно, в недалеком будущем станет одним из ведущих в экономике.

Одной из ведущих отраслей вторичной переработки является очистка и утилизация стекlobой, которая на сегодняшний день занимает ведущие места во всемирной экономике. В последние годы, не без участия "наших родных" компаний из России и Украины, которые занимаются переработкой, продажей и покупкой стекlobой, он стал важным элементом, как в России, так и за рубежом. Ситуация на рынке переработки стекlobой сейчас такова, какой еще 20 лет назад никто не мог ее себе даже представить. По сравнению с концом прошлого века, технологии в этой отрасли шагнули далеко вперед [4]. Стекловаренные печи и автоматизированные машины, резкое сокращение веса каждой единицы и непрекращающийся рост цен на нее, передовые научные разработки в области переработки стекла и многое другое ежедневно способствует росту популярности стекlobой бизнеса.

Один из способов снижения себестоимости изделий из стекла связан с введением в технологический процесс дополнительного количества стекlobой [2,5], что способствует значительной экономии сырьевых материалов, улучшению экологии за счет снижения доли шихты, снижения температуры варки стекла в ванной печи. Для обычных составов стекол промышленного производства (листовое, тарное) щелочесодержащее сырьё является наиболее дорогостоящим. Поэтому использование стекlobой – это, в первую очередь, ресурсосбережение с обеспечением безотходной технологии. Стеклобой должен удовлетворять тем же критериям, что и лю-

бой стеклообразующий сырьевой материал, должен быть химически и физически совместимым со стеклом, иметь требуемое качество и быть в наличии в необходимом количестве.

Как мы знаем, с повышением спроса на продукт, растет и спрос на его качество. Так, технологии подготовки и переработки стеклобоя растут и развиваются. Следует сказать, что немалое влияние на качество стеклобоя 1 сорта оказывает его аккуратный сбор и подготовка. Естественно, сначала стеклобой собирают. Затем его очищают до надлежащего вида и уже чистый стеклобой, после высококачественной переработки на современном оборудовании становится сырьем для производства нового продукта.

Например, если до переработки и очистки на заводе стеклобой не был измельчен, качество его, в последствии, становится заметно выше. Это становится понятно из того, что примеси крупного размера намного легче извлечь, чем примеси мелкие осколки, но если пристальное внимание уделять определенным техническим моментам на производстве переработки стеклобоя, то можно довести его очистку до максимального качества. Поэтому, что касается очистки, то для извлечения металлов и посторонних предметов используются специальные ленточные механизмы с магнитами под определенным наклоном. Это передовые технологии, которые позволяют компаниям обеспечивать своих клиентов чистым стеклобоем 1-го сорта.

Кроме очистки от примесей, еще происходит сортировка стеклобоя по цвету. Это происходит на специальном механизме при помощи грохота. Цветной стеклобой делится на крупную и мелкую фракцию, после чего мелкая является уже готовым сырьем для закладки в печь. Также мелкая фракция может использоваться и в иных нуждах помимо стекловарения. В то время как крупная фракция - отправляется на механическую доработку.

Только правильная подготовка и применение определенного оборудования обуславливает положительный эффект от применяемого стеклобоя, который можно разделить на два вида: обратный и привозной. Обратный стеклобой представляет собой отходы производства самого стеклозавода, образующийся от брака при технологическом режиме и который возвращается в технологический процесс. Привозной стеклобой – это бывшее в употреблении стекло разного вида, собранное и переработанное определенным образом, предназначенное для дальнейшего использования в производстве стекла [6].

Стоит отметить, что мировой экономический кризис не только не затронул предприятия,

используемые в стекловарении долю стеклобоя, но даже наоборот - поспособствовал увеличению закупаемого стеклобоя. В связи с трудностями количество тары, сдаваемой людьми, выросло в несколько раз, что повлекло за собой снижение цен на грязный бой, увеличение объемов его закупки, очистки и продажи очищенного битого тарного стекла. Похожие движения наблюдаются и в Европе.

Возможности промышленного использования стеклобоя в качестве ценного минерального сырья раскрыты еще далеко не полностью. Его вторичное использование обусловлено с одной стороны уровнем существующих технологий, а с другой – экологической обстановкой на соответствующей территории и наличием предприятий, обладающих технологиями переработки стеклобоя.

Основным направлением использования стеклобоя во всем мире является производство стеклянной тары, так как это наиболее массовое производство изделий из стекла. Кроме того, производство этого вида стеклоизделий предъявляет относительно менее жесткие требования к постоянству химического состава стекла, что позволяет использовать вторичный стеклобой, отличающийся по цвету и составу (преимущественно для варки цветных стекол). Поэтому возвращение в технологический процесс боя стекла дает возможность утилизации отходов этого вида стекла, загрязняющего окружающую среду.

Использование стеклобоя в качестве сырья при производстве стеклоизделий наряду с традиционными сырьевыми материалами (песок, сода, мел и др.), на сегодняшний день приобретает все большее значение [7].

Известно, что одна тонна стеклобоя экономит 1,5 тонны минерального стеклового сырья, в т.ч. 100-130 кг кальцинированной соды, 40-50 кг сульфата натрия и 300-350 кг кварцевого песка. Применение стеклобоя дает возможность сократить энергопотребление, так как количество теплоты, требующееся для его плавления ниже, чем количество теплоты, затрачиваемое на варку стекла из сырьевых материалов (стеклобой плавится при температуре 900-1200 оС, а стекольная шихта при 1450-1550 оС): в среднем при варке стекла с боем экономится 0,25 % удельного расхода стекла на 1% введенного в стекольную шихту стеклобоя). Введение каждой тонны стеклобоя приводит к фиксированному сокращению потребления энергии печью, а не к снижению энергозатрат на некоторую долю (процент). То есть, независимо от энергоэффективности печи, введение одной тонны стеклобоя

может привести к одному и тому же сокращению потребления энергии.

Наряду с сокращением энергопотребления использование стеклобоя может привести к ряду дополнительных преимуществ, включая:

- снижение выбросов диоксида углерода, образующихся как при сжигании топлива, так и в результате разложения карбонатов шихты;
- улучшение экологии путем сокращения пылевидных выбросов как на участках подготовки, дозирования и смешивания сырья, так и

непосредственно при проведении варки стекло-массы;

– утилизация стекольного боя и эрклеза, находящегося на промышленных свалках, позволяет освободить огромные площади, занятые промышленными отходами.

В табл. 1, 2 приведены показатели снижения энергопотребления на варку стекла при использовании стеклобоя и уменьшение количества выбросов [2,8].

Таблица 1

Снижение энергопотребления на варку при использовании стеклобоя

Характеристики	Усредненные значения
Загрузка печи, т/сут	264
Удельное энергопотребление, ГДж/т	5,29
Общее энергопотребление, ГДж/сут	1217
Доля стеклобоя, %	41
Количество стеклобоя, т/сут	108
Удельное сокращение энергопотребления на тонну стеклобоя, МДж/т	1213
Сокращение потребления энергии, ГДж/сут	130
Энергопотребление без введения стеклобоя, ГДж/сут	1267
Сокращение энергопотребления, %	10,2
Сокращение энергопотребления на каждые 10% введенного стеклобоя	2,5

Таблица 2

Преимущества использования стороннего стеклобоя

Характеристики	Оценочные значения, кг на тонну стеклобоя
Сокращение потребления сырьевых материалов	1200
Снижение выбросов CO ₂ , образующегося в результате разложения карбонатов шихты	200
Снижение выбросов CO ₂ , образующегося в результате сжигания топлива	62
Сокращение количества стеклобоя, поступающего на полигоны твердых отходов	1000

В настоящее время практикуются два основных метода заготовки стеклобоя: селективный, предусматривающий сбор и сортировку отходов на месте их образования, и централизованный, предусматривающий выделение стекла из смешанных отходов на специализированных предприятиях.

За рубежом реализованы эффективные системы сбора стеклобоя – в пунктах приема бытовых и промышленных отходов присутствует контейнер, специально предназначенный для стекла разработаны технологии его утилизации, сортировки, очистки, переработки и использо-

вания. Некоторые муниципалитеты в Западной Европе практикуют даже использование нескольких контейнеров для различного по цветности стекла [2,8].

По результатам анализа, проведенного в 2008 году у нас в России, по сравнению с 20-ю годами ранее, выявлено падение сбора и использования стеклобоя на 40%, несмотря на его положительный эффект. Причин этому много. Во-первых, является упадок системы приема стеклотары. Во-вторых, основная доля энергии, потребляемой при сборе стеклобоя, расходуется на транспортировку к предприятиям, занимаю-

щимся подготовкой стеклобоя и производства стеклонизделий, стадии сортировки и удаления загрязнений также требуют затрат энергии, ведь присутствие примесей в стеклобое может приводить к проблемам при варке стекла – увеличению брака. Поэтому для перерабатываемого стеклобоя задаются определенные, максимально допустимые уровни загрязнений и для каждого вида стекла свои допуски [9]. В-третьих – по данным [2], стоимость стеклобоя – 2000 руб/т, что делает процесс сбора стеклотары непривлекательным.

Также уделяется внимание тому, что бой некоторых видов стекол, например, кинескопных очень сложно утилизировать, так как они содержат до 30% оксидов свинца, до 10% оксида бария и бора и ряд других ценнейших элементов. В некоторые печи для варки тарного стекла загружают до 75 % стеклобоя, поэтому тщательно следят за тем, чтобы уровень концентрации свинца в готовых изделиях был невысоким. Небольшая часть такого свинца может испаряться, вызывая повышение его содержания в отходящих газах, представляющих существенную угрозу экологии, но и закапывать такие отходы нельзя [7].

Для всех сырьевых материалов, применяемых в производстве стекла, действует общее правило: они должны иметься на производстве в достаточном количестве и в нужное время. Такая ситуация реально соблюдается для всех типов сырья – кроме стеклобоя, особенно при его высоком проценте в составе шихты. Поэтому заводы вынуждены пользоваться услугами не одного, а двух, трех и более различных поставщиков боя, чтобы максимально обезопасить себя от перебоев в поставках. Такая ситуация закономерно ведет к дополнительному «разбросу» характеристик боя.

Чтобы возвратный стеклобой был пригоден для использования в стекловарении, он должен быть как можно более однородным по химическому составу, содержать необходимые компоненты для получения определенного сорта стекла.

Ранее в СССР, в отличие от стран с рыночной экономикой, никто не пытался определить экономическую эффективность сбора битого стекла. Сегодня прибыльность этого бизнеса пробуют просчитать многие предприятия. На сегодняшний день в России данных по количеству компаний и подразделений, занимающихся

сбором и переработкой стеклобоя намного больше, нежели ранее [10].

Из всего выше сказанного следует важный для практического стеклодела вывод: имеется огромный потенциал по эффективному использованию ценнейшего ресурса – стеклобоя, но прежде чем решаться на увеличение соотношения боя и шихты, следует четко “выстроить” всю цепочку сбора, переработки и контроля качества стеклобоя, используемого для стекловарения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рынок стеклобоя [Текст] // Стеклобоя тара.-2009.-№10.-С.16-17.
2. Минько, Н.И. Технологические, энергетические и экологические аспекты сбора и использования стеклобоя [Текст] / Н.И. Минько, В.Н. Болотин, Н.Ф. Жерновая // Стекло и керамика.-1999.-№5.-С.3-5.
3. Хессенкемпер, Х. Изменение классического подхода к сырьевым материалам в стекловарении [Текст] / Х. Хессенкемпер // Стеклобоя тара. Специализированный информационный бюллетень.-2008.-№11.-С.8-10.
4. Энгельберт, Ван Сантен Переработка стекловых отходов. Современные проблемы европейской стекловаренной промышленности [Текст] / Ван Сантен Энгельберт, Руд Биркенс // Стеклобоя тара.-2009.-№11.-С.8-11.
5. Сергиенко О.Н. Стеклобой для нас ценное сырье [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.recyclers.ru>.
6. Розенталь, Й. Подготовка возвратного и привозного стеклобоя [Текст] / Й. Розенталь // Стеклобоя тара.-2008.-№4.-С.4-8.
7. Вятчина, В.Г. Технологические проблемы использования стеклобоя [Текст] / В.Г. Вятчина // Строительство и образование. Вып.6 “Физико-химия и технология оксидно-силикатных материалов”/ Сб. науч. трудов. Т.1.-Екатеринбург: изд-во УПИ, 2003.-295с.
8. Энергопотребление в стеклотарном производстве Великобритании [Текст] // Стеклобоя тара.-2006.-№3.-С.2-6.
9. Переработка стекловых отходов. Современные проблемы европейской стекловаренной промышленности [Текст] // Стеклобоя тара.-2009.-№7.-С.8-11.
10. Кожевников, А.В. Стеклобой от «Утилиты» [Текст] / А.В. Кожевников // Стекло мира.-2009.-№6.-С.44-46.

Намазов А. А., канд. сель-хоз. наук, доц.
Ферганский политехнический институт

ИЗУЧЕНИЕ КАРБОНОВЫХ КИСЛОТ В СОСТАВЕ БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ МЕТОДОМ ИОНЭКСКЛЮЗИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

aziz.1960@mail.ru

Представлены результаты экспериментального определения карбоновых кислот в составе производимых в Республике Узбекистан 3-х видов безалкогольных напитков. Указано, что на основе анализа карбоновых кислот в составе жидких продуктов можно контролировать изменения, происходящие в них при их переработке и хранении.

Ключевые слова: безалкогольные напитки, изменение состава, карбоновые кислоты, анализ.

Общеизвестно, что для рынка продовольственных товаров характерна низкая ценовая эластичность спроса и предложения, потребительские предпочтения на рассматриваемом рынке формируются не только и не столько под воздействием цены на товар, сколько под влиянием совокупности неценовых факторов. Одним из важнейших таких факторов является степень научно-популярной информированности потребителя о товаре, его свойствах и последствиях применения. Потребитель предпочитает знать калорийность продукта, его питательную и диетическую ценность, химический состав, в том числе наличие синтетических консервантов, красителей и способа производства. В настоящее время при производстве пищевых продуктов для улучшения товарного вида, ароматизации различных консервантов и др., используются десятки тысяч синтетических химических веществ, ежегодно на рынке появляются тысячи новых синтезированных химических продуктов. Опасность отравлений химическими веществами пока ещё до конца не осознана на достаточном уровне. В развитых странах разработаны программы идентификации токсичных и ядовитых веществ. Не секрет, что здоровье человека зависит от качества пищевых продуктов. А поскольку сегодня не существует ни одной отрасли пищевой промышленности, где бы не использовались пищевые добавки, необходимо знать, что это за вещества и для чего они применяются. Пищевые добавки – это натуральные или синтетические вещества, которые никогда не употребляются самостоятельно, а вводятся в продукты питания для придания последним заданных органолептических свойств (вкуса, цвета, запаха, консистенции, внешнего вида и т.п.), сохранения пищевой и биологической ценности, улучшения условий обработки, расфасовки, упаковки, транспортировки и хранения, а также увеличения сроков хранения продукции. Пищевые добавки используют лишь тогда, когда

иными средствами невозможно достичь того или иного технологического эффекта.

В соответствии с санитарным законодательством Республики Узбекистан производство, применение и реализация пищевых добавок на территории государства должны осуществляться с разрешения Министерства здравоохранения Республики Узбекистан. Первым нормативным документом, регламентирующим применение пищевых добавок в Республике Узбекистан, являются «Санитарные правила и нормы по использованию пищевых добавок» (Сан ПиН).

Наиболее характерными и часто применяемыми добавками являются: красители, консерванты, регуляторы кислотности, антиоксиданты, эмульгаторы, стабилизаторы, загустители, желеобразующие агенты, ароматические вещества, подсластители, ферментные препараты и т.д. В Сан ПиН каждая добавка имеет свой цифровой код с предшествующей буквой «Е». По такому же принципу принята кодификация пищевых добавок. Европейским Советом была разработана и в странах Европейского сообщества апробирована региональная система цифровой кодификации пищевых добавок с буквой «Е».

При исследовании продовольственного сырья и пищевых продуктов в испытательных аккредитованных лабораториях надо учитывать современное развитие научно-технического прогресса, а также оснащение современными высокотехнологическими приборами и оборудованием, следует создать новые современные методы испытания, пересмотреть международные стандарты и внести определенную корректировку. Необходимость в обновлении общих методов количественного и качественного определения компонентов в пищевых продуктах является весьма актуальной задачей сегодняшнего дня.

Одной из основных задач органов сертификации является осуществление контроля за качеством экспортируемых и импортируемых пищевых продуктов. В этом плане в 1997 году в

Республике Узбекистан в составе химических наук была введена новая специальность «Классификация и сертификация товаров на основе их химического состава».

В лаборатории «Технология пищевых продуктов» Ферганского политехнического института с использованием ионэксклюзионной хроматографии (ИЭХ) изучили количество карбоновых кислот в составе произведенных в Республике Узбекистан безалкогольных напитков «Sibur» Apelsin и «Slake».

Для анализа были использованы ионный жидкостной хроматограф «Цвет 3006», УФ детектор 430 А-900 нм, насосная установка 422 HPLC PUMP; в экспериментах применялась колонка Phenomenex P/NO:OON-0138-KO Rezex Bu 8% HOrs Acsid 7,8x300 мм.

В качестве элюента использовали раствор 20мгмг H_2SO_4 . В детекторе была запрограммирована скорость подачи элюента 0,5 мл в минуту, продолжительность процесса анализа составляла 15 минут.

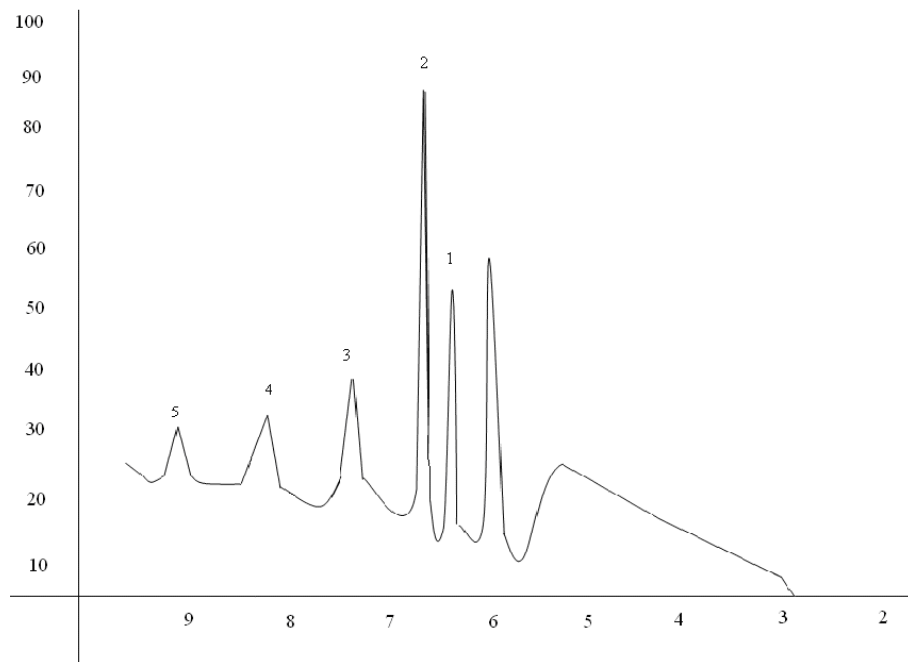


Рисунок 1. Стандартные образцы карбоновой кислоты:
1 - уксусная кислота; 2 - пропионовая кислота; 3 - масляная кислота; 4 - валериановая кислота;
5 - капроновая кислота
Калонка: Phenomenex Rezex Bu 8%:HOr₃ Acsid 7,8 x 300 mm

При проверке состава безалкогольных напитков методом ИЭХ, вначале были подготовлены стандартные образцы карбоновой кислоты. Микрошприцем, применяемым для специального аналитического оборудования, в инжектор хроматографа был введен указанный образец.

За 5,8 минут проверки на пищу установка хроматографа была зафиксирована щавелевая кислота $HOOC-COOH$, за 6 минут - лимонная кислота $HOOC-(CH_2)-C(OH)(COOH)_2$, за 6,8 минут - уксусная кислота CH_3COOH , за 6,9 минут - яблочная кислота $HOOCCH_2CH(OH)COOH$, за 7,1 минут - пропионовая кислота C_2H_5COOH , за 7,5 минут - масляная кислота $CH_3(CH_2)_2COOH$, за 8 минут - валериановая кислота $CH_3(CH_2)_3COOH$, за 8,2 минуты - бензойная кислота C_6H_5COOH , 8,9 минут - сорбиновая кислота $HOOC-CH=C(CH_3)COOH$ и за 9,2 минуты - капроновая кислота $CH_3(CH_2)_4COOH$ (рис.1).

Опираясь на результаты этих исследований, специальным микрошприцем через инжектор в хроматограф было введено 10 мкл анализируемого образца с апельсиновым вкусом напитка желтого цвета «Sibur» Apelsin. За первые 5,8 минут процесса анализа на пищу устройство хроматографа была зафиксирована щавелевая кислота $HOOC-COOH$, затем лимонная кислота $HOOC(CH_2)C(OH)(COOH)_2$, яблочная кислота $HOOCCH_2CH(OH)COOH$, бензойная кислота

C_6H_5COOH и сорбиновая кислота $CH=C(CH_3)COOH$ (рис. 2).

По результатам исследований, полученных методом ИЭХ установлено, что в одном литре напитка с апельсиновым вкусом, желтого цвета в составе «Sibur»Apelsin были бензойная кислота в количестве 15 мг, сорбиновая кислота 0,7 мг, щавелевая кислота 50 мг, лимонная кислота 30 мг, яблочная кислота 3 мг (рис. 2).

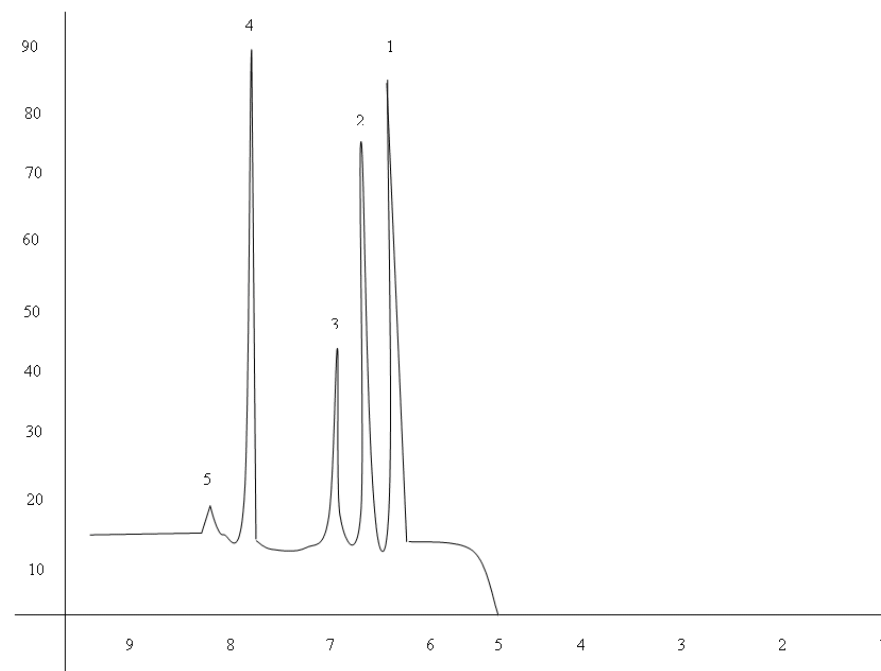


Рисунок 2. Органические кислоты в составе безалкогольных напитков «Sibur»Apelsin
1 - щавелевая кислота; 2 - лимонная кислота; 3 - яблочная кислота;
4 - бензойная кислота; 5 - сорбиновая кислота

А в составе напитка «Slake» зеленого цвета количество бензойной кислоты составило 18 мг, сорбиновой кислоты 0,6 мг, щавелевой кислоты 50 мг, лимонной кислоты 20 мг, яблочной кислоты 2 мг (рис. 3).

Таким образом, при анализе методом ионэксклюзионной хроматографии состава безалкогольных напитков «Sibur» Apelsin и «Slake», производимых в Узбекистане, из карбоновых кислот установлено количество бензойной кислоты 15-18 мг/л, сорбиновой кислоты 0,6-0,7

мг/л, щавелевой кислоты 50 мг/л, лимонной кислоты 20-30 мг/л, яблочной и молочной кислоты 1-2 мг/л.

Необходимо указать, что органические кислоты в составе безалкогольных напитков, в том числе в натуральных соках и винах, придают специфический вкус и аромат продукции. Однако количество бензойной кислоты C_6H_5COOH свыше 0,1% вредно для организма человека.

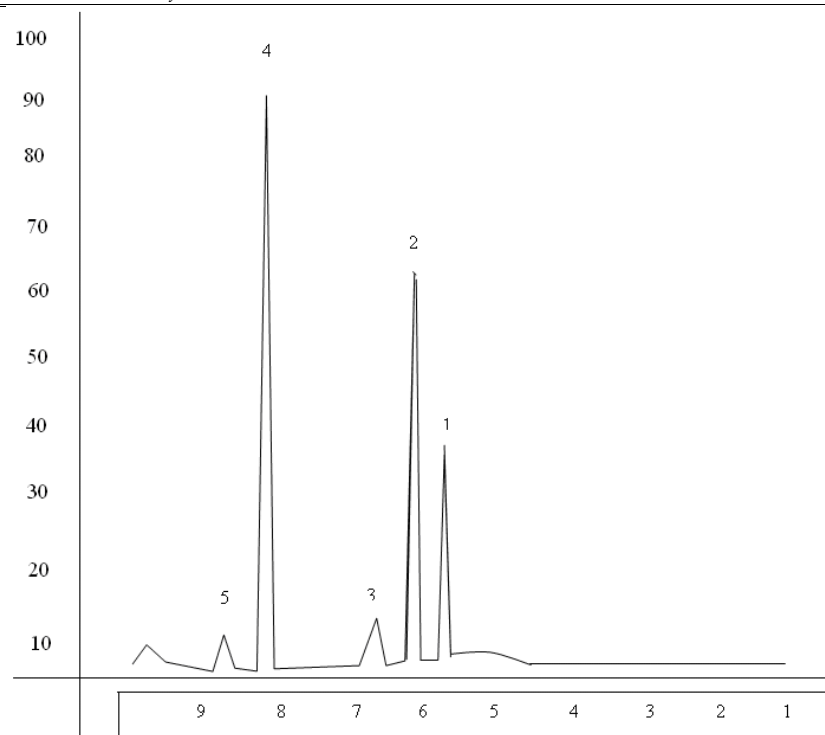


Рисунок 3. Органические кислоты в составе безалкогольных напитков «Slake»:

1 - щавелевая кислота, 2 - лимонная кислота,
3 - яблочная кислота, 4 - бензойная кислота,
5 - сорбиновая кислота.

Салициловая кислота $C_6H_4OH-COOH$ в 1 литре сока встречается от 0,001 г до 0,03 г и для организма довольно опасна. Если в напитках, особенно в винах и соках, количество летучих кислот (муравьиная и уксусная кислоты) превышает 0,2 %, нарушается качество продукции и появляется острый кислый вкус.

Следовательно, в результате анализа карбоновых кислот в составе пищевых продуктов можно с большой точностью контролировать изменения, происходящие во время их переработки и хранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Классификация и сертификация товаров на основе их химического состава, а также таможенные платежи.: учебник / И.Р. Аскаров [и др.]. - Т.: Из-во «ДИТАФ», 2003. – 147 с.

2. Оптимизация условий определения синтетических красителей в пищевых продуктах методом ВЭЖХ.: Киселева М.Г., Пименова В.В., Эллер К.И. // Аналитическая химия. -2003. - №7. – С.766-772.

3. Определение органических кислот с использованием ионоэкслюзионной хроматографии. Автореф. дисс... к.х.н. / А.Л. Медведь. – М.: МГУ. - 1996. – 25 с.

Павленко В. И., д-р техн. наук, проф.,
Едаменко О. Д., канд. техн. наук, доц.,
Ястребинский Р. Н., канд. физ.-мат. наук, доц.,
Тарасов Д. Г., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАДИАЦИОННО-ЗАЩИТНЫЙ МЕТАЛЛООЛИГОМЕРНЫЙ НАПОЛНИТЕЛЬ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ

kafnx@intbel.ru

Исследован комбинированный способ синтеза высокодисперсных металлоолигомерных порошков путем химического соосаждения растворов висмута в полярном апротонном растворителе посредством золь-гель процесса, протекающего с участием кремнийорганических (алкилсиликатов) олигомеров. Насыпная плотность полученного радиационно-защитного полиалкилсиликоната висмута (ПЭСВ) составляет 2150 кг/м^3 , размеры глобул 0,15–0,30 мкм, молекулярная масса 7344.

Ключевые слова: золь-гель метод, металлоолигомер, полиалкилсиликонат висмута, радиационно-защитный наполнитель.

Использование металлических порошков в качестве наполнителей полимеров обуславливается возможностью получения композиционных материалов с заранее заданными свойствами. Однако при переработке металлонаполненных полимерных композитов традиционными методами возникают определенные трудности, связанные с неоднородностью готовых композитов ввиду значительного разброса плотности полимера и металла.

В связи с этим актуальным является создание высокодисперсных гидрофобных металлонаполнителей, совместимых с полимерами с целью создания высокоэффективных однородных радиационно-защитных полимерных композитов с заданными свойствами.

Получение высокодисперсных порошков осуществляют разными способами: гидролизом элементоорганических соединений, химическим осаждением, электрохимическим окислением металлов, осаждением паров оксидов, криохимическим способом, восстановление гидроксидов и оксидов в плазменном потоке, с помощью золь-гель процессов, и др. [1].

В работе исследован комбинированный способ синтеза высокодисперсных металлоолигомерных порошков путем химического соосаждения растворов висмута в полярном апротонном растворителе посредством золь-гель процесса, протекающего с участием кремнийорганических (алкилсиликатов) олигомеров.

Для синтеза металлоолигомера выбран водноспиртовой раствор этилсиликоната натрия ($\text{RSi}(\text{OH})_2\text{ONa}$, где $\text{R}=\text{C}_2\text{H}_5$) и раствор пятиводного нитрата висмута в ацетоне. Этилсиликонат натрия состоит из мономерных и димерных молекул [2]. Реакция взаимодействия этилсиликоната натрия с ионами висмута в растворе полярного растворителя протекает по механизму замещения ионов натрия в силанольной группе (Si-ONa) алкилсиликоната натрия на ион висмута. На это указывает отсутствие в ИК-спектре полосы поглощения ($\nu_{\text{Si-ONa}}$) в синтезированном полиалкилсиликонате висмута при 965 см^{-1} [3], характерной для полиалкилсиликоната натрия (рис. 1).

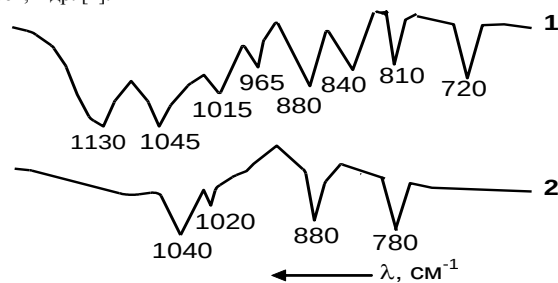
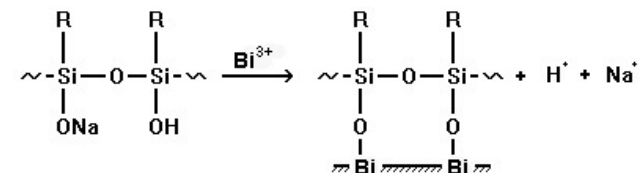


Рисунок 1. Фрагменты ИК-спектров:
1 – полиалкилсиликонат натрия; 2 – полиалкилсиликонат висмута

Активные частицы висмута могут взаимодействовать с протонизированными атомами водорода в концевых силанольных группах ал-

килсиликоната натрия с образованием химических связей (Si-O-Bi) по формуле:



Согласно данным [4], в аморфных линейных полимерах и олигомерах молекулярные цепочки располагаются приблизительно параллельно друг другу и величина межплоскостного расстояния d , соответствующая положению аморфного гало на рентгеновских дифрактограммах РФА, характеризует среднее расстояние между соседними полимерными цепями. Для полиалкилсиликатов натрия максимум аморфного гало зафиксирован при $d=4.1\text{--}5.2 \text{ Å}$.

Рентгеноструктурный анализ полиэтилсиликоната висмута (ПЭСВ) указывает на аморфно-кристаллический характер металлополимера

со средней величиной аморфного гало, равного около 3 Å , что свидетельствует об уплотнении структуры полимерных металлоолигомерных молекулярных цепочек (рис. 2).

На дифрактограммах РФА ПЭСВ зафиксированы рефлексы при 2,749; 2,688; 1,748; 1,669 Å , которые, согласно [5, 6] близки к (Si-O-Bi) группировкам слоистого типа металлосилоканов. Однако определение состава минеральных фаз ПЭСВ методом РФА затруднено.

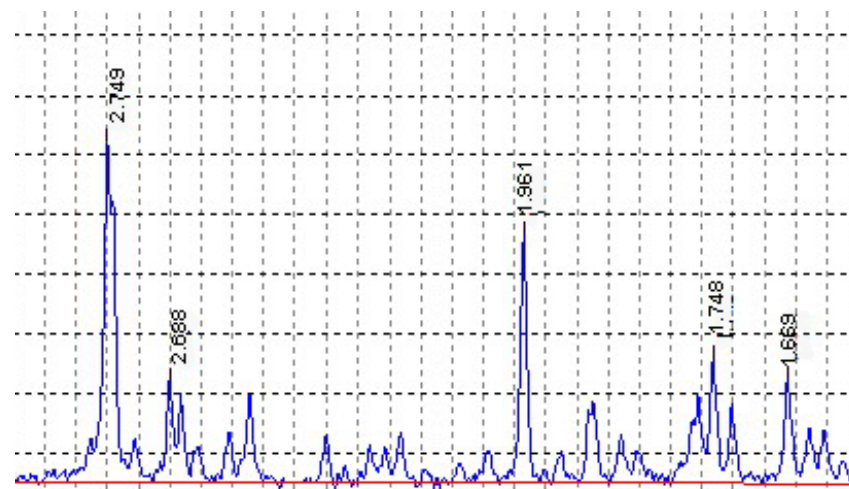


Рисунок 2. Фрагмент спектра рентгеноструктурного анализа ПЭСВ

Указанные рефлексы нельзя отнести ни к полимерной фазе, ни к кристаллической решетке оксидов и гидроксида висмута, ни к известным соединениям силикатов висмута и натрия. Возникновение этих отражений можно интерпретировать как образование новой фазы – органосилоканата висмута. В пользу этого суждения указывает факт усиления интенсивности этих

рефлексов при увеличении концентрации висмута в ПЭСВ.

На рис. 3 представлены термограммы полиалкилсиликоната натрия (ПАСН) и полиалкилсиликоната висмута (ПАСВ). Эндотермические эффекты при 463 К (ПАСН) и 490 и 523 К (ПАСВ) соответствуют процессам дегидратации компонентов, на что указывает наличие потери

массы при 523 К: для ПАСВ (0,9 %) и 1,7 % для ПАСН.

На повышенную термостабильность полиалкилсилоксаната висмута по сравнению с полиалкилсиликатом натрия, указывает и положение экзотермических эффектов на кривых ДТА (рис. 3), соответствующие [4–6] разрыву связей Si-R в олигомерах. Так, для ПАСН зафиксирован экзотермический эффект при 613 К, а для ПАСВ – при

620 и 670 К, т.е. положение экзотермического эффекта для полиалкилсилоксаната висмута смещается в высокотемпературную область на 57°. Термогравиметрическое исследование показало, что значительная потеря массы ПАСН начинается при 573 К, а металлоолигомера – при 530–580 К (температурный интервал окисления).

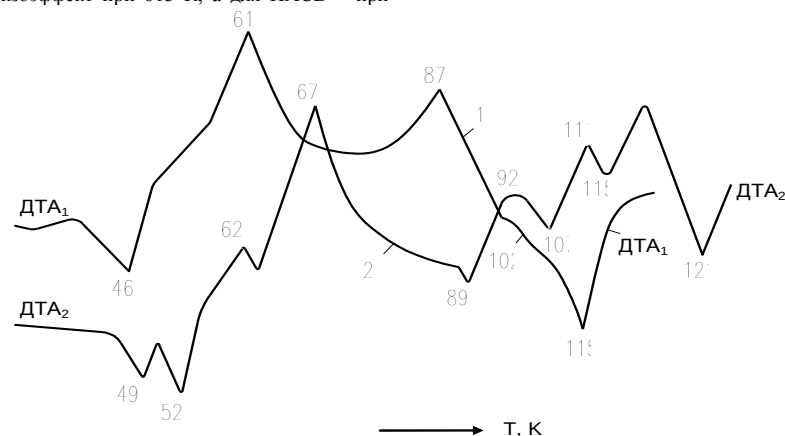


Рисунок 3. Термограммы:
1 - полиалкилсиликат натрия; 2 - полиалкилсиликат висмута

Повышенная термическая устойчивость органосилоксана при введении в силоксановую цепь висмута может быть связана с тем, что катионы акцепторного типа (в том числе и висмута) обладают повышенным сродством к электрону. В этом случае электронная плотность с анионного кислорода смещается преимущественно не на 3d-орбитали кремния, а на вакантные d-орбитали катиона-акцептора (висмута). Такое перераспределение электронной плотности обуславливает повышение ионности силоксановой связи (Si-O), что в конечном итоге приводит к повышению термостабильности органосилоксана.

На процесс сшивания олигомера, который интенсифицируется в присутствии висмута, указывает тот факт, что металлоолигомеры теряют растворимость в воде и органических средах (этиловый спирт, бензол, гексан и др.).

Краевой угол смачивания ПЭСВ составляет 120°, что свидетельствует о достаточно высоких гидрофобных свойствах полученного в процессе термообработки (423–453 К) полиалкилсилоксаната висмута [7].

Электронно-микроскопическое исследование отвержденных пленок ПЭСВ свидетельствует о глобулярной структуре их с взаимно переплетающимися тяжами (рис. 4). Согласно [8], глобулярная структура полимеров представляет собой агрегаты полимерных молекул. Анализ фотографии микроstructures (рис. 4) синтезированного ПЭСВ показывает, что размеры глобул составляют 0,15–0,30 мкм. Столь большие размеры указывают на то, что каждая глобула, по-видимому, является агрегатом сшитых олигомерных молекул с включением в них карбоната натрия и, возможно, оксида висмута, т.к. длина даже вытянутой молекулы ПЭСВ с максимальной степенью полимеризации, равной $n=26$, составляет около 0,008 мкм, что в 35 раз меньше найденных максимальных размеров глобул. Повышение температуры термообработки алкилсиликатов висмута от 473 К до 573 К (время обработки 0,5 час.) приводит к тому, что размеры глобул возрастают до 0,8–1,2 мкм. По-видимому, это обусловлено сращиванием отдельных глобул в кристаллиты путем силоксанового структурирования олигомера по месту отщепления органических радикалов от атомов кремния.

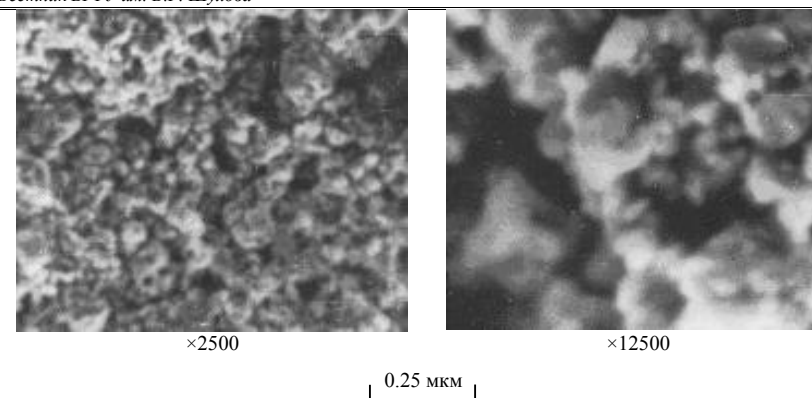


Рисунок 4. Электронные фотографии микроstructures полиэтилсилоксаната висмута

Элементарный состав и молекулярная масса синтезированного металлоолигомера приведены в табл. 1. Насыпная плотность ПЭСВ со-

ставляет 2150 кг/м³, а максимальная плотность при уплотнении достигает 5750 кг/м³.

Таблица 1

Элементарный состав и молекулярная масса ($\bar{M}$) олигомерного порошка ПЭСВ

Олигомер	Атомный состав, % мас.					$\bar{M}$
	Si	Bi	O	H	C	
ПЭСВ	9,15	70,70	13,07	1,23	5,84	7344

Таким образом, достигнута возможность синтеза высокодисперсных гидрофобных металлоорганосилоксановых порошков, в силоксановой цепи которых содержится химически связанный висмут с высокой концентрацией атомов висмута в олигомерном объеме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Морохов, И.Д. Ультрасупердисперсные металлические среды [Текст] / И.Д. Морохов, Л.И. Трусов – М.: Атомиздат, 1977. – 264 с.
2. Соболевский, М.В. Свойства и области применения кремнийорганических продуктов [Текст] / М.В. Соболевский. – М.: Химия, 1975. – 320 с.
3. Чумаевский, И.А. Колебательные спектры элементоорганических соединений IV и V групп [Текст] / И.А. Чумаевский. – М.: Наука,

1981. – 128 с.

4. Липатов, Ю.С. Физико-химия наполненных полимеров [Текст] / Ю.С. Липатов. – М.: Химия, 1977. – 303 с.

5. Миркин, Л.И. Рентгеноструктурный анализ: справочное руководство [Текст] / Л.И. Миркин – М.: Физматгиз, 1961. – 489 с.

6. Михеев, В.И. Рентгенографический определитель минералов [Текст] / В.И. Михеев – М.: Геология, 1987. – 487 с.

7. Паус, К.Ф. Гидрофобизация мела алкилсиликатом натрия / К.Ф. Паус, В.И. Павленко, И.Е. Ильичев [Текст] // Физико-химия строительных материалов / Межвуз. сб. тр. – М.: МИ-СИ, 1988. – №29. – С. 15–19.

8. Соколов, Н.Н. Химия и практическое применение кремнийорганических соединений [Текст] / Н.Н. Соколов – Л.: ЦБТИ, 1988. – 145 с.

**Бондаренко Н. И., соискатель,
Бессмертный В. С., д-р. тех. наук, проф.,
Стадничук В. И., канд. тех. наук, доц.,
Вдовина С. Ю., соискатель**

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

ПОЛУЧЕНИЕ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ БЕТОНА МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

bondarenko -71@mail.ru

В статье рассмотрены особенности получения защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона методом плазменного напыления. Исследованы основные функциональные показатели защитно-декоративных покрытий.

Ключевые слова: изделия из бетона, защитно-декоративные покрытия, плазменное напыление, прочность сцепления.

Решение национальной программы «Доступное жильё» требует, с одной стороны увеличения выпуска строительных материалов, а с другой – повышения их качества, в частности эстетико-потребительских свойств.

Изделия из тяжёлого и лёгкого бетона и железобетона являются одними из самых востребованных и распространённых строительных материалов в России. С целью повышения архитектурно-художественных достоинств на изделия из бетона наносят различные отделочные материалы, которые существенно удорожают конечную продукцию. К таким материалам относят полимерцементные и гипсополимерцементные пасты, декоративные покрытия из пастовых составов с присыпкой дроблёным материалом, отделочные покрытия на основе вододисперсионных красок, кремнийорганические покрытия, покрытия на основе кремнийорганических эмалей и др. [1].

Однако данные покрытия являются недолговечными и существенно удорожают себестоимость изделий.

Получение защитно-декоративных покрытий на основе глазурей, металлов и сплавов является перспективным направлением повышения эстетико-потребительских свойств изделий из бетона [2,3]. С этой целью используют различные методы термической обработки лицевой поверхности изделий из бетонов. Так, для глазурования на бетон наносят дополнительный защитный слой с последующим его оплавлением экранной печью до 800-9000С [4]. Открытое пламя газовой горелки используют для расплавления предварительно нанесённого на поверхность панели слоя глазурного шликера [5].

Наиболее перспективным является использование низкотемпературной плазмы для оплавления лицевой поверхности изделий из бетона и напыление на его лицевую поверхность эмалей,

глазурей, стёкол, металлов и сплавов, оксидов металлов, а также различных отходов горнорудной промышленности. Методом плазменного напыления наносили цветные металлы, глазури, оксиды металлов на лицевую поверхность бетонов с защитным керамзитовым слоем толщиной 4-5 мм, полученную при формировании «лицом вниз» [6].

Известен способ изготовления декоративных бетонных изделий путём оплавления лицевой поверхности плазменным факелом с последующей тепловлажностной обработкой и твердением в течение 28 суток [7].

Недостатком данных способов является низкая прочность сцепления покрытия с подложкой за счёт частичной дегидратации и разупрочнения лицевой поверхности изделий из бетона.

Целью исследования является разработка энергосберегающей технологии получения защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона.

Для металлизации, глазурования и оплавления изделий из бетона использовали универсальную плазменную установку УПУ-8М. Параметры работы плазмотрона были следующие: рабочее напряжение 30-32В, ток 300-400А. Плазмообразующим газом был аргон, расход которого составлял 25-30 л/мин при давлении 0,26 МПа. Расстояние от среза плазменной горелки до лицевой поверхности изделий из бетона составляло 210-220 мм. Скорость прохождения плазменной горелки по лицевой поверхности составляла 20 мм/с. Расход воды на охлаждение 10-12 л/мин.

Для металлизации использовали проволоку из алюминия и меди диаметром соответственно 2,5 мм и 1,5 мм, которую в автоматическом режиме подавали в плазменную горелку. Порошок тонкомолотого боя цветных и бесцветных стё-

кол вводили в сопло плазменной горелки порошковым питателем. Химический состав стё-

кол представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав стёкол, используемых для глазурования изделий из бетона

Стекло	Массовое содержание, %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃	F	B ₂ O ₃
Сортовое зелёное, окрашенное хромом*	72,2		6,8	15,0	2,0	0,5	0,05	-	1
Сортовое синее, окрашенное кобальтом**	68,6	6,3	9,3	14,8	1,0		0,05	-	-
Оконное	71,8-72,4	1,8-2,2	6,4-6,8	14,5-14,9	14,5-14,9	0,3-0,4	0,2	-	-
Витринное неполированное	71,6	0,5	7,9	15,2	15,2	0,4	0,5	-	-
Сортовое молочное	66,6	6,3	6,3	14,8	1,0	0,5	0,10	5,0	-

*-содержание Cr₂O₃ -0,5%

** - содержание CoO – 0,002%

В ранее известных работах при плазменной обработке бетона за счёт высоких температур напыляемого материала происходила дегидратация поверхностного слоя бетона, что снижало прочность сцепления покрытия с основой. С целью предотвращения дегидратации нами разработан специальный жаростойкий состав на основе глинозёмистого цемента при формировании «лицом вверх».

Технологическая схема глазурования и металлизации изделий из бетона предусматривает следующие основные операции:

- приготовление смеси промежуточного слоя;
- нанесение смеси промежуточного слоя на лицевую поверхность из бетона;
- естественная сушка промежуточного слоя на изделии (в виде пасты);
- плазменное напыление металла или молотого порошка.

Технологические параметры и свойства защитно-декоративных покрытий представлены в таблице 2.

Таблица 2

Технологические параметры и свойства защитно-декоративных покрытий

Наименование показателей	Металлизация алюминием	Металлизация медью	Глазурование
Параметры напыления			
Скорость оплавления, мм/сек	20	20	10
Мощность, кВт	9	9	12
Расход плазмообразующего газа аргона, л/мин	25	25	30
Толщина покрытия, мкм	200	200	100
Прочность сцепления покрытия с основой, МПа	0,42	0,61	2,42

В процессе металлизации бетона алюминием образовалось блестящее, острошероховатое покрытие с высоким коэффициентом диффузного отражения. Методом «пятна» определим, что покрытие является беспористым. В этой связи можно констатировать, что покрытие из алюминия обладает не только декоративным, но и защитными свойствами. Прочность сцепления покрытия с основой определяли на разрывной машине R-0,5[8]. Эксперименты показали, что прочность сцепления покрытия на основе алюминия составила 0,42 МПа при толщине 200 мкм.

Аналогичным защитно-декоративным свойствами обладало покрытие на основе меди. Однако, прочность сцепления данного покрытия с основой составляло 0,61 МПа при толщине 200 мкм.

Нами проведены исследования по влиянию толщины покрытия на его прочность сцепления с основой. Как известно, с увеличением толщины покрытия прочность сцепления его с основой снижается. Аналогичная закономерность нами установлена при исследовании прочности сцепления алюминиевого и медного покрытия с основой. Так, при толщине 400 мкм прочность сцепления алюминиевого и медного покрытия составила соответственно 0,22 и 0,34 МПа. Это связано с накоплением внутренних напряжений и различными значениями термического коэффициента линейного расширения металлов и бетона. Полученные защитно-декоративные покрытия существенно повышают эстетично-потребительские свойства изделий из бетона. Разработанная технология рекомендуется к широкому промышленному внедрению.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Громов Ю. Е. Индустриальная отделка фасадов здания [Текст] / Ю. Е. Громов // М.: Стройиздат - 1980. – 67с.
2. Федосов С. В. Плазменная металлизация бетонов [Текст]: Монография / С. В. Федосов, М. В. Акулова.- М.: Изд-во АСВ, 2003. – 120 с.
3. Федосов С. В. Глазурование безобжиговых строительных материалов и изделий [Текст] / С. В. Федосов, Ю. А. Щепочкина // Строительные материалы, оборудование, технологии XX века. - 2003. - № 9.- С. 52-53.
4. Гердвис И. А. Заводские параметры глазурования строительных конструкций [Текст] / И.А. Гердвис // Труды ГОСНИИстройкерамика / М.: Стройиздат, Москва, 1973.-Вып. 38.- С. 112-115.
5. Холопова Л. И. Декоративный искусственный камень и его применение в строительстве [Текст] / Л. И. Холопова. - Л.: Стройиздат, 1976. –176 с.
6. Декоративная обработка поверхности строительных материалов плазменным способом [Текст] / В. П. Крохин [и др.] // Химическая технология строительных материалов: сб. трудов / М.: МИСИ, БТИСМ, 1980. –125-129с.
7. А. с. 1705 090 СССР МКП³ В28В 11/00. Способ изготовления декоративных бетонных изделий [Текст] / В.С. Бессмертный, А. П. Ходыкин, Н. М. Бурлаков, В. М. Травкин, В. П. Крохин. - № 4685425/33; заявл. 03.05.91; опубл. 15.01.92, Бюл. № 2. – 3 с.
8. Демиденко Л. М. Высокоогнеупорные композиционные покрытия [Текст] / Л. М. Демиденко // М.: Металлургия - 1979. – С. 213.

Везенцев А. И., д-р техн. наук, проф.,
Макридина О. И., аспирант

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

СЕДИМЕНТАЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ИНГРЕДИЕНТОВ НЕОТВЕРЖДЕННОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ НАНОКЛАСТЕРОВ АМОРФНЫХ ГИДРОСИЛИКАТОВ КАЛИЯ*

olgamakridina@mail.ru

При выборе оборудования в технологии производства композиционного материала обязательно учитываются дисперсионные характеристики компонентов. В связи с этим возникает необходимость экспериментального количественного определения размера частиц и специфической площади поверхности отдельных ингредиентов системы. В представленной работе проведено исследование распределения по размерам микрочастиц твердофазовых компонентов композиционного материала на основе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия.

Ключевые слова: седиментация, композиционные материалы, нанокластеры, аморфные гидросиликаты калия.

Технологические показатели композиционных материалов защитно-декоративного назначения влияют на качество получаемых покрытий и определяют их надежность в эксплуатации. Одним из основных технологических параметров при производстве композиционных материалов является дисперсность, от которой зависит скорость осаждения частиц активных и инертных наполнителей, а следовательно и продолжительность существования неотвержденного композиционного материала в однородном (жизнеспособном) состоянии. В основе технологии производства композиционных материалов защитно-декоративного назначения лежат коллоидно-химические процессы взаимодействия диспергированных компонентов с пленкообразующим системой. При выборе оборудования в технологии производства обязательно учитываются дисперсионные характеристики компонентов композиционного материала. При измельчении веществ не только возрастает реакционно-активная поверхность фаз, но и изменяются многие свойства их: возрастает растворимость, снижаются температуры фазовых переходов, повышается реакционная способность веществ и т.д. В связи с этим возникает необходимость экспериментального определения количественного размера частиц и специфической площади поверхности отдельных ингредиентов системы.

Правильный подбор компонентов композиционного материала невозможен без знания их основных физико-химических свойств, а также поведения при диспергировании [1]. Твердофазовые компоненты неотвержденной композиции состоят из частиц различных размеров, причем содержание частиц разных размеров неодинаково.

Определение размеров частиц дисперсной фазы и построение кривых распределения частиц по размерам составляют суть дисперсионного анализа [2].

Форма частиц наполнителя композиционного материала определяется химической природой, структурой и условиями, в которых компоненты изготавливаются и эксплуатируются. Размер частиц является ключевым фактором, влияющим на выбор технологического оборудования для диспергации компонентов [3] и влияет на основные свойства композиционных материалов защитно-декоративного назначения: укрывистость, интенсивность окраски и др.

В представленной работе проведено исследование распределения по размерам микрочастиц твердофазовых компонентов композиционного материала на основе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия.

В состав разработанного нами композиционного материала защитно-декоративного назначения, кроме нанокластеров аморфных гидросиликатов калия [4] входят следующие ингредиенты: оксид цинка, оксид железа (III), микроаморф, высокодисперсный перлит, белая сажа (силика).

Анализ проведен в Центре коллективного пользования научным оборудованием БелГУ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» с помощью лазерного дифракционного анализатора размера частиц «Analysette 22 NanoTес». Аналогичный анализ был проведен на кафедре общей химии БелГУ на лазерном анализаторе Microtrac FLEX Nanotrac. Получили полную сходимость результатов.

Параметры измерения:

Тип измерения по методу Фраунгофера;

Диапазон измерения 0,1 [мкм] – 1021,87 [мкм]; Продолжительность измерения 50 (ска-
 Разрешение 102 канала (20/385 мм); нов).
 Абсорбция 13,00 масс.%; В результате измерения получены кривые
 распределения частиц по размерам (рис. 1 – 6).

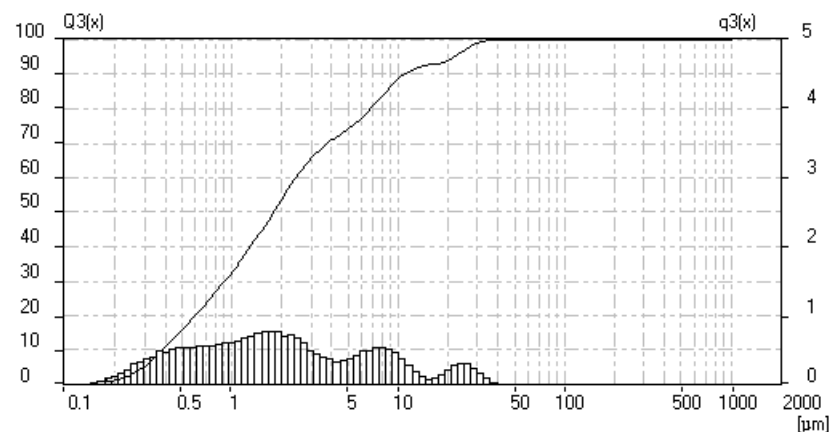


Рисунок 1. Распределение по размерам микрочастиц образца «Оксид железа (III)».

Интегральная кривая и гистограмма: интегральная кривая в координатах $Q3(x)=f(\mu\text{м})$ (левая шкала) – каждая точка на кривой указывает, сколько % образца имеет размер частиц меньше либо равно данному. Гистограмма в координатах $q3(x)=f(\mu\text{м})$ (правая шкала) – количество образца с данным размером частиц

Установлено, что средний размер частиц оксида железа (III) составляет 4,445 мкм, арифметическое значение – 4,531 мкм, специфическая площадь поверхности – 59239,45 $\text{см}^2/\text{см}^3$.

Результаты измерения размера частиц оксида цинка представлены на рисунке 2.

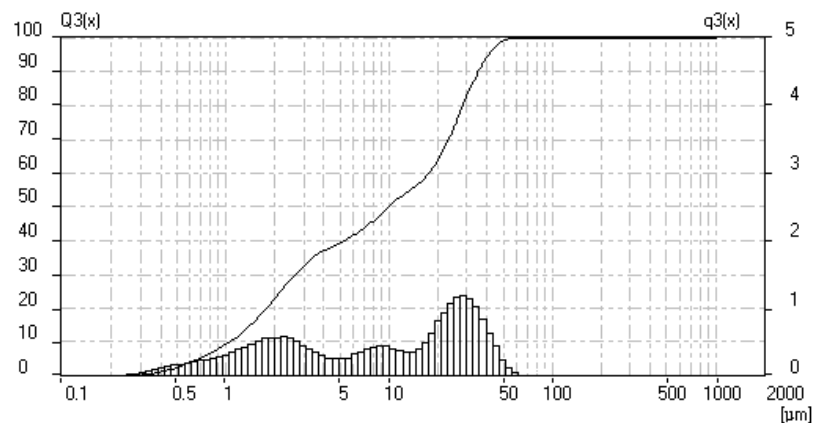


Рисунок 2. Распределение по размерам микрочастиц образца «Оксид цинка»

Установлено, что средний размер частиц оксида цинка составляет 14,88 мкм, арифметическое значение – 14,877 мкм, специфическая площадь поверхности – 20868,73 $\text{см}^2/\text{см}^3$.

Проведено определение распределения по размерам микрочастиц образца «Микрорамор». Результаты измерения размера частиц представлены на рисунке 3.

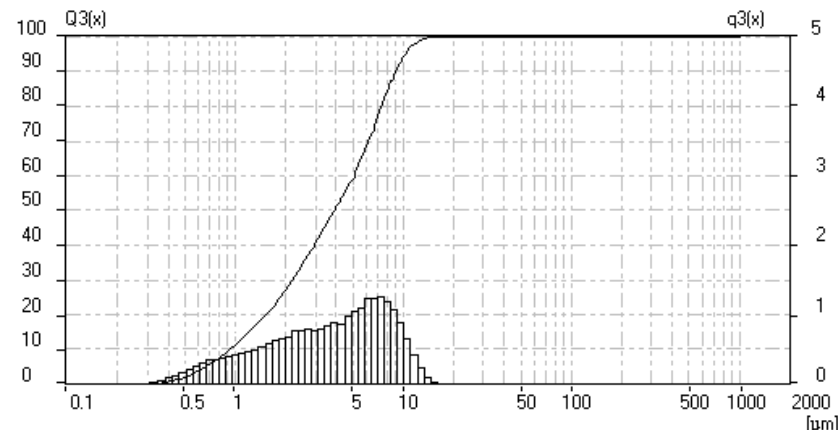


Рисунок 3. Распределение по размерам микрочастиц образца «Микрорамор»

Установлено, что средний размер частиц микрорамора составляет 4,53 мкм, арифметическое значение – 4,531 мкм, специфическая площадь поверхности – 26653,58 $\text{см}^2/\text{см}^3$.

Проведено определение распределения по размерам микрочастиц образца «Высокодисперсный перлит». Результаты измерения размера частиц представлены на рисунке 4.

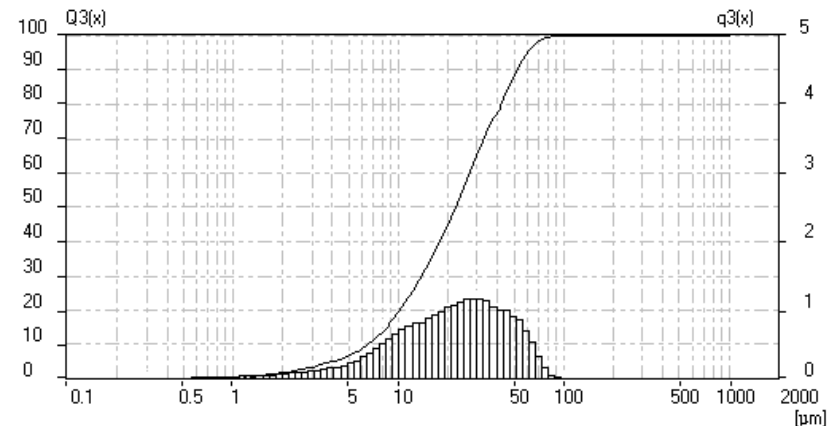


Рисунок 4. Распределение по размерам микрочастиц образца «Высокодисперсный перлит»

Установлено, что средний размер частиц высокодисперсного перлита составляет 26,06 мкм, арифметическое значение – 26,062 мкм, специфическая площадь поверхности – 4981,71 $\text{см}^2/\text{см}^3$.

Проведено определение распределения по размерам микрочастиц образца «Силика (белая сажа)». Результаты измерения размера частиц представлены на рисунке 5

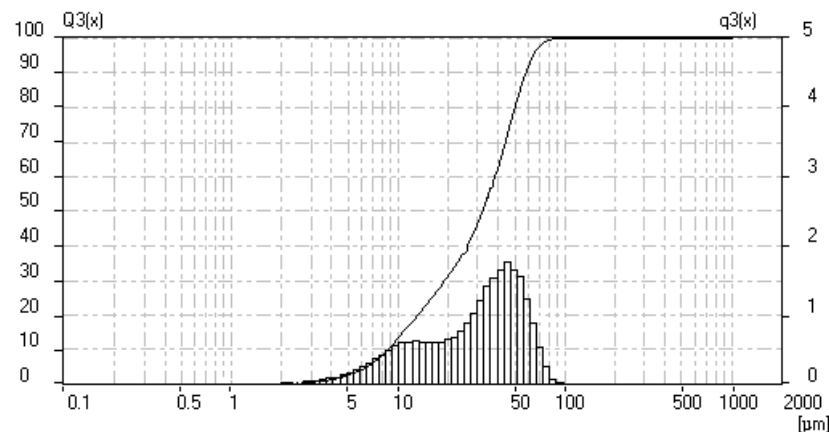


Рисунок 5. Распределение по размерам микрочастиц образца «Силика»

Установлено, что средний размер частиц образца «Силика» составляет 32,77 мкм, арифметическое значение – 32,767 мкм, специфическая площадь поверхности – 3155,32 см²/см³.

Проведено определение распределения по размерам микрочастиц образца «Пигментная

смесь». Результаты измерения размера частиц представлены на рисунке 6.

Установлено, что средний размер частиц пигментной смеси составляет 15,53 мкм, арифметическое значение – 15,53 мкм, специфическая площадь поверхности – 17653,48 см²/см³.

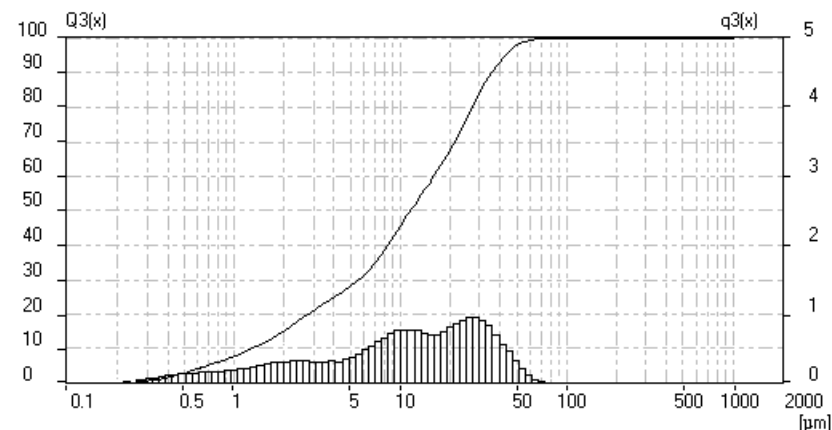


Рисунок 6. Распределение по размерам микрочастиц образца «Пигментная смесь».

В таблице 1 приведено обобщение полученных результатов распределения частиц по размерам исследованных материалов.

Определение скорости осаждения (седиментации) является методом измерения размера коллоидно-дисперсных частиц. Основываясь на том, что частицы разной массы осаждаются с различной скоростью, были проведены исследования изменения накопления осадка каждого из компонентов композиционного материала. В

результате проведенных экспериментальных исследований построены кривые осаждения каждого ингредиента композиционного материала защитно-декоративного назначения.

В качестве дисперсионной среды использовали коллоидные растворы нанокластеров аморфных гидросиликатов калия с одинаковой величиной силикатного модуля – 3,99, но с разной плотностью – 1,12 и 1,23 г/см³. Каждый из компонентов композиции (таблица 2) добавляли

в цилиндр и готовили суспензию, впоследствии определяли высоту столба осадка. Экспериментальные исследования проводили при комнатной температуре – 20 – 22°C. Вследствие оса-

ждения частиц со временем меняется высота столба осадка.

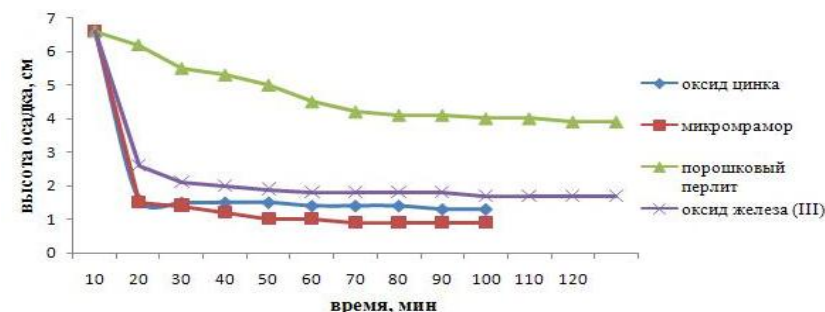
Таблица 1

Распределение частиц твердофазовых компонентов композиции защитно-декоративного назначения по размерам

Количество частиц от общего объема, %	Оксид железа (III), мкм	Оксид цинка, мкм	Микро мрамор, мкм	Высокодисперсный перлит, мкм	Силика (белая сажа), мкм	Пигментная смесь, мкм
D10 (10% от общего объема)	0,387	1,055	0,927	6,579	8,743	1,295
D50 (50% от общего объема)	1,775	9,885	3,908	22,222	32,382	11,474
D90 (90% от общего объема)	10,91	35,073	9,047	52,319	58,32	35,443

На первом этапе проведены исследования осаждения твердофазовых компонентов композиции защитно-декоративного назначения в коллоидном растворе нанокластеров аморфных

гидросиликатов калия плотностью 1,23 г/см³. Используя полученные результаты, построены кривые осаждения частиц суспензии (рисунок 7).

Рисунок 7. Кривые осаждения частиц композиции защитно-декоративного назначения в коллоидном растворе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия плотностью 1,23 г/см³

В результате проведенных исследований осаждения компонентов разработанного композиционного материала в коллоидном растворе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия плотностью 1,23 г/см³ выявлено, что первыми осаждаются частицы микро мрамора. Установлено, что их частицы, как и частицы оксида цинка осаждаются медленнее по сравнению с микро мрамором. Осаждение оксида железа (III) происходит с еще меньшей скоростью.

Вследствие того, что высокодисперсный перлит состоит из частиц размером 26,06 мкм и является высокопористым, наблюдали очень медленное осаждение его частиц.

Проведены исследования осаждения твердофазовых компонентов композиции защитно-декоративного назначения в коллоидном растворе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия с меньшей плотностью – 1,12 г/см³ (рисунок 8).

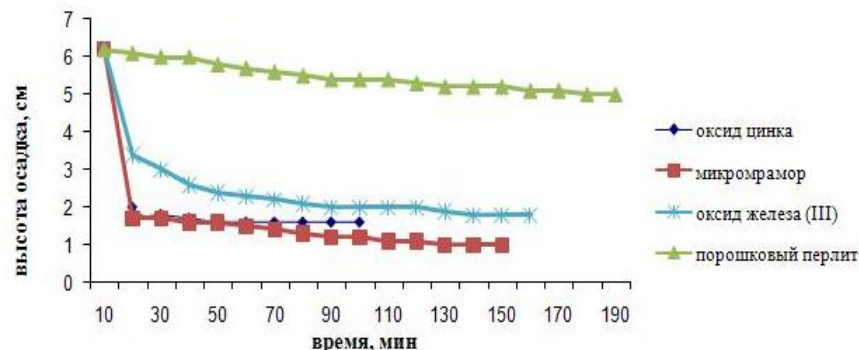


Рисунок 8. Кривые осаждения частиц композиции защитно-декоративного назначения в коллоидном растворе нанокластеров аморфных гидросиликатов калия плотностью 1,12 г/см³

Установлено, что с уменьшением плотности коллоидного раствора нанокластеров аморфных гидросиликатов калия увеличивается скорость осаждения твердофазовых компонентов. Осаждение частиц происходит аналогичным образом: первыми осаждаются частицы микропсаммора и оксида цинка, затем частицы оксида железа (III) и, наконец, высокодисперсного перлита.

Закключение. В результате проведенных исследований установлено, что средний размер частиц твердофазовых компонентов разработанного композиционного материала защитно-декоративного назначения колеблется от 4,44 до 32,77 мкм, средний размер частиц составляет 15,53 мкм, что соответствует требованиям к наполнителям композиционных материалов защитно-декоративного назначения.

Установлено, что с уменьшением плотности коллоидного раствора нанокластеров аморфных гидросиликатов калия увеличивается скорость осаждения твердофазовых компонентов, при этом первыми осаждаются частицы микропсаммора и оксида цинка, затем частицы оксида железа (III) и, наконец, порошкового перлита.

*Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 годы» по ГК № П305.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пигментирование лакокрасочных материалов: учебник [Текст] / Е.А. Индейкин, Л.Н. Лейбзон, И.А. Толмачев. – Л.: Химия, 1986. – 160 с.
2. Фролов Ю.Г. Поверхностные явления и дисперсные системы: учебник [Текст] / Ю.Г. Фролов. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 231 с.
3. Бельский Е.Ф. Химия и технология пигментов: учебник [Текст] / Е.Ф. Бельский, И.В. Рискин. – Л.: Химия, 1974. – 656 с.
4. Везенцев А.И. Гидротермальный синтез нанодисперсных аморфных силикатов щелочных металлов [Текст] / А.И. Везенцев, О.И.Макридина // Нанотехнологии. – 2009. – №1(2). – С. 28 – 32
5. Волков В.А. Коллоидная химия [Текст] / В.А. Волков // М.: МГУ им. А.Н. Косыгина, 2001. – 640 с.

ЭКОЛОГИЯ

Свергузова Ж. А., канд. техн. наук, доц.,
Киреев Ю. Н., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА ВОДООЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ КОМБИНАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

pe@intbel.ru

В статье изложены результаты исследований по разработке и утилизации сорбента на основе твердого кальцийсодержащего отхода сахарной промышленности. Отработанный материал рекомендуется использовать в качестве карбонатного компонента при производстве цементного клинкера. Цемент, полученный на основе данного отхода, по своим характеристикам соответствует цементу марок ЦЕМ I 32,5 Н и ЦЕМ I 42,5 Н.

Ключевые слова: сахарная промышленность, отход, сорбент, утилизация, строительные материалы, цемент, клинкер.

В промышленности строительных материалов используются природные ресурсы – известняк, мел, глина и др. В то же время в ходе многих технологических производств образуются отходы, которые в силу своих физико-химических свойств могут быть использованы взамен природных материалов. К одним из таких отходов относится осадок, образующийся при очистке модифицированным дефекатом сточных вод молокоперерабатывающих комбинатов.

Исходный дефекат образуется при производстве сахара в количестве 8-12% от веса перерабатываемой свеклы. В Белгородской области имеется 11 сахарных заводов, в результате работы которых ежегодно образуется до 200 тыс. тонн дефеката. Дефекат содержит ~75% CaCO₃, безазотистые, азотистые и пектиновые органические вещества, кальциевые соли органических кислот, сахар и минеральные вещества (табл. 1). Таким образом, дефекат является кальцийсодержащим отходом с примесью органических веществ.

В процессе нагревания дефеката при температуре 300-600 °С органические примеси выгорают, и частицы CaCO₃ покрываются тонким слоем сажи [1]. Это обстоятельство очень важно, так как частицы углерода, осевшие на поверхности CaCO₃, должны проявлять хорошие сорбционные свойства аналогично активированному углю. Исследования свойств термически модифицированного дефеката при взаимодействии с йодной водой и раствором метиленового голубого подтвердили высокие свойства полученного материала.

Были проведены исследования процесса очистки модельных растворов молочной сыворотки и эмульсии молочного жира с использованием модифицированного дефеката. В экспериментах была достигнута эффективность очистки 60% для молочной сыворотки и 76% для молочного жира при исходных концентрациях исследуемых веществ 200 и 500 мг/л соответственно.

Таблица 1
Состав дефеката, мас. %

№ п/п	Ингредиенты	Значения
1	Углекислый кальций	75,1
2	Пектиновые вещества	1,7
3	Безазотистые органические вещества	9,5
4	Азотистые органические вещества	5,9
5	Кальциевые соли органических кислот	2,8
6	Сахар	2,0
7	Прочие минеральные вещества	3,0

Таким образом, термически модифицированный дефекат является эффективным сорбентом в отношении типичных загрязнителей данных сточных вод. Полученный сорбент сопоставим по своим свойствам с традиционно используемыми активными углями, и обеспечивает высокую эффективность очистки [2].

Отработанный сорбент (осадок после водоочистки) представляет собой частицы CaCO₃, на поверхности которых кроме небольшого количества сажи содержатся жиры и органические вещества, извлеченные в процессе

водоочистки (рис. 1). Как видно, на рентгенограмме все отражения принадлежат кальциту CaCO_3 ($d = 3,86; 3,04; 2,85; 2,50; 2,28; 2,09; 1,91; 1,87 \text{ \AA}$).

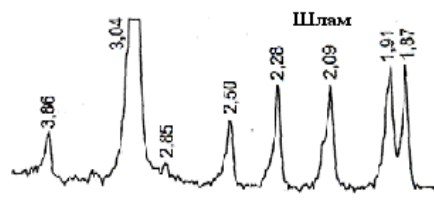


Рисунок 1. Рентгенограмма осадка водоочистки

В виду того, что основным компонентом сырьевой смеси для получения цементного клинкера является карбонат кальция CaCO_3 , были выполнены исследования по использованию осадка водоочистки сточных вод мо-

локоперерабатывающих комбинатов в качестве карбонатного компонента.

Сырьевая смесь для производства цементного клинкера оценивается модульными характеристиками: коэффициентом насыщения КН, силикатным p и глиноземистым r модулями. Наиболее распространенными на цементных заводах России являются: коэффициент насыщения $\text{КН} = 0,90 - 0,93$, силикатный модуль $p = 2,1 - 2,3$ и глиноземистый модуль $r = 1,1 - 1,3$.

В работе использовались осадок водоочистки, полученный из дефектата Дмитротарановского сахарного завода, глина, в качестве железосодержащего компонента – отвалный шлак Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК). Химический состав сырьевых исходных материалов представлен в табл. 2.

Таблица 2

Химический состав сырьевых материалов, %

Материал	ппп	Al_2O_3	CaO	SiO_2	Fe_2O_3	MgO	SO_3	R_2O	хлор	Сумма
Осадок	41,96	0,50	52,77	2,21	0,27	1,25	0,63	0,02	0,01	99,7
Глина	9,23	15,60	2,00	65,40	3,90	1,53	0,02	2,38	0,04	100
Шлак ОЭМК	10,43	3,39	38,00	18,22	18,00	8,91	0,10	0,01	0,06	97,12
Боксит	18,30	51,20	0,36	16,74	10,90	0,40	0,66	0,40	1,04	100

Как видно, осадок водоочистки содержит 52,77 % CaO и в небольшом количестве Al_2O_3 (0,5 %), SiO_2 (2,21 %), Fe_2O_3 (0,27 %), MgO (1,25 %), SO_3 (0,63 %). Содержание CaCO_3 составляет более 94%. В глине основным оксидом является кремнезем SiO_2 (65,4%), также глина содержит Al_2O_3 (15,6%), немного CaO , Fe_2O_3 , MgO , SO_3 и R_2O .

Шлак ОЭМК состоит в основном из CaO (38,0%), SiO_2 (18,22%), Fe_2O_3 (18,0%) и MgO (8,91%). Железистыми фазами в шлаке являются вюстит FeO ($d=2,14 \text{ \AA}$), гематит Fe_2O_3 ($d=2,67; 2,53 \text{ \AA}$). Шлак ОЭМК содержит гидросиликат кальция $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$ (3,26; 2,88; 2,81; 2,74; 2,53; 2,48; 2,42 и 2,24 $\text{ \AA}$), двухкальцевый силикат $\gamma\text{-C}_2\text{S}$ (3,01; 2,74; 2,72 и 2,32 $\text{ \AA}$), кальций-магнелиевые силикаты C_7MS_4 (2,74; 2,72; 2,67; 2,24; и 2,21 $\text{ \AA}$) и C_5MS_3 (2,88; 2,74; 2,72; 2,67 и 2,24 $\text{ \AA}$), мелилит $\text{C}_2(\text{A},\text{M})\text{S}_2$ (2,85; 2,40 и 2,32 $\text{ \AA}$) и даже периклаз MgO (2,10 $\text{ \AA}$) (рис. 2).

В виду того, что в глине отношение SiO_2 к Al_2O_3 составляет более 4, для получения оптимального химико-минералогического состава

ва клинкера необходимо использовать алюминатную добавку для повышения в сырьевой смеси содержания Al_2O_3 до 3,6 – 3,8%. В качестве алюминатной добавки использовали боксит с содержанием 51,2% Al_2O_3 .

Фазовый состав боксита представлен гиббситом $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (6,15; 4,87; 4,37; 3,58; 3,35; 2,46 и 2,35 $\text{ \AA}$), бемитом AlOOH (6,15; 3,17 и 2,35 $\text{ \AA}$) и каолинитом (7,19; 4,19; 3,58; 3,35; 2,38 и 2,35 $\text{ \AA}$).

Для исследований рассчитали и изготовили сырьевую смесь №1 с $\text{КН} = 0,92$ и глиноземистым модулем 1,3, силикатный модуль при этом составил 2,45. Компонентный и химический составы сырьевой смеси приведены в табл. 3. Сырьевая смесь с силикатным модулем 2,45 и содержанием $\text{Al}_2\text{O}_3 = 3,31 \%$ будет труднее обжигаться, поэтому рассчитали смесь №2 с добавкой отходов боксита. Это позволило повысить содержание Al_2O_3 до 3,59% и снизить силикатный модуль до оптимальной величины, равной 2, 3.

Таблица 3

Основные расчетные данные сырьевой смеси и цементного клинкера

Смесь	Компонентный состав сырьевых смесей, %										
	шлам водоочистки	глина	шлак ОЭМК	боксит	КН	модули					
№1	74,41	16,93	8,66	-	0,92	2,45	1,30				
№ 2	73,90	16,57	9,06	0,47	0,92	2,30	1,30				
Химический состав сырьевой смесей, %											
Смесь	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ Q ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	прочие	ппп		
№1	14,36	3,31	2,55	43,36	1,99	0,49	0,31	0,02	33,62		
№2	14,19	3,59	2,68	43,24	2,03	0,49	0,32	0,02	33,55		
Расчетный химический и минералогический составы клинкера, %											
Клинкер	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
№1	21,63	4,99	3,84	65,30	3,00	0,74	0,47	57,30	18,8	6,7	11,7
№ 2	21,35	5,42	4,04	65,06	3,05	0,74	0,49	56,50	18,6	7,5	12,3

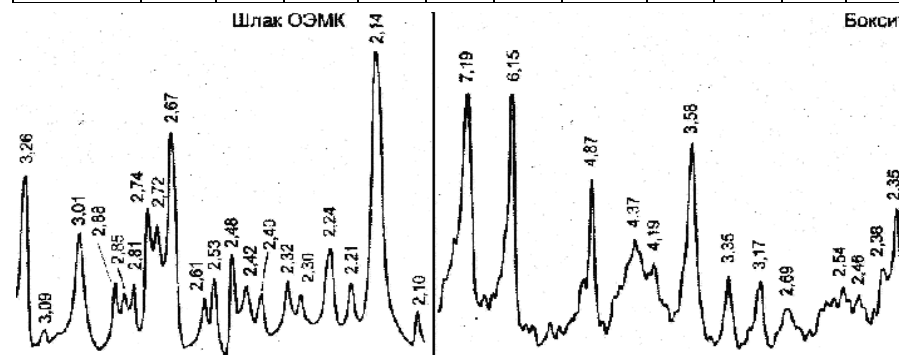


Рисунок 2. Рентгенограммы шлака ОЭМК и боксита

Обжиг цементного клинкера выполнялся в силитовой печи при температуре 1450°C с выдержкой 40 минут. Результаты рентгенофазового анализа показали (рис. 3), что структура клинкеров №1 и №2 не отличается от структуры рядового клинкера.

Несмотря на повышенное в шлаке ОЭМК количество MgO в клинкерах содержание MgO составит около 3%.

На рентгенограмме основные отражения принадлежат алиту C_3S ($d = 3,04; 2,98; 2,78; 2,76; 2,61; 2,32; 2,19; 1,94; 1,84; 1,77 \text{ \AA}$), присутствует белит C_2S ($d = 2,05; 1,98 \text{ \AA}$), C_3A ($d = 2,69 \text{ \AA}$) и C_4AF ($d = 2,65; 1,93 \text{ \AA}$).

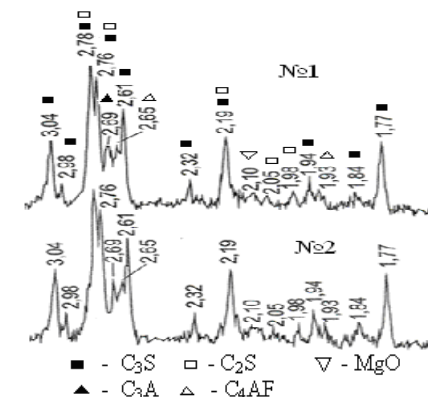


Рисунок 3. Рентгенограммы клинкера №1 и №2

Для определения прочности лабораторного цемента клинкера измельчили с 5 % гипса до удельной поверхности $300 \pm 10 \text{ м}^2/\text{кг}$. Затем по общепринятой методике заформовали малые образцы размером $1,41 \times 1,41 \times 1,41 \text{ см}$ из теста нормальной густоты состава 1:0. Образцы сутки твердели во влажных условиях в ванне с гидравлическим затвором, затем - в воде с температурой $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Для определения переводного коэффициента в малых образцах также заформовали промышленный цемент ЦЕМ I 42,5 Н с удельной поверхностью $290 \text{ м}^2/\text{кг}$ и прочностью в 28 суток 52,6 МПа.

Прочность лабораторного цемента, определенная в тесте в малых образцах, затем соотносилась с прочностью промышленного цемента, определенной в малых образцах и по ГОСТ 310.4 – 81. Результаты испытаний представлены в табл.4.

Таблица 4

Прочность лабораторного цемента, приведенная к результатам по ГОСТу, МПа

Прочность цемента в возрасте	№1	№2	ЦЕМ I 42,5 Н
3 суток	26,5	28,1	29,2
28 суток	40,5	50,3	52,6

Прочность промышленного цемента ПЦ ЦЕМ I 42,5 Н, определенная по ГОСТу, в возрасте 3 суток составила 29,2 МПа, а в 28 суток - 52,6 МПа. Как видно, прочность цемента № 1 на основе осадка водоочистки и глины в возрасте 3 суток составила 26,5 МПа, к 28

суткам - только 40,5 МПа. Определение прочности цемента № 2 показало, что дополнительное использование боксита позволило оптимизировать химико-минералогический состав клинкера и тем самым повысить прочность цемента в 3-е суток до 28,1 МПа и в 28 суток – до 50,3 МПа.

Таким образом, полученный осадок водоочистки сточных вод молокоперерабатывающих комбинатов можно утилизировать в качестве карбонатного компонента сырьевой смеси при производстве портландцементного клинкера. При использовании дефеката, глины и шлака, возможно получение цемента марки 400, при дополнительно использовании алюминатной добавки возможно получение цемента марки 500. Полученный цемент по своей структуре и прочностным характеристикам не отличается от традиционного цемента.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свергузова С.В. Использование отходов сахарного производства для очистки промышленных сточных вод [Текст] / С.В. Свергузова, Ж.А. Свергузова, А.М. Благадырева. // ВодаMagasine. - 2008., Июль - С. 24-27.
2. Свергузова, Ж.А. Очистка сточных вод углеродсодержащими материалами [Текст] / Ж.А. Свергузова // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: сб. докл. Междунар. науч.-практич. конф. Ч.5. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. - С. 187-189.

**Моржавин А. В., ст. преп.
Локтионова О. Г., д-р техн. наук, доц.
Юго-Западный государственный университет
Минко В.А., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова**

ВИБРАЦИОННЫЙ ФИЛЬТР С АВТОМАТИЧЕСКИМ УПРАВЛЕНИЕМ РЕЖИМАМИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ПЫЛИ

morzhavin1970@mail.ru

В статье представлено новое конструктивное решение вибрационного фильтра для очистки аспирационного воздуха от пыли. Для снижения гидравлического сопротивления фильтра применяются вибрационное воздействие на фильтровальное полотно и системы автоматического управления виброприводом фильтрующего элемента и приводом вентилятора. Предлагаемое устройство позволяет снизить энергозатраты на фильтрацию и одновременно повысить производительность.

Ключевые слова: вибрационный фильтр, гидравлическое сопротивление, энергозатраты.

Технологические процессы механической переработки сыпучих материалов (дробление, помол, грохочение, перегрузки и т.д.) сопровождаются интенсивным пылеобразованием. Основным способом борьбы с пылью для рассматриваемых технологических процессов является аспирация с последующей очисткой аспирационного воздуха в пылеуловителях [1].

Следует отметить довольно высокий интерес к рукавным фильтрам со стороны ведущих мировых фирм – производителей пылеочистного оборудования. Анализ изобретательской активности в области пылеулавливания показывает, что по числу патентов, выдаваемых в мире на аппараты газоочистки, рукавные фильтры занимают первое место (более 50%), опережая зернистые фильтры и электрофильтры. Большой интерес к таким аппаратам проявляют такие страны, как США, ФРГ, Япония и др.

На основании вышесказанного следует, что рукавные фильтры остаются перспективными для использования в технологических процессах механической переработки сыпучих материалов сопровождающихся интенсивным пылеобразованием и поэтому необходима концентрация усилий по разработке систем пылеочистки воздуха на их основе.

Сегодня в различных технологических процессах широко используются вибрационные методы интенсификации, позволяющие не только увеличивать производительность, но и уменьшать энергозатраты на их осуществление, кроме этого, вибрационное оборудование обычно позволяет легко автоматизировать этот или иной процесс. Находят применение вибрационные устройства и в процессах фильтрации. В предлагаемом фильтре для очистки воздуха от пыли (рис.1) высокая эффективность в условиях дли-

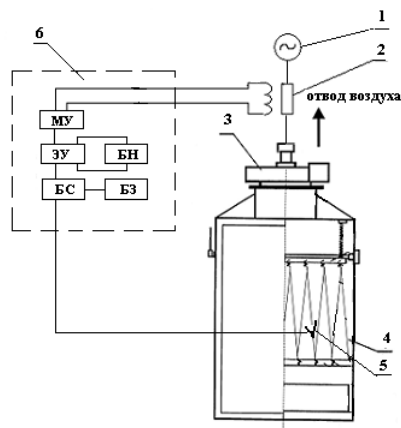
тельной эксплуатации обеспечивается поддержанием нормированного гидравлического сопротивления фильтрующего элемента, за счет использования автоматического регулирования режимов работы вентилятора и вибропривода фильтрующего элемента.

В зависимости от погодных-климатических условий, воздух, подаваемый на очистку от пыли, имеет разную температуру и, соответственно, плотность. В случае более низкой температуры очищаемого воздуха по сравнению с нормированной, определяемой заданной массовой производительностью, наблюдается перерасход энергии на привод 1 вентилятора 3. Для снижения энергозатрат фильтр оснащен регулятором скорости вращения 2 (в виде блока порошковых электромагнитных муфт).

За управление регулятором скорости вращения отвечает регулятор температуры 6, состоящим из блока сравнения БС, блока задания БЗ, электронного усилителя ЭУ, блока нелинейной обратной связи БН и магнитного усилителя МУ. Изменение температуры очищаемого воздуха фиксируется датчиком 5, установленным на фильтрующем элементе 4, и с него посылается сигнал на блок сравнения регулятора температуры. Сигнал от блока задания будет иметь меньшее значение, чем от датчика температуры, в результате чего на выходе блока сравнения появится сигнал отрицательной полярности. На вход электронного усилителя поступают сигналы с блоков сравнения и нелинейной обратной связи, где они вычитаются. Магнитный усилитель принимает сигнал с электронного усилителя, усиливает его по мощности, выпрямляет и посылает на регулятор скорости вращения. Отрицательная полярность сигнала от электронного усилителя вызывает уменьшение тока воз-

буждения на выходе магнитного усилителя, что вызывает снижение момента вращения привода

а



б

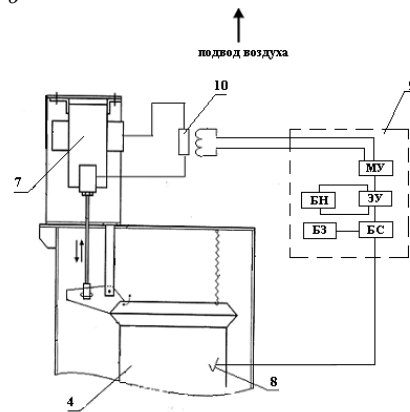


Рисунок 1. Вибрационный фильтр для очистки воздуха от пыли:

а - вид спереди; б - вид сбоку;

- 1 - привод вентилятора; 2 - регулятор скорости вращения; 3 - вентилятор;
4 - фильтровальное полотно; 5 - датчик температуры; 6 - регулятор температуры; 7 - вибропривод;
8 - датчик перепада давления; 9 - регулятор давления; 10 - регулятор скорости перемещения

Процесс перехода очищаемого аспирационного воздуха из зоны запыленного в зону очищенного обусловлен наличием перепада давления, из-за преодоления аэродинамического сопротивления фильтровального полотна, что регистрируется датчиком перепада давления 8, выполненным, например, в виде электрического дифференциального манометра. При длительной эксплуатации наблюдается залипание частиц пыли на фильтровальном полотне, что повышает энергозатраты на работу вентилятора, из-за возрастания аэродинамического сопротивления фильтрующего элемента. Между зонами запыленного и очищенного воздуха возрастает разность давлений и сигнал от датчика перепада давления поступает на блок сравнения регулятора давления 9. При этом сигнал блока задания превышает сигнал датчика перепада давления и на выходе блока сравнения появляется сигнал положительной полярности, который поступает на вход электронного усилителя, сюда же поступает и сигнал с блока нелинейной обратной связи, где они вычитаются. Сигнал с выхода электронного усилителя поступает на вход магнитного усилителя, где он усиливается по мощности, выпрямляется и поступает на регулятор скорости перемещения 10. Положительная полярность сигнала электронного усилителя вызывает увеличение тока возбуждения на выходе

вентилятора, т.е. достигается сокращение энергозатрат.

магнитного усилителя, тем самым увеличивая амплитуду колебаний вибропривода 7.

В случае уменьшения перепада давлений на фильтровальном полотне на выходе блока сравнения появится сигнал отрицательной полярности, т.е. происходит обратный процесс, приводящий к снижению амплитуды колебаний, и фильтр переходит в режим оптимальной очистки воздуха от пыли.

Материал, оседающий на фильтрующем элементе, представляет собой твердые частицы, поэтому его можно рассматривать как гранулированный грубодисперсный материал. Для получения дифференциальных уравнений течения такого материала используем гипотезу сплошности и применим методы механики сплошной среды [2, 3]:

$$\begin{cases} \frac{\partial \bar{V}}{\partial t} + (\bar{V} \cdot \nabla) \cdot \bar{V} = \frac{1}{\rho} \nabla \bar{P} + \bar{F}, \\ \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial t} + \nabla \cdot (\mathbf{v} \mathbf{V}) = 0, \\ \mathbf{P} = \mathbf{P}(\mathbf{v}; \mathbf{D}), \end{cases}$$

где, $\bar{V}$ – вектор скорости материала;
t – время;
 ρ – плотность материала;

$\bar{F}$ – вектор объемных сил (массовых);
 $\mathbf{v}$ – объемная концентрация материала;
 $\mathbf{P}$ – тензор напряжений материала;
 $\mathbf{D}$ – тензор скоростей деформаций материала

При построении реологического уравнения слой сыпучего материала на вибрирующем фильтровальном полотне рассматривается как вязкая жидкость, эффективная вязкость которой

определяется как для грубодисперсной системы [4].

Полученная система уравнений приводится к безразмерному виду, и ее решение производится методом крупных частиц [5].

Расчеты выполняются на плоской расчетной сетке, упрощенная схема процесса фильтрации представлена на рис. 2.

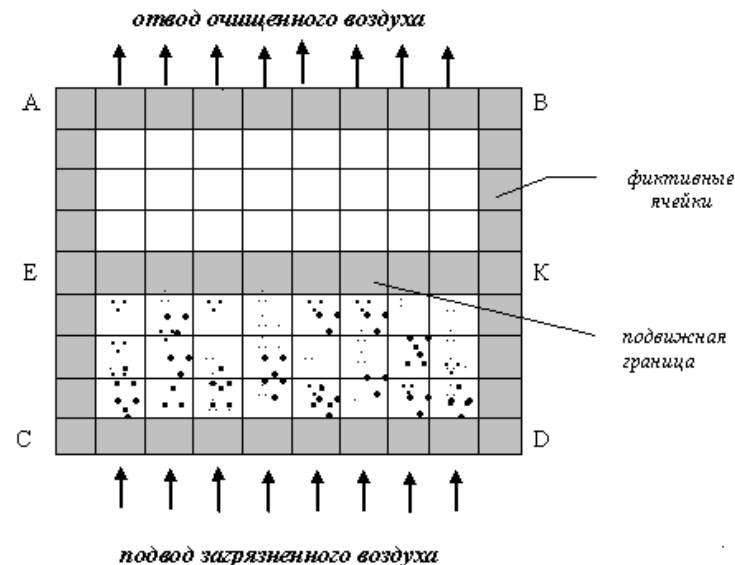


Рисунок 2. Расчетная схема процесса фильтрации

Здесь на границах AB и CD задаются условия протекания, а на границах AC, BD и EK – не протекания. Граница EK моделирует вибрирующее фильтровальное полотно.

Предлагаемое техническое решение вибрационного фильтра позволит существенно сократить энергозатраты на проведение технологического процесса, при постоянно изменяющихся условиях работы, за счет поддержания нормированного гидравлического сопротивления аппарата путем автоматизации управления режимами очистки аспирационного воздуха от пыли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мазус, М.Г. Фильтры для улавливания промышленных пылей [Текст] / М.Г. Мазус, А.Д. Мальгин, М.Л. Моргулис. - М.: Машиностроение, 1985. 240 с.

2. Яцун, С.Ф. Вибрационные машины и технологии для переработки гранулированных сред [Текст] / С.Ф. Яцун, О.Г. Локтионова // Старый Оскол: ТНТ, 2009. 296 с.

3. Локтионова, О.Г. Численное моделирование динамики вибрационного процесса разделения сыпучих смесей / О.Г. Локтионова // Известия Тульского гос. техн. ун-та. Сер. Технологическая системотехника. – Вып.8. – Тула: Издательство ТулГУ, 2006. - С.190-195.

4. Урьев, Н.Б. Физико-химические основы технологии дисперсных систем и материалов [Текст] / Н.Б. Урьев. - М.: Химия, 1988. 256 с.

5. Белоцерковский, О.М. Метод крупных частиц в газовой динамике. Вычислительный эксперимент [Текст] / О.М. Белоцерковский, Ю.М. Давыдов. – М.: Наука, 1982.-392 с.

Полуянов В. П. д-р хим. наук, проф.
Харьковский институт экологии и социальной защиты

ПЛАНИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЛОКАЛИЗАЦИИ И ЛИКВИДАЦИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА

zchs@intbel.ru

В настоящей работе описаны вопросы о планировании мероприятий по локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера, а также даны общие положения и содержание плана локализации аварийных ситуаций и аварий.

Автор подробно излагает возможности и условия возникновения аварий и описал последовательность проведения мероприятий по локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера.

В зависимости от условий характера заражения объекта народного хозяйства определены полномочия и обязанности ответственного руководителя и обязанности руководителя предприятий в ходе выполнения работ.

Раскрыты основные мероприятия, которые необходимо проводить при внедрении плана по локализации и ликвидации аварийных ситуаций и аварий на потенциально опасном объекте.

Ключевые слова: планирование, локализация, мероприятия, ликвидация, чрезвычайные ситуации, техногенный и природный характер.

Раскрыты основные мероприятия, которые необходимо проводить при внедрении плана по локализации и ликвидации аварийных ситуаций и аварий на потенциально опасном объекте.

Одним из главных требований к планированию является *реальность* (реальные возможности). Реальность обеспечивается всесторонним анализом и оценкой обстановки, которая может сложиться на объекте, строгим учетом людских ресурсов (накопленного персоналом объекта и спецподразделений, опыта во время аварийных ситуаций и аварий), материальных ценностей, специфики местных условий, а также времени, необходимого для выполнения запланированных мероприятий.

Планирование мероприятий по локализации и ликвидации аварийных ситуаций осуществляется на основе Положения относительно разработки планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций и аварий. Этот нормативный акт распространяется на потенциально опасные предприятия (объекты), на которых возможны аварии с залповыми выбросами взрывоопасных и токсичных продуктов, взрывами, пожарами (возгораниями) в аппаратуре, производственных помещениях и внешних сооружениях, которые могут привести к разрушению зданий, технологического оборудования, поражению людей, негативного влияния на окружающую среду. Нормативный акт устанавливает порядок разработки планов локализации аварийных ситуаций и аварий, требования к их составу, содержанию и формы, процедуру утверждения и пересмотра планов локализации аварийных ситуаций и аварий. Требования этого нормативного акта обязательны для всех мини-

стерств, ведомств, предприятий, организаций, юридических и физических лиц, независимо от их отраслевой или ведомственной принадлежности и формы собственности [1 – 3].

Общие положения плана локализации аварийных ситуаций и аварий

Цель разработки плана локализации аварийных ситуаций и аварий – планирование действий (взаимодействий) персонала предприятия, спецподразделений, центральных и местных органов исполнительной власти и органов местного самоуправления для локализации и ликвидации аварии и смягчения последствий.

Авария – внезапное событие, такое, как мощный выброс ОВ, пожар или взрыв, вследствие нарушения эксплуатации объекта, которое приводит к угрозе жизни и здоровья людей, окружающей среды на территории предприятия и (или) за его пределами).

Аварийная ситуация – состояние ПОО, которое характеризуется нарушением границ или (и) условий безопасной эксплуатации, но не перешедшее в аварию.

Перечень производств (цехов, отделений, производственных участков) и отдельных объектов, для которых разрабатывается план локализации аварийных ситуаций и аварий, определяется и утверждается собственником (руководителем) по согласованию с территориальным управлением Госназдорхрантруда, и с территориальными органами МЧС, территориальными учреждениями государственной санэпидемиологической службы.

Аварии в зависимости от их масштабов могут быть **3-х уровней:**

На уровне «А» - авария характеризуется развитием аварии в границах одного производства (цеха, отделения, производственного участка), которое является структурным подразделением предприятия.

На уровне «Б» - авария характеризуется переходом за границы структурного подразделения и развитием в границах предприятия.

На уровне «В» - авария характеризуется развитием и переходом за границы территории предприятия, возможными угрожающими причинами аварии на население, расположенные поблизости населенные районы и другие объекты, а также на окружающую среду.

План локализации аварийных ситуаций и аварий должен охватывать все уровни развития аварии, которые установлены в процессе анализа опасности и разрабатывается с учетом всех состояний предприятия (объекта): пуск, работа, остановка и ремонт. План локализации аварийных ситуаций и аварий утверждается руководителем предприятия.

Оперативная часть плана локализации аварийных ситуаций и аварий для уровня «В» утверждается ОМС.

План локализации аварийных ситуаций и аварий основывается:

- на прогнозировании сценариев возникновения аварий;
- на поэтапном анализе сценариев развития аварии и масштабов их последствий;
- на оценке достаточности существующих мероприятий, которые препятствуют возникновению и развитию аварии, а также технических способов локализации аварии;
- на анализе действий производственного персонала и специальных подразделений по локализации аварийной ситуации (аварии) на соответствующей стадии ее развития.

В план локализации аварийных ситуаций и аварий включаются:

1. Титульный лист.
2. Аналитическая часть, в которую должны входить анализ опасностей, возможных аварий и их последствий.
3. Оперативная часть, которая регламентирует порядок взаимодействия персонала, спецподразделений и населения (по надобности) в условиях аварии. Содержание оперативной части изменяется в зависимости от уровня аварии.
4. Приложения, которые состоят из документов (копии приказа по объекту о назначении должностных лиц, которые выполняют функции руководителя работ (ответственный руководитель) при авариях на уровнях «А» и «Б» и решения органов местного самоуправления назначения должностных лиц, которые выполняют

функции ответственного руководителя при авариях уровня «В».

Для обеспечения эффективной борьбы с аварией на всех уровнях ее развития, приказом создается штаб. Его функции:

- сбор и регистрация информации о ходе развития аварии и мероприятия по борьбе с ней;
- текущая оценка информации и принятие решения для оперативных действий в зоне аварии и за ее границами;
- координация действий персонала предприятий и всех привлекаемых подразделений и служб, которые берут участие в ликвидации аварии.

Общее руководство работой штаба осуществляет ответственный руководитель в отношении локализации и ликвидации аварии.

План локализации аварийных ситуаций и аварий должен находиться (в полном объеме) у руководителя и диспетчера предприятия (объекта) и в территориальном управлении Госназдорхрантруда, а также в территориальном органе МЧС [4 – 6].

Выдержки из плана локализации аварийных ситуаций и аварий, которые являются достаточными для качественного выполнения соответствующих действий, могут находиться в полном объеме у руководителей (начальников) производств (цехов, отделений, производственных участков), на пунктах связи, в районной пожарной части, у начальников горноспасательной службы, а также на рабочих местах.

Внеочередной пересмотр плана локализации аварийных ситуаций и аварий осуществляется по распоряжению (предписанию) органов Госназдорхрантруда, а также при изменениях в технологии, аппаратном оформлении, метрологическом обеспечении технологических процессов, изменениях в организации производства, при наличии данных об авариях на аналогичных предприятиях (объектах).

Содержание плана локализации аварийных ситуаций и аварий

Во время анализа опасности предприятия (объекта) нужно определить все возможные аварийные ситуации и аварии, в том числе и маловероятные, с катастрофическими последствиями, которые могут возникать на предприятии, рассмотреть сценарии их развития и оценить последствия.

Выявление возможностей и условий возникновения аварии должно выполняться на основе особенностей работы как отдельного оборудования (аппаратов, машин и т.п.), так и их группы (технологических блоков), а также с учетом опасных свойств веществ и материалов, которые используются в производстве [7 – 9].

Выявление возможных аварий проводится в такой последовательности:

- определить наличие на предприятии ОВ (пожаро-, взрывоопасных, вредных веществ), опасные режимы работы оборудования и объектов (высокое давление, вакуум, температура, напряжение, состав технологической среды и т.п.);
 - выявить потенциальные виды опасности для каждой единицы оборудования (аппарата, машины) и процессы, которые проходят в них. К рассматриваемым видам опасности принадлежат: пожар, взрыв (внутри оборудования, здания или окружающей среде), разрыв или разрушение оборудования, выброс вредных веществ.
- Сценарий возникновения и развития аварии должен начинаться с события (стадии), которое образует непосредственную угрозу выхода технологического процесса из-под контроля и возникновения аварии. При этом следует учитывать параметры состояния веществ (температура, давление, агрегатное состояние и т.п.) и состояние оборудования, отвечающее как нормальному технологическому режиму, так и режимам, которые возможны при наступлении и развитии аварии.

На каждой стадии развития аварии необходимо:

- оценить количество ОВ, которое может принять участие в аварии (прогнозируется);
- установить поражающие факторы присущие опасности, вид которой реализуется во время аварии;
- оценить последствия влияния поражающих факторов аварии на соседние объекты и людей с учетом свойств этих объектов и их взаиморасположения (определяются масштабы зон разрушения, поражения людей и заражения местности);
- определить безопасные зоны и места возможных хранилищ, пути эвакуации, не попадающие под влияние поражающих факторов аварии.

По результатам анализа возникновения и развития аварий и оценки их последствий нужно установить возможность перехода аварии на уровни «Б» и «В».

Оценка последствий аварии и ее отдельных стадий выполняется с помощью методик, которые приводятся в технической нормативной документации и справочной литературе.

Анализ опасности представляется в виде отчета или объяснительной записки, которые должны содержать:

- использованную исходную информацию или ссылку на документы, в которых она содержится;

- описание использованных методов анализа и методик оценки;

- результаты расчетов и оценок.

Результаты анализа представляются:

- **для оборудования** (аппараты, машины и т.п.) – в виде карточки опасности;
- **для технологического блока** – в виде сжатой характеристики опасности блока (количество вредных веществ, энергетический потенциал взрывоопасности);
- **для предприятия** - в виде плана предприятия

а) места расположения производств, места скопления ОВ, с указанием наименования и массы продукта;

б) прямые и обратные межпроизводственные потоки, их характеристики и параметры;

в) средства противаварийной защиты, средства связи и оповещения, эвакуационные выходы и маршруты эвакуации;

г) хранилища и места укрытия;

д) пути подъезда, места установления и маневрирования спецтехники;

е) места наиболее вероятного возникновения аварий (аварийных ситуаций);

ж) зоны возможного поражения обслуживающего персонала объекта с учетом рассмотрения взрывных и ударных волн, направления движения взрывоопасных и токсичных веществ;

- **для региона** – в виде ситуативного плана.

Оперативная часть плана локализации аварийных ситуаций и аварий разрабатывается для руководства действиями персонала предприятия, добровольных и специализированных подразделений с целью:

- предотвращения аварийных ситуаций на соответствующих стадиях их развития или локализации;
- сведения к минимуму последствий аварии для людей, материальных ценностей и окружающей среды, предотвращения ее распространения на другие производства предприятия и за его границы;
- спасения и выведения людей из зоны поражения и потенциально опасных зон.

При разработке оперативной части плана необходимо:

- обеспечить согласованность действий персонала предприятия и спецподразделений;
- определить список должностных лиц, ответственных за выполнение конкретных действий;
- определить порядок осуществления связи со спецподразделениями, органами госнадзора и органами местного самоуправления;
- дать опознавательные признаки уровней аварии и их значения, при которых руководство

работами относительно локализации и ликвидации аварии переходит на уровни «Б» и «В».

Оперативная часть плана локализации аварийных ситуаций и аварий на уровне «А» должна содержать:

1. **Блок-схему производства** (определяются прямые и обратные межцеховые потоки, их характеристики и параметры, отсечная аппаратура).

2. **План производства** с указанием:

- мест расположения: основного технологического оборудования и коммуникаций;
- отсечной аппаратуры;
- средств противоаварийной защиты, связи и оповещения;
- эвакуационных выходов и маршрутов эвакуации;
- путей подъезда, участков для установления и маневрирования спецтехники, хранилищ и мест укрытия.

На плане могут быть дополнительно нанесены места наиболее вероятного возникновения аварийных ситуаций, размеры и границы потенциально опасных зон.

3. **Карта блока объекта (блок-карта)** составляется для каждого объекта, который входит в состав производства. Блок-карта должна содержать:

- принципиальную технологическую систему объекта с отражением технологических параметров и основных технологических характеристик оборудования, прямых и обратных технологических потоков, регулировочной аппаратуры, приборов и систем контроля, системы противоаварийной защиты);
- план расположения оборудования объекта (места размещения оборудования объекта);
- сжатую характеристику опасности технологических блоков, которые входят в состав объекта (количество ОВ, энергетический потенциал, взрывоопасность и т.д.).

4. **Описание действий персонала** оформляется в виде таблицы, которая содержит 3 графы:

графа 1 – «*Наименование и код аварии*». В этой графе отмечается наименование стадии развития по принятым сценариям;

графа 2 – «*Опознавательные признаки*». В этой графе отмечаются опознавательные признаки с указанием средств контроля, их позиций и показаний;

графа 3 – «*Перечень исполнителей, порядок их действий*». В этой графе предусматриваются действия ответственных лиц по обнаружению и оценке аварии или угрозы ее возникновения по опознавательным признакам;

Порядок действия исполнителей должен включать:

- обнаружение и оценку аварии;
- оповещение персонала производства и диспетчера об аварии;
- включение противоаварийных систем;
- отключение поврежденного участка с полной или частичной остановкой производства;
- выведение из опасной зоны персонала, с указанием порядка обеспечения его СИЗ;
- описание действия спецподразделений, с указанием ориентировочного времени их прибытия и развертывания.

5. **Список и схему оповещения должностных лиц.**

6. **Список рабочих**, которые привлекаются к локализации аварии, и лиц, которые дублируют их действия при отсутствии первых.

7. **Перечень инструментов, материалов, СИЗ**, которые должны быть использованы при локализации аварии, с указанием мест их хранения.

8. **Обязанности ответственного руководителя работ.**

9. **Инструкция** относительно аварийной остановки производства (цеха, отделения, производственного участка).

В инструкции относительно аварийной остановки производства (предприятия) для каждой аварии должны быть определены последовательность введения в действие систем противоаварийной защиты, отключения аппаратов и механизмов, отключения электроэнергии и энергоносителей, режим работы вентиляции и системы очистки воздуха, порядок использования средств спасения людей. При этом должно быть учтено влияние выполняемых переключений на работу систем противоаварийной защиты.

Оперативная часть плана локализации аварийных ситуаций и аварий на уровне «Б» включает в себя дополнительно к перечисленным в режиме «А» такие документы:

- блок-схему предприятия;
- план предприятия.

В **блок-схеме предприятия** необходимо обозначить производства без деления их на отдельные цеха, отделения или производственные участки, прямые и обратные межпроизводственные потоки, их характеристики и параметры, межпроизводственную и отдельную для предприятия отсечную аппаратуру, ее тип и основные технические характеристики (условное обозначение, тип исполнения, быстродействие). Каждый элемент блок-схемы должен иметь буквенное или цифровое обозначение [6,8,10].

На **плане предприятия** необходимо определить:

- места расположения производства;
- места скопления ОВ с указанием наименования и массы продукта;
- прямые и обратные межпроизводственные потоки, их характер, параметры;
- межпроизводственная отсечная аппаратура, ее тип и основные характеристики;
- средства противоаварийной защиты;
- средства связи и оповещения;
- эвакуационные выходы и маршруты;
- хранилища и ЗС;
- пути подъезда, места установления и маневрирования спецтехники;
- места наиболее вероятного возникновения аварийных ситуаций (аварий);
- зоны возможного поражения обслуживающего персонала с учетом распространения взрывных и ударных волн, направление движения облака взрывоопасных и токсичных веществ.

Оперативной частью разрабатывается для руководства действиями соответствующих служб и подразделений с целью предотвращения развития аварии и распространения ее на другие предприятия (объекты), спасения и выведения людей из зоны поражения и потенциально опасных зон [2,6,9].

При разработке оперативной части для аварий на уровне «В» следует определить всех участников противоаварийных действий. Необходимо определить их функции, доступные ресурсы, обязанности и степень участия.

В состав участников противоаварийных действий должны входить:

- органы Госнадзорохрантруда и Госпожнадзора;
- спецформирования: районная пожарная часть, военизированная горноспасательная служба и другие;
- милиция, медицинская (в т.ч. больницы), транспортная службы;
- коммунальные службы района (города);
- руководство предприятия;
- органы массовой информации и связи;
- органы охраны здоровья и окружающей среды.

Оперативной частью для аварий уровня «В» должна содержать:

- титульный лист,
- ситуационный план с дополнениями,
- обязанности ответственных руководителей, исполнителей и других должностных лиц относительно локализации аварии.

Ситуационный план разрабатывается для осуществления руководства и координации дей-

ствий персонала предприятия (объекта), спецподразделений, формирований МЧС, других организаций, которые привлекаются для локализации аварии, организации крупномасштабных спасательных работ и эвакуации людей из опасных зон.

На ситуационном плане отражаются промышленная площадка предприятия (объекта) на местности, жилищные районы, населенные пункты, другие предприятия и организации, которые расположены рядом с ним и на которые могут распространяться действия поражающих факторов аварии. Размер территории, которая охватывается ситуативным планом, определяется масштабом зон поражения (заражения) [2,7,9].

На ситуационный план наносятся:

- зоны возможного поражения по разным сценариям развития аварии;
- численность людей в этих зонах и время достижения этих зон поражающими факторами аварии с учетом скорости и направления ветра, погодных условий, рельефа местности;
- возможные пути эвакуации населения и безопасные зоны, ЗС;
- места расположения противоаварийной защиты, источников аварийного энерго- и водоснабжения, а также наличие и местонахождение запасов средств пожаротушения (воды, пенообразователя, огнесогасительного порошка), средств защиты органов дыхания;
- места расположения аварийно-спасательных подразделений, пожарных частей и т.д.;

- места скопления опасных продуктов вне территории предприятия с указанием наименования и массы продукта;

К ситуационному плану добавляется:

- план предприятия, который описан для аварий уровня «Б»;
- схема связи, порядок оповещения и взаимодействия органов руководства комиссии по ЧС с организациями и формированиями МЧС, которые привлекаются (в случае необходимости);
- сведения относительно наличия подразделений МЧС, НФ радиационной и химической защиты, пожарных и газоспасательных подразделений, медицинских служб, их численности, оснащенности, времени их развертывания;
- сведения относительно НФ предприятия (объекта);
- сведения относительно наличия средств гашения пожаров и нейтрализации выбросов на предприятии (объекта) и у спецслужб;
- мероприятия по эвакуации и спасению людей; места расположения ЗС, медицинских

служб и средств, технических и транспортных средств, СИЗ;

- состав штаба (оперативной группы для ликвидации аварии) и порядок оповещения его членов;

- порядок оповещения об аварии рабочих предприятия (объекта) и населения, которое проживает вблизи;

- порядок постоянной информации относительно хода аварии, относительно поведения и мер безопасности на данный момент;

- порядок организации разведки пожара, наблюдения очага химического заражения, зон возможного заражения вредными веществами;

- организация медицинского обеспечения, жизнеобеспечения эвакуированных в местах их сбора;

- порядок проведения мероприятий по безаварийной остановке производства;

- порядок взаимодействия между спецподразделениями и привлеченными организациями.

В плане локализации аварийных ситуаций и аварий определяются полномочия и обязанности ответственного руководителя работ и обязанности руководителя предприятия.

Обязанности ответственного руководителя выполняются:

- **На уровне развития аварии «А»** – начальник производства (цеха, отделения, производственного участка). До его прибытия на место аварии обязанностями ответственного руководителя выполняет его заместитель или специальное лицо, которое должно быть отмечено в плане локализации аварийных ситуаций и аварий.

- **На уровне развития аварии «Б»** – руководитель предприятия.

- **На уровне развития аварии «В»** – должностное лицо, назначенное решением органа местного самоуправления, до его прибытия – руководитель предприятия.

При возникновении пожара и при его гашении ответственным руководителем является более старшее лицо из МЧС.

После создания плана локализации аварийных ситуаций и аварий проводится его экспертиза.

Внедрение плана локализации аварийных ситуаций и аварий

1. План локализации аварийных ситуаций и аварий и изменения к нему (в объеме нужном для качественного выполнения своих обязанностей) должны быть изучены персоналом организаций, которые принимают участие в ликвидации аварий, и соответствующими спецслужбами.

2. Допуск к работе лиц, которые в установленном порядке не прошли учебу, инструктаж и проверку знаний плана локализации аварийных ситуаций и аварий, запрещается.

3. Персонал всех организаций, которые принимают участие в ликвидации аварии, должен проходить практическую подготовку с целью поддержки их постоянной готовности.

4. На больших ПОО для персонала может быть организована специальная курсовая учеба на учебно-тренировочных полигонах с использованием компьютерных тренажеров по изучению плана локализации аварийных ситуаций и аварий.

5. На протяжении года из вероятных аварийных ситуаций, которые предусмотрены планом локализации аварийных ситуаций и аварий, должны проводиться учебно-тренировочные занятия и учебные тревоги. График их проведения утверждается руководителем предприятия (объекта) или органом местного самоуправления, в зависимости от уровня аварии и согласовывается с территориальным управлением Госнадзорхрантруда и территориальным управлением МЧС.

6. При проведении тренировок следует практиковать участие независимых наблюдателей, поскольку это обеспечивает объективную оценку недостатков и ошибок.

7. Необходимо поддерживать постоянную готовность оборудования и средств информации, используемых для получения необходимых данных в случае аварии. Сюда можно отнести, например, аналитические методы и средства для выявления ОБ.

8. Необходимо проводить периодическую проверку систем оповещения, которые используются для оповещения населения об аварийной ситуации (аварии).

Таким образом, последствия ЧС природного и техногенного характера могут быть весьма значительными и, как показывает анализ, в ряде случаев парализует нормальное функционирование объектов хозяйственной деятельности и существенно нарушают жизнедеятельность населения на обширных территориях. В связи с этим важное социальное и экономическое значение имеет планирование и осуществление ряда крупных мероприятий по предупреждению и заблаговременной подготовке к ликвидации возможных последствий, а в идеале их существенного снижения. Данная система мероприятий охватывает все уровни объектов народного хозяйства. Все органы управления заблаговременно обязаны планировать мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС, направленных на максимальное возможное уменьшение

риска возникновения ЧС, на сохранение здоровья людей, снижения размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения, а также проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Постановление КМ Украины «Об утверждении Положения о порядке проведения эвакуации населения в случае угрозы и возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера» от 26.10.01 №143

2. Тищенко Л.Н., Олейник Г.И., Лаврик В.П. и др. Гражданская защита области. Учебник, Том 1. Под редакцией Д.И. Мазоренко, г. Харьков, 2007-503 с.

3. Постановление КМ Украины «Об утверждении Положения о государственной комиссии по вопросам техногенно - экологической безопасности и чрезвычайных ситуаций» от 16.02.98 №174, (с изменениями и дополнениями, внесенными Постановлениями Украины от 24.09.99 №1763, от 21.10.99 №43).

4. Постановление КМ Украины «Об утверждении Положения о Единой государственной системе предупреждения и реагирования на чрезвычайные ситуации техногенного и природного характера» от 3.08.98 №1198.

5. Постановление КМ Украины «Об утверждении Положения о порядке финансирования работ по предотвращению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и их последствий» от 4.02.99 №140.

6. Указ Президента Украины «О концепции защиты населения и территорий в случае угрозы и возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера» от 26.03.99 №284/99.

7. Постановление КМ Украины «Об утверждении типовых положений об управлениях по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы и отделов по вопросам чрезвычайных ситуаций и гражданской защиты населения» от 5.09.00 №1386.

8. Указ Президента Украины «О мероприятиях по повышению уровня защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера» 9.02.01 №80/2001.

9. Тищенко Л.Н., Олейник Г.И., Лаврик В.П. и др. Гражданская защита области. Учебник, Том 2. Под редакцией Д.И. Мазоренко, г. Харьков, 2007-523 с.

10. Постановление КМ Украины «Об утверждении Положения о порядке создания и использования материальных резервов для предотвращения, ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера и их последствий» от 29.03.01 №308.

Ельников Д. А., аспирант,
Свергузова Ж. А., канд. техн наук, доц.,
Свергузова С. В., д-р техн. наук, проф.,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕФЕКТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ МОДЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ОТ КРАСИТЕЛЕЙ

pe@intbel.ru

Предоставлены результаты исследований, описывающие влияние термической модификации твердого отхода сахарной промышленности - дефеката на эффективность очистки окрашенных модельных растворов. Из экспериментов следует, что термообработка целесообразна, поскольку она качественно влияет на эффективность очистки.

Ключевые слова: очистка, красители, сорбция, сточные воды, отход сахарной промышленности.

Для очистки модельных растворов от красителей «Оранжевый R» (OR) и «Метиленовый голубой» (МГ) использовали отход сахарной промышленности – дефекат, который образуется на стадии очистки свекольного сока и представляет собой темно-серую массу влажностью до 50 %, содержащую тонкодисперсные частицы CaCO_3 с примесью органических соединений. В предыдущих работах нами была доказана возможность использования данного отхода для очистки модельных растворов, содержащих красители OR и МГ, эффективность очистки при этом достигала 95–97 %. В экспериментах ис-

пользовали исходный дефекат (ИД), обожженный в течение 20 мин при температуре 600 °С.

Изменение окраски ИД от серой до черной (табл. 1) свидетельствует о протекании процесса обугливания органических веществ, а дальнейший процесс снижения интенсивности черной окраски означает протекание процесса разложения CaCO_3 до CaO и CO_2 и сгорания углерода. Таким образом, в результате термообработки дефеката был получен тонкодисперсный порошок, на поверхности которого содержались продукты различной степени обугливания органических веществ [1].

Таблица 1

Изменение окраски дефеката в зависимости от температуры прокаливания

Температура обжига, °С	Цвет дефеката
100	Песочный
200	Светло-коричневый
300	Коричневый
400	Темно-коричневый
500	Темно-серый
600	Черный
700	Темно-серый
800	Светло-серый

В связи с тем, что состав ИД может изменяться под действием различных температур, представляло интерес выяснить наиболее рациональный температурный режим обжига. Для этого готовили навески ИД около 50 г каждая и обжигали в муфельной печи (ПР 25А) при различных температурах от 100 до 800 °С, с шагом подъема температур в 100 °С. Период термического воздействия для всех проб составил 30 мин. Обожженные пробы ИД использовали для очистки модельных растворов OR и МГ, массы добавки термически модифицированного дефеката (ТД) составляли 2 и 3 г на 100 мл модель-

ного раствора (рис. 1). Длительность перемешивания 15 мин.

Как следует из рис. 1, на начальных этапах эффективность очистки невысока и составляет 44 и 57 % для раствора красителя OR с концентрациями 25 и 50 мг/дм³. Однако, с увеличением температуры обжига происходит значительное возрастание эффективности очистки. В интервале температур обжига от 100 до 600 °С она увеличивается до 94 % для раствора с исходной концентрацией 25 мг/л и до 96 % для раствора с исходной концентрацией 50 мг/л. При этом при температуре 600 °С наблюдается максимум эф-

фективности. На отрезке оси от 600 до 800 °С эффективность очистки снижается на 22 и 15 % для концентрации OR в растворе 25 и 50 мг/дм³, соответственно (рис. 2), что, вероятно, связано с

выгоранием углерода, т.к. начало процесса сгорания приходится на 615 °С, а максимум - на 670 °С (рис. 3).

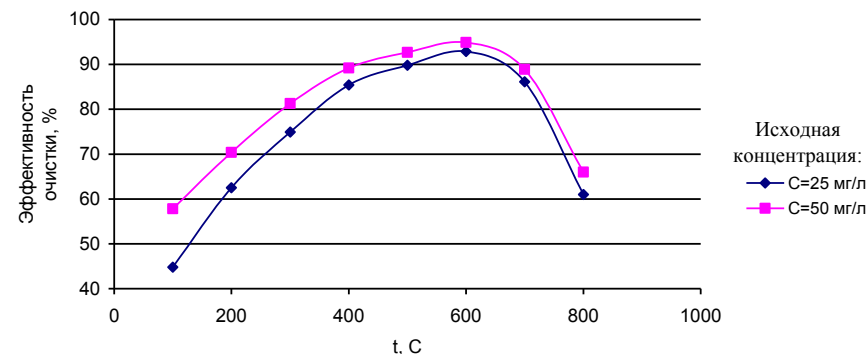


Рисунок 1. Зависимость эффективности очистки модельных растворов OR от температуры обжига ИД. Добавка ТД 2 г на 100 мл раствора

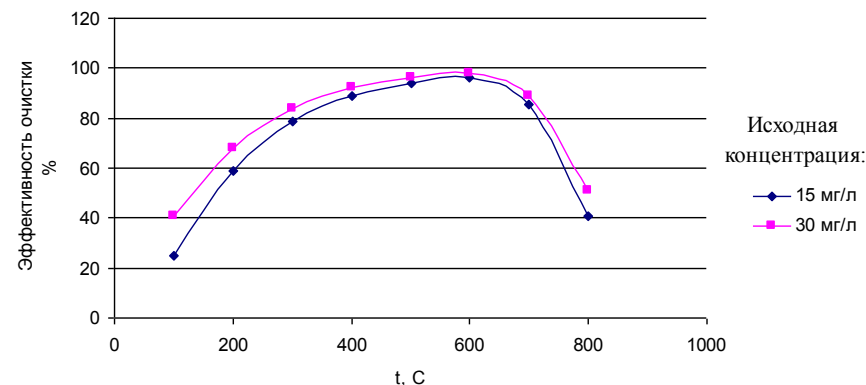


Рисунок 2. Зависимость эффективности очистки растворов МГ от температуры обжига ИД. Добавка ТД 3 г на 100 мл раствора

На рис. 2 показано, что эффективность очистки растворов МГ дефекатом, обожженным при 100 °С, составляет 25 и 41 % для концентраций МГ 15 и 30 мг/дм³, соответственно. Затем происходит увеличение эффективности с максимальными значениями 96 и 98 % при температуре 600 °С. Возрастание эффективности можно объяснить обугливанием органических веществ и образованием углеродного слоя. В интервале температур от 600 до 800 °С спад эффективности до 60 и 67 % также, вероятно, обусловлен снижением массовой доли углерода в составе ТД вследствие его сгорания.

Для определения зависимости массовой доли углерода в ТД от температуры обжига порошок ТД обрабатывали концентрированной соляной кислотой, промывали и определяли массовую долю углерода в обожженном дефекате. Как показали результаты исследований (рис. 4), максимальное содержание углерода (2%) соответствует температуре обжига ИД 600 °С. При повышении температуры выше 600 °С массовая доля углерода в ТД снижается.

Так, как следует из результатов дифференциально-термического анализа ИД (рис. 3), проведенного на дериватографе ДРОН-3, в интерва-

ле температур от 20 до 110 °С происходит удаление гигроскопической влаги из образца (кривая ТЖ), сопровождающееся поглощением тепла (участок кривой ТЖ в этом же температурном интервале). При повышении температуры до 200 °С начинается процесс окисления органических веществ, присутствующих в ИД, о чем свидетельствует небольшой экстремум на кривой ТЖ. Процесс сопровождается выделением тепла (экстремум на участке кривой ДТА), продолжающегося до 500 °С, причем, кривая ТЖ после температуры 340 °С, которая соответству-

ет пику на кривой ДТА и характеризующей максимум выделения тепла при сгорании органических примесей, снижается более плавно, что свидетельствует о снижении интенсивности процесса сгорания органических веществ. При температуре около 500 °С процесс сгорания органических веществ, вероятно, прекращается, останавливаясь на стадии образования углерода (С), но падение веса образца не прекращается, хотя на участке температур от 500 до 700 °С оно имеет более плавный характер, чем в интервале температур до 500 °С.

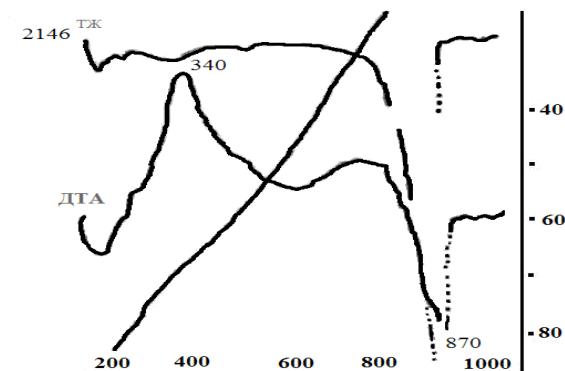


Рисунок 3. Результаты дифференциально-термического анализа ИД.

Обозначения:

ТЖ – дифференциально-термогравиметрическая кривая, показывающая, в каком интервале температур происходит максимальное падение веса;
ДТА – кривая дифференциально-термического анализа, показывающая, на каких участках происходит поглощение или выделение теплоты

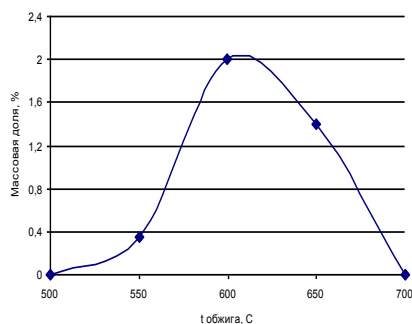


Рисунок 4. Изменение массовой доли углерода в обожженном дефекте в зависимости от температуры обжига

Как видно из кривой ДТА, сгорание углерода происходит после подъема температуры до 615 °С. Это еще раз подтверждает оптимальность температурного интервала обжига ИД при

590-600 °С. В процессе обжига немаловажное значение имеет продолжительность температурного воздействия, т.к. этот показатель может влиять на эффективность очистки и повлечь за собой неоправданные энергетические затраты.

Для определения наиболее рациональной длительности обжига ИД подвергли термической обработке в интервале от 5 до 60 мин, с шагом 5 мин. Обожженный при разных температурах дефекат использовали для очистки растворов ОР. При очистке растворов красителя ОР использовались растворы с концентрациями 25 и 50 мг/дм³ с добавлением ТД массой 2 г на 100 мл. Перемешивали суспензию в течении 15 мин.

На рис. 5 показано, что первые 15 мин обжига не обеспечивают необходимой эффективности очистки. Наиболее высокая эффективность очистки обеспечивается при обжиге ИД в течении 20 мин.

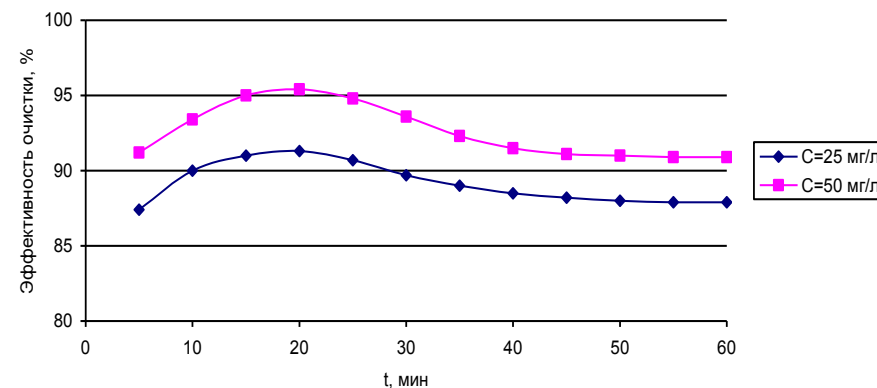


Рисунок 5. Зависимость эффективности очистки модельных растворов ОР от продолжительности термического воздействия на ИД

На рис. 6 отображена зависимость эффективности очистки растворов МГ от длительности обжига ИД. Оптимальная продолжительность воздействия так же, как и для растворов ОР, составляет 20 мин. Эффективность очистки

в интервале длительности обжига от 5 до 20 мин возрастает с 85 и 89 %, для концентраций 15 и 30 мг/дм³, при максимальных показателях на 20-ой минуте в 90 и 94 %, соответственно.

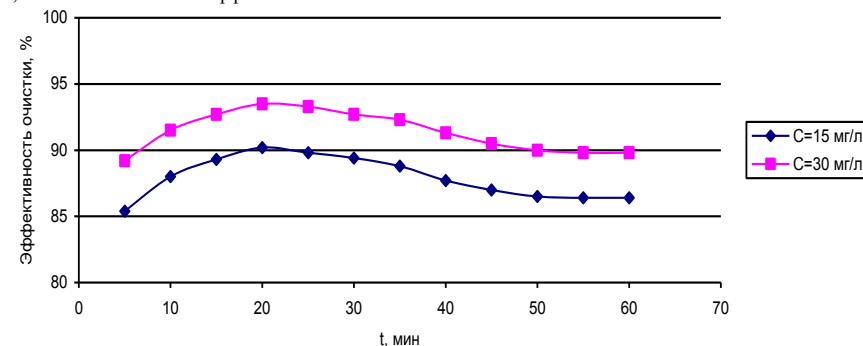


Рисунок 6. Зависимость эффективности очистки модельных растворов МГ от продолжительности термического воздействия на ИД

Из результатов экспериментов следует, что оптимальная длительность обжига составляет 20 мин, т.к. в этом случае достигается максимальная эффективность очистки модельных растворов, не влекущая повышенных энергозатрат. Снижение же эффективности после 20 мин воздействия, вероятно, обусловлено выгоранием углеродного слоя. Подтверждением высказанного предположения является изменение массовой доли углерода, образующегося на поверхности частиц СаСО₃ в процессе обжига (рис. 4).

Таким образом, в ходе исследований было установлено, что режим термической обработки

ИД значительно влияет на эффективность очистки загрязненных водных сред, что объясняется протеканием физико-химических изменений в процессе обжига.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тарасова, Г. И. Перспективы переработки дефеката – отхода сахарной промышленности для получения сорбента / Г. И. Тарасова, Ж. А. Свергузова // Сотрудничество для решения проблемы отходов: междунар. конф., Харьков, 2005. – 342 с.

Щедрина Г. Г., канд. техн. наук, доц.,
Кобелев В. Н., аспирант,
Щедрин П. Ю., аспирант
Юго-Западный государственный университет
Минко В. А., д-р техн. наук, проф.,
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА ВОЗДУШНЫХ ПРОСЛОЕК ПАНЕЛЕЙ С ВНУТРЕННИМИ КРИВОЛИНЕЙНЫМИ КАНАВКАМИ

tgk-kstu6@yandex.ru

Одним из направлений Программы энергосбережения, предложенной правительством РФ является снижение тепловых потерь наружными ограждениями жилых и общественных зданий, и особенно 20-летней и более застройки. Даны аналитические зависимости по интенсификации теплозащиты воздушных прослоек с использованием криволинейных канавок на внутренней поверхности панелей при естественном и вынужденном движении вентиляционного воздуха. На основе теоретических исследований разработана конструкция энергосберегающей панели, которая защищена патентом РФ.

Ключевые слова: тепловая защита, криволинейная канавка, потоки дополнительной теплозащиты.

Разработанная учеными ЮЗГУ под руководством ректора Емельянова С.Г. в соавторстве с коллективом кафедры ТГВ областная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в Курской области на 2011-2015 годы и на период до 2020 года» включает наряду с основополагающими направлениями экономии энергоресурсов на этапах производства, транспортировки и использования энергоносителей, также снижение тепловых потерь в окружающую среду, в том числе и жилых зданий 20-летней и более ранней постройки, которые еще обладают достаточной эксплуатационной прочностью, но не обеспечивают необходимой теплозащиты, особенно при продолжительности отопительного периода, которая для г. Курска составляет 216 дней в году.

Навесные вентилируемые фасады известны в России сравнительно недавно. Но в ряде стран (например в Германии, Финляндии) накоплен уже достаточный опыт по их использованию: в общественных, административных и промышленных зданиях, а также при реконструкции домов массовой застройки.

Применяют вентилируемые фасады не только в новом строительстве, Нои при реконструкции старых зданий. Использование навесных конструкций позволяет, с одной стороны, «одеть» фасад в современные отделочные материалы, а с другой – улучшить теплозащитные показатели ограждающей конструкции и защитить ее от атмосферных воздействий.

Наличие воздушной прослойки в вентилируемом фасаде принципиально отличает его от других типов фасадов, т.к. внутренняя влага

свободно удаляется в окружающую среду. Вентилируемая воздушная прослойка снижает также и теплопотери в отопительный период, т.к. температура воздуха в ней несколько выше, чем снаружи.

Несмотря на то, что вентилируемые фасады применяются на практике в течение свыше 15 лет, и что в Германии существует отдельная Ассоциация, занимающаяся вопросами расчетов и применения вентилируемых фасадов, до настоящего времени нет единой научно обоснованной методологии расчета таких фасадов.

В настоящее время в большинстве развитых странах мира существуют технические и законодательные нормы, требующие строительство зданий с эффективным использованием энергии (ЗЭИЭ).

Задачу проектирования и строительства ЗЭИЭ можно успешно решить при осуществлении такой конструкции оболочки здания через которую в любое время в период эксплуатации здания и при любых погодных (климатических) условиях будут осуществляться устойчивые процессы потока тепла, влажности и воздуха (инфильтрация, эксфильтрация).

В последнее время в г. Москве и в России при строительстве гражданских зданий часто применяют вентилируемые фасады. В связи с этим необходимо разработать единую методологию по теплотехническому и аэродинамическому расчету вентилируемых фасадов.

Одним из решений данной проблемы является покрытие внешних стен жилых зданий панелями с воздушной прослойкой, в которых ат-

мосферный воздух, являющийся теплозащитой перемещается ламинарно, под воздействием разности температур между наружной поверхностью стен и внутренней поверхностью панели или турбулентно – перемещение воздушного потока под механическим воздействием: нагнетатели (вентиляторы, воздуходувки) и вибрационное перемещение одной или нескольких панелей под действием вибратора.

Рассмотрим особенности теплообмена между теплоносителем в качестве которого используется атмосферный воздух перемещающийся между внутренней поверхностью панели и внешней поверхностью наружной стены, например жилого здания.

Общее термическое сопротивление R теплопередаче запишем в виде

$$R = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ст.}}{\lambda_{ст.}} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_2} \quad (1)$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи от наружного атмосферного воздуха к панели и от вентиляционного воздуха в воздушной прослойке к наружной поверхности стены, Вт/(м²·град);

δ_1 и δ_2 – толщина пограничного слоя контакта наружного воздуха с поверхностью панели и вентиляционного воздуха со стеной, м;

$\delta_{ст.}$ – толщина панели, м;

λ_1 , λ_2 и $\lambda_{ст.}$ – коэффициент теплопроводности соответственно атмосферного вентиляционного воздуха, а также материала панелей, Вт/(м·град).

Если коэффициенты теплопроводности известны в зависимости от материала панели и состояния теплоносителя – воздуха, то главная трудность при расчете коэффициента теплопроводности состоит в нахождении коэффициентов теплоотдачи α_1 и α_2 , которые и определяют интенсивность процесса теплообмена.

Плотность теплового потока в любой точке теплоносителя однозначно определяется при условии, что известны поля температур, скоростей и удельной энтальпии. Для этого необходимо располагать системой соответствующих уравнений и условиями однозначности [1]. Для учета направления теплового потока используем поправку в виде множителя $(Pr_{ж}/Pr_{ст.})^{0,25}$ в соответствии с рекомендацией [2], которое имеет не только определенный физический смысл, но и рассматривается как методический прием, приводящий к малому разбросу опытных точек при получении общего уравнения теплоизола-

ционного теплоносителя, т.е. вентиляционного воздуха.

В результате анализа известных литературных источников, описывающих процесс теплообмена в каналах сложной формы [3] и обработанные экспериментальных данных получены критериальные уравнения для наиболее распространенных режимов движения вентиляционного воздуха:

а) для турбулентного с наличием вентилятора или вибратора, перемещающего теплоноситель,

при отсутствии конденсации пара из атмосферного воздуха

$$Nu = C \cdot Re^n \cdot Pr^{0,43} \cdot (Pr_{ж}/Pr_{ст.})^{0,25} \quad (2)$$

при наличии процесса конденсации

$$Nu = A_k \cdot Re_k^p \cdot Pr^m \quad (3)$$

б) для ламинарного, т.е. перемещения теплоносителя за счет разности плотностей и, соответственно, температур по высоте наружной стены жилого здания

при отсутствии конденсации паров

$$Nu = A_1 (Re \cdot Pr)^P \quad (4)$$

при конденсации паров атмосферной влаги

$$Nu = A_2 \left[Re \cdot Pr \left(\frac{d_э}{L} \right) \right] \cdot r \quad (5)$$

где Nu , Re , Pr – критерии Нуссельта, Рейнольдса и Прандтля;

L – длина криволинейного канала на одной панели, м;

r – удельная теплота фазового превращения вещества, Дж/кг;

n , p , m и C , A – значение показателей степени и коэффициенты, полученные экспериментально с использованием теории подобия применительно к конкретным погодноклиматическим условиям эксплуатации здания;

$d_э$ – эквивалентный диаметр полости криволинейной канавки;

индексы k , 1 и 2 означают отнесение к конденсату и теплоносителю без наличия конденсата и с конденсатом.

Гидравлические сопротивления, возникающие при движении вентиляционного воздуха в криволинейных канавках имеют сложный механизм, обусловленный вязкостью воздуха как

теплоносителя, так и конструктивной особенностью выполнения воздушной прослойки. Для определения гидравлического сопротивления воздушной прослойки местные сопротивления (ξ_i) равномерно расположенные по длине криволинейной канавки учитываем совместно с сопротивлением трения (ξ) посредством условного коэффициента сопротивления

$$\xi = \xi_0 + \xi_i \quad (6)$$

Тогда гидравлическое сопротивление по длине криволинейных канавок определим по уравнению Дарси-Вейсбаха

$$\Delta P = \xi \frac{L}{d_y} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} \quad (7)$$

где ω - скорость движения теплоносителя, м/с;
 ρ - плотность теплоносителя, кг/м³.

Для вычисления условного коэффициента трения ξ в наших расчетах используем критеральное уравнение

$$Eu = f(\text{Re}) \quad (8)$$

где Eu – критерий Эйлера, $Eu = \Delta P_{\text{па}} / (\rho \omega^2)$, тогда

$$\xi = 2Eu d_y / L. \quad (9)$$

Здесь $Eu = f(\text{Re})$ устанавливаем путем обработки экспериментальных данных для каждого из рассматриваемых режимов движения теплоносителя в воздушной прослойке, т.е. для турбулентного и ламинарного

При турбулентном режиме, вызванном работой вентилятора или вибратора, особенностью процесса движения теплоносителя в криволинейной канавке является многократно повторяющийся поворот элементарного объема жидкости, движущегося со скоростью ω , масса которого равна

$$dm = \rho d_3 dfdr \quad (10)$$

где df - площадь поперечного сечения элементарного объема, м²;

dr - направление перемещения в данный момент, м.

Элементарная центробежная сила, действующая на этот объем, составляет $\rho dfdr \omega^2 / r$. Эта сила уравновешивается разностью сил давления на гранях рассматриваемого объема

$$dp = \left(\frac{dp}{dr} \right) dfdr \quad (11)$$

Проектируя все силы на направление r , на основе принципа Даламбера запишем

$$\rho dfdr \cdot \omega^2 / r - dp / dr dfdr = 0 \quad (12)$$

откуда

$$\rho \omega^2 / r = dp / dr \quad (13)$$

Так как давление вентиляционного воздуха по всему сечению криволинейной канавки должно быть постоянным, то изменение статического давления на основании уравнения Бернулли будет происходить только вследствие изменения скоростного напора так как

$$p + \rho \omega^2 / 2 = \text{const} \quad (14)$$

Дифференцируя это уравнение, получаем

$$dp / p = - \rho \omega d\omega / dr \quad (15)$$

Подставляя значения dp / dr в (13), получаем

$$\begin{aligned} - \rho \omega d\omega / dr &= \rho \omega^2 / r \\ \text{или } \omega / r + d\omega / dr &= 0 \end{aligned} \quad (16)$$

Интегрируя это уравнение, имеем

$$r \omega = \text{const} \quad (17)$$

Следовательно, при прохождении вентиляционным воздухом поворота криволинейной канавки частицы потока, описывающие дуги больших радиусов (у вогнутой стенки канавки), движутся медленнее, чем частицы, описывающие дуги малых радиусов (у выпуклой стенки поворота канавки). В результате при перемещении по повороту образуется область вихревого движения потока вентиляционного воздуха. По опытным данным при угле поворота криволинейной канавки достигающим 90°, глубина вихревой области составляет около половины эквивалентного диаметра канавки и коэффициент сжатия струи равен приблизительно 0,5. Это дает возможность определять гидравлические потери в воздушной прослойке по повороту криволинейной канавки, расположенной на внутренней поверхности панелей по теореме Борда:

$$\Delta P_{\text{пов}} = \frac{\rho \omega^2}{2} \left(\frac{1}{\varepsilon} - 1 \right) \quad (18)$$

где ε - коэффициент сжатия потока вентиляционного воздуха при перемещении по криволинейной канавке.

Тогда суммарное гидравлическое сопротивление панели при омывании ее вентиляционным воздухом в воздушной прослойке определится как

$$\Delta P_{\text{сум}} = \Delta P_L + \Delta P_{\text{пов}} \quad (19)$$

Полученное значение гидравлического сопротивления для вентилируемой воздушной прослойки определяет значение мощности N двигателя вентилятора или вибратора, необходимой для перемещения потока воздуха между наружной стеной жилого здания и панелью

$$N = V \Delta P_{\text{сум}} / \eta = G \Delta P_{\text{сум}} / (\rho \eta) \quad (20)$$

где V и G соответственно объемный (м³/с) и массовый (кг/с) расход вентиляционного воздуха;

η - КПД вентилятора или вибратора.

Для определения достигнутой интенсивности теплопередачи определяем удельную мощность N_o (отнесенная к единице площади F поверхности панели – теплообмена), Вт/м²

$$N_o = \frac{N}{F} \quad (21)$$

На основе данных положений была разработана панель для дополнительной теплоизоляции стен [4], содержащая листы, образующие воздушную прослойку между наружной стеной здания и окружающей средой через, например полиуретановый поропласт, при этом листы панели конструктивно сгруппированы пакетами по восемь штук с жестким соединением между со-

бой и девятым в центре, который имеет возможность горизонтального перемещения относительно стены посредством вибратора, обеспечивающим турбулизацию движения вентиляционного воздуха по криволинейным канавкам тыльной поверхности листов панели.

Конструктивное решение значительно сокращает тепловые потери, а новизна его защищена патентом РФ на полезную модель.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Представленные теоретические положения позволили выявить зависимость между условиями создания эффективного использования воздушной прослойки наружных ограждений и режимом движения теплоносителя, определяемого аэродинамическим сопротивлением перемещения атмосферного воздуха по криволинейным канавкам.

2. Получены аналитические зависимости, описывающие особенности движения теплоносителя по криволинейным канавкам с образованием завихрений, которые стали основой разработки конструктивного решения эффективной теплозащиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – М.: Энергия, 1977.-344 с. Изд. второе, Москва, Энергия, 1977.
2. Адигутори, Е. Ф. Новые методы в теплопередаче / Е. Ф. Адигутори. -М.: Мир, 1977.-232 с.
3. Пат.93833 Российская Федерация, МПК7 У 04В 1/80 Панель для дополнительной теплоизоляции стен [Текст] / Кобелев Н.С., Яцун С.Ф., Медведев А.А.; заявитель и патентообладатель КурскГТУ. - № 93833, Бюл. № 19.-2с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Шаптала В. Г., д-р. техн. наук, проф.,
Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, доц.,
Шаптала В. В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

zchs@intbel.ru

Приведен анализ экспертных систем по прогнозированию чрезвычайных ситуаций и разработаны методы автоматизации работы таких систем с помощью нейронных сетей.

Ключевые слова: эксперт, экспертные системы, экспертный совет, чрезвычайная ситуация, нейронная сеть, алгоритм.

Знания, которыми обладает специалист, работающий в любой предметной области, можно разделить на формализуемые и плохо формализуемые. Формализуемые знания излагаются в пособиях, справочниках, руководствах, нормативных документах в виде определений, положений, таблиц, формул, алгоритмов и т.д.

Неформализуемые знания в виду их нечеткости, субъективности, приблизительности и вообще невербальности, как правило, на носителях не фиксируются, но в неявном виде безусловно используются при принятии решений [1].

Прогноз и предупреждение ЧС в настоящее время осуществляется в значительной мере на

основе плохо формализуемых и вообще неформализуемых знаний, которые являются результатом многолетних наблюдений, опыта работы и интуиции специалистов. В этих условиях важным инструментом решения задач моделирования и предсказания опасных событий являются экспертные системы.

Экспертные системы представляют собой сложные программные комплексы собирающие, обрабатывающие и обобщающие плохо формализуемые знания специалистов – экспертов и предоставляющие их менее подготовленным пользователям. Блок-схема типичной экспертной системы приведена на рисунке 1.

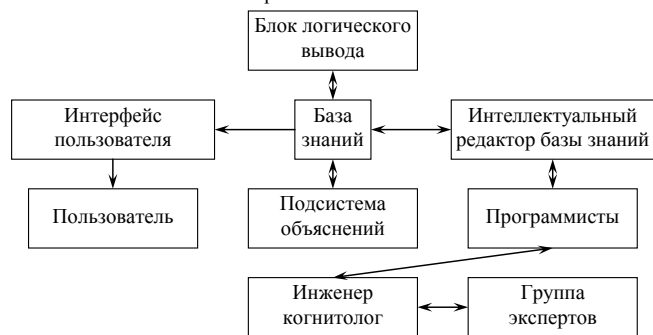


Рисунок 1. Блок-схема типичной экспертной системы

В состав экспертной системы по прогнозированию ЧС должны входить следующие связанные между собой модули:

– **база знаний** – совокупность основных знаний в области моделирования и прогнозирования ЧС;

– **интеллектуальный редактор базы знаний** – программа, позволяющая инженеру-когнитологу и программистам создавать, дополнять и корректировать базу знаний в диалоговом регионе;

– **интерфейс пользователя** – комплекс программ, поддерживающих диалог пользователя с экспертной системой в режимах ввода исходной информации и получения результатов;

– **блок логического вывода** – программа, моделирующая ход рассуждений экспертов;

– **подсистема объяснений** – программа, иллюстрирующая ход получения того или иного решения или рекомендации.

Экспертная система должна разрабатываться четырьмя взаимодействующими группами

специалистов: эксперты; инженеры-когнитологи, специализирующиеся в области создания баз знаний; программисты; пользователи.

Экспертная система может работать в двух режимах: приобретения знаний и решения задач, разработки рекомендаций, консультаций.

Наполнение и актуализация базы знаний происходит в результате работы группы экспертов. В настоящее время применяются несколько схем наиболее эффективного использования экспертного знания, в том числе и с применением нейронных сетей.

Разновидностью экспертных систем являются экспертные советы, применяемые для принятия решений по тем или иным вопросам безопасности. Особенностью и достоинством экспертных советов является то, что в них группа профессионалов, каждый из которых обладает опытом и знаниями в своей узкой области, вместе принимают решения в таких сложных ситуациях, анализ которых отдельному специалисту недоступен.

В экспертных советах решение, как правило, принимается большинством голосов, при этом голос каждого эксперта равнозначен. Однако, по отдельным вопросам компетентность экспертов в силу особенностей индивидуального опыта и узкой специализации, будет различной. Отсюда следует необходимость для повышения эффективности работы экспертного совета в целом учитывать компетентность каждого специалиста, участвующего в голосовании. Каких-либо методов оценки компетентности экспертов априори, т.е. до голосований не существует. Однако, такие оценки можно получить по мере работы совета сравнивая результаты голосований экспертов с достоверностью выработанных советом прогнозов. Это дает возможность в результате анализа серии экспертиз ранжировать экспертов и учитывать в будущем их мнения с различными весами.

Одним из методов автоматизации таких оценок и организации процедуры «настройки» экспертного совета являются нейронные сети [2].

Рассмотрим однослойную нейронную сеть прямого распространения.

На входы сети, число которых равно нечетному числу экспертов n , подаются их голоса: 1 – «за», 0 – «против». Сеть имеет один выход, выдающий исход голосования: 1 – «принято», 0 – «отклонено». После того, как соответствие принятого советом решения реальности становится известным (прогнозируемое событие произошло или не произошло), происходит корректировка весовых коэффициентов сети.

Результат голосования экспертов представляем входным вектором x :

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n),$$

$$\text{где: } x_i = \begin{cases} 1 - \text{«За»}; \\ 0 - \text{«Против»}. \end{cases}$$

Предположим, что выполнена серия из m экспертиз. Тогда работу экспертного совета можно охарактеризовать множеством векторов $x^{(k)}$, $k = 1, \dots, m$. Решения совета, принятые большинством голосов, можно представить в виде вектора прогноза $p_{\text{св}}$:

$$p_{\text{св}} = (p^{(1)}, p^{(2)}, \dots, p^{(m)}),$$

$$\text{где } p^{(k)} = \begin{cases} 1, & \text{если } v^{(k)} \geq \frac{n+1}{2}; \\ 0, & \text{если } v^{(k)} < \frac{n+1}{2}, \end{cases}$$

$$v^{(k)} = \sum_{i=1}^n x_i^{(k)} - \text{количество голосов «за»}$$

при голосовании в k -ой экспертизе.

Действительная реализация прогнозируемых событий отображается вектором d :

$$d = (d^{(1)}, d^{(2)}, \dots, d^{(m)}),$$

$$\text{где } d^{(k)} = \begin{cases} 1, & \text{если событие произошло}; \\ 0, & \text{если событие не произошло}. \end{cases}$$

Среднеквадратичная ошибка прогноза совета вычисляется по формуле:

$$\sigma_{\text{св}} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (d^{(k)} - p^{(k)})^2.$$

Ответ нейронной сети на входной вектор $x^{(k)}$ обозначим $y^{(k)}$.

Множество пар $(x^{(k)}, d^{(k)})$ образуют обучающую выборку.

Рассмотрим простейший алгоритм обучения нейронной сети, моделирующей работу экспертного совета.

На каждой итерации, соответствующей очередной экспертизе, вычисляется разница между индикатором наступления реального события $d^{(k)}$ и ответом нейронной сети $y^{(k)}$: $\epsilon^{(k)} = d^{(k)} - y^{(k)}$, а затем выполняется корректировка весовых коэффициентов и порога срабатывания нейрона. При этом могут возникнуть следующие ситуации:

– если ответ сети правильный, т.е. $\epsilon = 0$, то весовые коэффициенты входов $w_i^{(k)}$ и пороговое значение нейрона $\theta^{(k)}$ остаются без изменения;

– если ответ сети неправильный и равен нулю ($\epsilon > 0$), то веса активных входов увеличиваются, например, на величину $\epsilon x_i^{(k)}$, а порог срабатывания нейрона уменьшается, например на величину ϵ ;

– если ответ сети неправильный и равен единице ($\varepsilon < 0$), то веса входов уменьшаются, а порог нейрона увеличивается.

В итоге получается следующий алгоритм:

1. $S^{(k)} = \sum_{i=1}^n w_i^{(k)} x_i^{(k)}$;
2. $y_k = \begin{cases} 1, & \text{если } S^{(k)} \geq \theta_k; \\ 0, & \text{если } S^{(k)} < \theta_k; \end{cases}$
3. $\varepsilon^{(k)} = d^{(k)} - y^{(k)}$;
4. Если $\varepsilon^{(k)} = 0$, то перейти на шаг 1;
5. $w_i^{(k+1)} = w_i^{(k)} + r \varepsilon^{(k)} x_i^{(k)}$;
6. $\theta^{(k+1)} = \theta^{(k)} + r \varepsilon^{(k)}$;

где r – коэффициент скорости обучения;

6. Перейти к шагу 1 или закончить процесс обучения.

Рассмотренный выше алгоритм можно усовершенствовать, если вместо ступенчатой использовать непрерывные функции активации нейронов, например, функцию гиперболического тангенса или сигмоидную функцию:

$$y = \frac{1}{1 + \exp(-bS)},$$

где b – коэффициент, определяющий наклон графика сигмоидной функции в т. (0, 0,5) (рис. 2):

$$\operatorname{tg} \alpha = y'(0) = \frac{b}{4}.$$

Величина коэффициента b подбирается в процессе обучения сети.

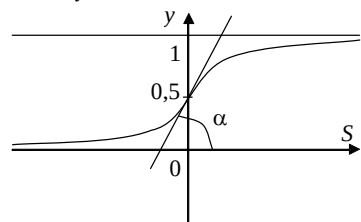


Рисунок 2. К определению наклона графика активационной функции

Целью процесса обучения сети является минимизация среднего квадратического отклонения выходных ответов сети от требуемых (реальных) значений:

$$\sigma_c = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (d^{(k)} - y^{(k)})^2.$$

Обучение сети ведется по следующим итерационным соотношениям:

$$S^{(t)} = \sum_{i=1}^n w_i^{(t)} x_i^{(t)};$$

$$z(t) = \frac{1}{1 + e^{-bS(t)}};$$

$$w_i^{(t+1)} = w_i^{(t)} + \Delta w_i^{(t)};$$

$$\Delta w_i^{(t)} = r(d^{(t)} - z^{(t)})z^{(t)}(1 - z^{(t)})x_i^{(t)}.$$

Начальные значения весовых коэффициентов задаются одинаковыми для всех экспертов. Параметры обучения b и r подбираются опытным путем.

В режиме принятия решения ответ обученной сети рассчитывается следующим образом:

$$S^{(k)} = \sum_{i=1}^n w_i x_i^{(k)};$$

$$z^{(k)} = \frac{1}{1 + e^{-bS^{(k)}}};$$

$$y^{(k)} = \begin{cases} 1, & z^{(k)} \geq \theta; \\ 0, & z^{(k)} < \theta, \end{cases}$$

где θ – порог срабатывания нейрона, величина которого определяется условием «взвешенного» большинства:

$$\theta = \frac{1}{1 + e^{-bV}};$$

$$V = \frac{\left(\sum_{i=1}^n w_i \right)}{2}.$$

Расчеты показывают, что возможности однослойных персептронов с сигмоидной активационной функцией при моделировании работы экспертных советов весьма ограничены.

Более эффективно применение многослойных персептронов с набором активационных функций [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ясницкий, Л. Н. Введение в искусственный интеллект [Текст] / Л. Н. Ясницкий. – М.: «Академия», 2005. – 176 с.
2. Методическое обеспечение стенда комплексной системы научного мониторинга и прогнозирования природных рисков чрезвычайных ситуаций: отчет по НИР. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2007. – 50 с.
3. Головкин, В. А. Нейроинтеллект: Теория и применения. Книга 1. Организация и обучение нейронных сетей с прямыми и обратными связями [Текст] / В. А. Головкин. – Брест: БПИ, 1999. – 260 с.

Потапенко Е. А., канд. техн. наук, проф.,
Солдатенков А. С., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

potapenko@intbel.ru

В работе исследованы алгоритмы управления процессом теплоснабжения зданий и сооружений по схеме зависимого присоединения для повышения энергосбережения, а также особенности переходных характеристик и фазовых траекторий в исследуемой системе. Разработана структура регулятора на основе синтезированных алгоритмов.

Ключевые слова: система теплоснабжения, экспериментальные исследования, математическое моделирование, фазовый портрет, законы управления, автоматическое регулирование.

Теплоэнергетика является одной из важных составляющих топливно-энергетического комплекса страны, и ее развитие является одной из приоритетных задач Правительства. Важно учитывать, что расходы на тепловую энергию являются преобладающими среди статей коммунальных расходов предприятий и организаций [1]. В связи с этим важным направлением в решении проблем энергосбережения должна стать реконструкция элеваторных тепловых пунктов с созданием систем автоматического регулирования и учета тепловой энергии на базе современного энергосберегающего оборудования. При этом с целью эффективного управления распределенными энергосистемами зданий и обеспечения экономии и рационального использования энергоресурсов основной упор необходимо сделать на разработку автоматизированных систем диспетчерского управления процессами теплоснабжения зданий и сооружений, что в совокуп-

ности позволит снизить потребление тепловой энергии в среднем до 30% [2, 3].

Рассмотрим особенности процесса теплоснабжения здания или сооружения с зависимым присоединением к тепловым сетям на основе системы отопления. На рис. 1 представлена схема системы отопления здания, в которой приняты следующие обозначения: M_2 , K_1 – исполнительный механизм с регулирующим клапаном; M_1 , H_1 – электропривод с циркуляционным насосом; CO – система отопления здания; KO_1 – обратный клапан, G_1 , T_1 – соответственно расход и температура теплоносителя из теплосетей; T_2 – температура возвращаемого в теплосети теплоносителя; G_{co} , T_{co} – соответственно расход и температура теплоносителя в подающем трубопроводе CO здания; G_{ok} и T_o – соответственно расход и температура теплоносителя участка смешивания.

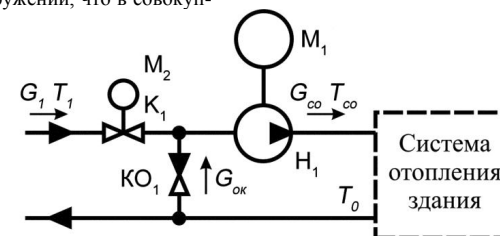


Рисунок 1. Схема системы отопления с зависимым теплоснабжением

Для оценки эффективности существующих и апробации новых методов и алгоритмов управления необходимо обладать адекватной математической моделью процесса отопления здания. В общем случае нестационарные процессы в системе отопления определяются на основе решения краевой задачи с уравнением теплопроводности с учетом вынужденной конвек-

ции [4]. Сложность данной модели обусловлена необходимостью задания существующей конфигурации системы отопления, с точным расположением ветвей, стояков и отопительных приборов, а также различных параметров, таких как: расход по ветвям и стоякам, теплотребление отопительных приборов и т.д., причём их значения могут изменяться в процессе эксплуатации.

Исходя из вышеизложенного, целесообразно применить математическую модель, основанную на использовании результатов экспериментальных исследований объекта, представленную в [4].

Процесс отопления здания описывается следующей системой уравнений, которая включает в себя нелинейное алгебраическое уравнение, описывающее участок смешивания теплоносителя:

$$\begin{cases} T_1 G_1(t) + T_o(t) \cdot (G_{co} - G_1(t)) = G_{co} T_{co}(t), \\ G_{ок}(t) + G_1(t) = G_{co}, \end{cases} \quad (1)$$

$$\tau_1 \tau_2 \frac{d^2 T_o}{dt^2} + (\tau_1 + \tau_2) \frac{dT_o}{dt} + T_o(t) = k T_{co}(t).$$

Динамические процессы в системе отопления описываются аperiodическим звеном второго порядка, причем выходная величина – $T_o(t)$, а входная – $T_{co}(t)$.

После замены переменных $T_{co}(t) = x_1$, $T_o(t) = x_2$, $G_1(t) = U$, система уравнений (1) в форме пространства состояний будет иметь вид:

$$\begin{cases} \frac{dx_2}{dt} = x_3, \\ \frac{dx_3}{dt} = \frac{k-1}{\tau_1 \tau_2} x_2 - \frac{(\tau_1 + \tau_2)}{\tau_1 \tau_2} x_3 + \frac{k T_1}{\tau_1 \tau_2 G_{co}} U - \frac{k}{\tau_1 \tau_2 G_{co}} x_2 U. \end{cases} \quad (2)$$

При этом уравнения сепаратрис в фазовой плоскости следующие [4]:

$$\begin{cases} H = L_1(x_2, x_3, U) = x_3 - (x_2 + \frac{c}{a}) (\frac{b + \sqrt{b^2 + 4a}}{2}), \\ V = L_2(x_2, x_3, U) = x_3 - (x_2 + \frac{c}{a}) (\frac{b - \sqrt{b^2 + 4a}}{2}). \end{cases} \quad (3)$$

где $a = \frac{(k-1)G_{co} - kU}{\tau_1 \tau_2 G_{co}}$, $b = -\frac{(\tau_1 + \tau_2)}{\tau_1 \tau_2}$, $c = \frac{k T_1 U}{\tau_1 \tau_2 G_{co}}$

Для исследования динамики системы (2) выполним аппроксимацию производных по методу левых прямоугольников и получим си-

$$\begin{cases} x_2[n+1] = x_2[n] + \Delta t x_3, \\ x_3[n+1] = x_3[n] + \Delta t \left[\frac{(k-1)x_2[n]}{\tau_1 \tau_2} - \frac{(\tau_1 + \tau_2)x_3[n]}{\tau_1 \tau_2} + \frac{k T_1 U[n]}{\tau_1 \tau_2 G_{co}} - \frac{k x_2[n] U[n]}{\tau_1 \tau_2 G_{co}} \right]. \end{cases} \quad (4)$$

Путем изменения начальных условий $x_2[0]$, $x_3[0]$ можно получить все семейство фазовых траекторий движения системы (2), представленное на рис. 2.

При моделировании использовались следующие значения параметров объекта управления: $k=0,7$; $\tau_1=760$ с; $\tau_2=1300$ с; $T_1=100^\circ\text{C}$; $G_{co}=15$ м³/ч; $\Delta t=10$ с.

Из анализа результатов (см. рис. 2, а) можно сделать следующие выводы. На фазовой

плоскости существует два типа фазовых траекторий, различающихся по направлению движения – области 1, 2 и области 3, 4. Все траектории сходятся к установившемуся значению x_2 , которое определяется из уравнения участка смешивания при заданном значении U , а сепаратрисы V и H описывается системой уравнений (3). Точку их пересечения можно получить, приняв $x_3=0$. При этом следует, что $x_2 = -c/a = T_o$.

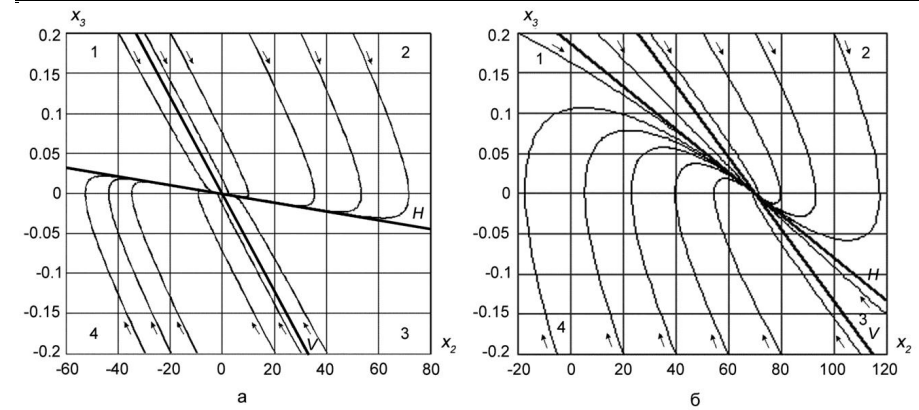


Рисунок 2. Фазовые портреты исследуемой системы:
а – значения $U = U_{min} = 0$ м³/ч; б – значения $U = U_{max} = G_{co} = 15$ м³/ч

С точки зрения реального функционирования системы теплоснабжения, движение изображающей точки всегда должно начинаться с оси абсцисс, т.е. при $x_3=0$, что соответствует установившемуся режиму. Далее в зависимости от уровня управляющего воздействия U изображающая точка будет двигаться по соответствующей фазовой траектории в области 2 или 4 (см. рис. 2). Следует отметить, что при движении изображающей точки x_3 достигает максимума намного быстрее, чем длится переходный процесс (см. рис. 3, а), т.е. участок фазовой траектории до максимума x_3 изображающая точка (ИТ)

проходит очень быстро. Движение по траекториям областей 2 и 4 занимает одинаковое время, которое зависит от параметров объекта τ_1 и τ_2 (см. рис. 3, а). Движение ИТ по фазовым траекториям в областях 1 и 3 занимает значительно меньшее время, но попасть на них можно только с переходного режима, поскольку $x_3 \neq 0$. На рис. 3 б и в приведены переходные характеристики и соответствующие им фазовые траектории при различных значениях x_3 . Движение по сепаратрисе V обеспечивает наименьшую длительность переходного процесса.

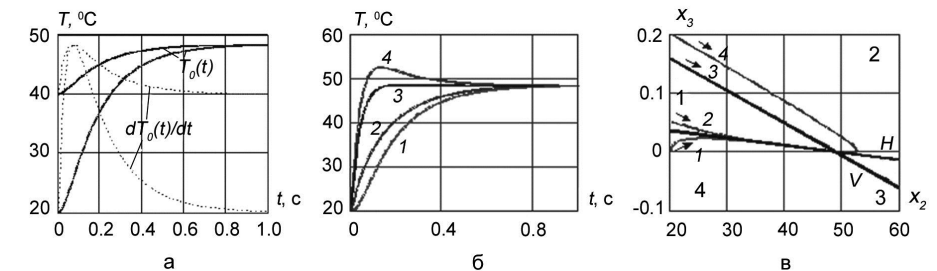


Рисунок 3. Переходные характеристики и фазовые траектории в исследуемой системе
а – переходные характеристики исследуемой системы с учётом (рис. 2); б – переходные характеристики при различных значениях x_3 (обозначения кривых 1, 2, 3, 4); в – фазовые траектории при различных значениях x_3 (обозначения областей 1, 2, 3, 4)

Таким образом, чтобы попасть на сепаратрису V или H ИТ необходимо начинать движение при значении U большем, чем необходимо для выхода на режим теплоснабжения, например при $U = U_{max}$, а затем при достижении ИТ сепара-

трисы, переключить управление на соответствующее установившемуся значению. При этом переключение по линии H обеспечивает значительно меньшее теплопотребление, а переключе-

чение по линии V обеспечивает меньшую длительность переходного процесса.

$$U = \begin{cases} U_{\max}, L_{1,2}(x_2, x_3, U_{\text{уст}}) < 0 \\ U_{\text{уст}}, L_{1,2}(x_2, x_3, U_{\text{уст}}) > 0 \end{cases}, \varepsilon > 0; \quad U = \begin{cases} U_{\min}, L_{1,2}(x_2, x_3, U_{\text{уст}}) > 0 \\ U_{\text{уст}}, L_{1,2}(x_2, x_3, U_{\text{уст}}) < 0 \end{cases}, \varepsilon < 0, \quad (5)$$

где $\varepsilon = (T_{\text{co}}^{\text{def}} - T_{\text{co}})$ – рассогласование; $U_{\max} = G_{\text{co}}$, $U_{\min} = 0$; $U_{\text{уст}}$ определяется из уравнения участка смешивания теплоносителя и имеет вид $U_{\text{уст}} = \frac{T_{\text{co}}^{\text{def}} G_{\text{co}} (1-k)}{(T_1 - T_{\text{co}}^{\text{def}})k}$.

Для оценки эффективности предложенного управления сравним его с существующим ПИ-регулированием по критериям быстродействия и энергопотребления, которое оценим по следующей формуле:

$$Q = \Delta t \cdot \sum_{n=0}^N (T_1 - x_2[n]) \cdot U[n]. \quad (6)$$

В целях сравнения используем следующие законы управления:

$$U_1 = U_{\text{уст}}; \quad (7)$$

Следовательно, энергоэффективное управление при стабилизации $T_{\text{co}}^{\text{def}}$ будет иметь следующий вид:

$$U_2 = K_n (T_{\text{co}}^{\text{def}} - x_1(t)) + \frac{1}{T_u} \int (T_{\text{co}}^{\text{def}} - x_1(t)) dt; \quad (8)$$

$$U_3 = \begin{cases} G_{\text{co}}, L_1(x_2, x_3, U_{\text{уст}}) < 0, \\ U_{\text{уст}}, L_1(x_2, x_3, U_{\text{уст}}) > 0; \end{cases} \quad (9)$$

$$U_4 = \begin{cases} G_{\text{co}}, x_3 < (x_3)_{\max}, \\ U_{\text{уст}}, x_3 > (x_3)_{\max}; \end{cases} \quad (10)$$

$$U_5 = \begin{cases} G_{\text{co}}, L_2(x_2, x_3, U_{\text{уст}}) < 0, \\ U_{\text{уст}}, L_2(x_2, x_3, U_{\text{уст}}) > 0. \end{cases} \quad (11)$$

В таблице 1 представлены основные результаты расчётов системы на основе проведенных исследований с учётом особенностей законов управления.

Таблица 1

Результаты моделирования								
$T_{\text{co}}, ^\circ\text{C}$	30	40	50	60	70	80	90	100
$U_{\text{уст}}/G_{\text{co}}$	0,11	0,17	0,23	0,31	0,41	0,55	0,73	1,00
$Q_1/Q_1, \%$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
$Q_2/Q_1, \%$	0,91	4,75	5,79	5,51	4,55	3,20	1,64	0,00
$Q_3/Q_1, \%$	1,25	1,56	1,51	1,63	1,65	1,50	1,26	0,00
$Q_4/Q_1, \%$	35,94	11,58	14,43	9,26	5,75	3,20	1,31	0,00
$Q_5/Q_1, \%$	2,51	6,98	8,89	8,37	7,22	5,34	2,99	0,00

В результате анализа результатов, полученных при моделировании и представленных в таблице, можно сделать вывод, что при малых рассогласованиях, менее 5°C , для стабилизации T_{co} целесообразно использовать ПИ-закон регулирования с учётом пропорциональной и интегральной составляющих, описываемый уравнением (8). При больших величинах рассогласования, т.е. при переходе с ночного на дневной режим отопления следует использовать закон управления в виде уравнений (9), обеспечивающий меньшее энергопотребление, но при удовлетворительном времени регулирования или закон управления в виде уравнений (11), обеспечивающий намного меньшее время регулирования (в 3 раза по сравнению с законом управления в виде уравнений (9)) при практически одинаковом (на 1, ..., 5% больше) теплотреблении. Кроме того, немаловажным достоин-

ством законов управления (см. ур-ния (9), (11)) является возможность, так называемого «натопы» в здании при смене режима отопления. Закон управления в виде уравнения (7) обеспечивает минимальное энергопотребление, но имеет неудовлетворительное время регулирования, кроме того, отсутствует период «натопы».

При моделировании установлено, что наклон сепаратрисы значительное влияние оказывает изменение параметров τ_1 , τ_2 модели ОУ, следовательно, в реальных условиях функционирования системы управление на базе аналитического представления сепаратрисы будет неэффективным из-за дрейфа параметров объекта. Следовательно, необходимо предложить закон управления на основе уравнений (9) и (11), но момент переключения выбрать, например, при достижении максимума переменной x_3 , т.е. при законе управления в виде уравнений (10). Из

анализа результатов моделирования следует, что закон управления в виде уравнений (10), при значительных рассогласованиях, имеет быстродействие не хуже, чем закон управления в виде уравнений (11), и при меньшем энергопотреблении, имеет период натопы и не зависит от параметров модели.

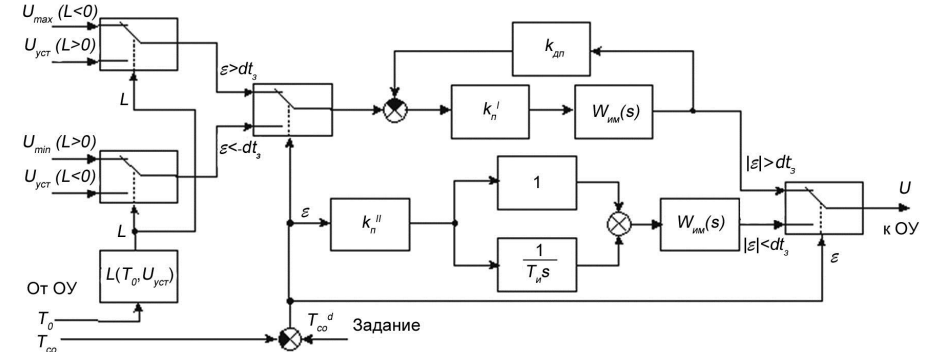


Рисунок 4. Структура регулятора системы управления процессом отопления здания

В зависимости от уровня сигнала рассогласования ε происходит воздействие на объект управления по ПИ-закону регулирования (при малых рассогласованиях) или по закону на основе синтезированных алгоритмов управления (при больших рассогласованиях). Под большими рассогласованиями понимаются режимы переключения по заданной программе, связанные с повышением или понижением температуры в помещениях здания. Момент переключения определяется по достижении температуры теплоносителя T_{co} заданного уровня $T_{\text{co}}^{\text{def}} \pm \Delta t_s$. Уровень воздействия по разработанному закону зависит от знака ε и знака соотношений (3), определяющих линию переключения в фазовой

С учётом вышеизложенного можно сконструировать автоматический регулятор с переменной структурой на основе синтезированных алгоритмов управления. Регулятор такого типа представлен на рис. 4.

плоскости, а также от значения переменной x_2 (T_0).

Кроме того, значительные изменения параметров теплоносителя возможны на источнике тепла, например, на районной котельной, которые аналогичны большим рассогласованиям в режимах переключения по заданной программе (при переходе с ночного на дневной режим отопления или обратно) в автоматизированном индивидуальном тепловом пункте (ИТП), которые также приведут, например, к изменениям температуры или расхода теплоносителя на вводе в ИТП. Процесс изменения температуры теплоносителя в трубопроводах на вводе тепловых сетей в ИТП при постоянном расходе теплоносителя представлен на рис. 5.

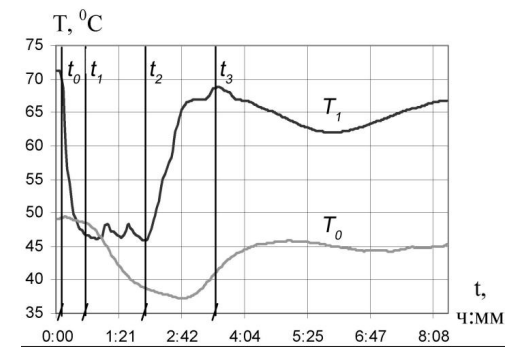


Рисунок 5. Пример, изменения температуры теплоносителя на вводе тепловых сетей в ИТП: T_1 , T_0 – температура теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах; по оси абсцисс – изменение времени переходного процесса в часах (ч) и минутах (м)

Для управления по разработанному закону регулирования необходимо располагать не только значением x_2 , но и значением первой производной dx_2/dt (см. рис. 3, а). Известно, что дифференцирование в условиях реального функционирования объекта - сложная задача, связанная с фильтрацией помех, воздействующих на объект и др. Однако, учитывая инерционность объекта и то, что x_2 формируется на выходе объекта, обладающего значительной постоянной времени, который сглаживает помехи, возникающие при скачкообразных изменениях давления и расхода в теплосети, то задача дифференцирования для цифрового регулятора сводится к нахождению соответствующей аппроксимации оператора дифференцирования по значениям на предыдущих шагах.

Выводы по результатам исследований следующие: целесообразно использовать сочетание различных законов управления и при этом применять регулятор с переменной структурой, который бы функционировал следующим образом. Для выхода на дневной или ночной режим теплоснабжения здания необходимо использовать законы управления в виде уравнений (9)-(10), позволяющие снизить потери при смене режима, который выполняется в соответствии с суточной или недельной программой. Вместе с тем, для осуществления погодной коррекции подачи теплоносителя и при отработке возмущений, свя-

занных как с внешними, так и с внутренними факторами необходимо использовать ПИ-закон регулирования (см. уравнение (8)).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергетическая стратегия России на период до 2020 г. Министерство энергетики РФ. <http://www.mte.gov.ru/docs/32/189.html>
2. Опыт внедрения современных энергоэффективных технологий на основе автоматизации распределенных энергосистем зданий вуза/ А.М. Гривчин [и др.] // Строительные материалы. Приложение «Строительные материалы: бизнес» №4. – М., 2005. – №2. – С. 2-5.
3. Потапенко, А.Н. Вопросы эффективности и особенности развития АСДУ распределенными энергосистемами зданий образовательного назначения / А.Н. Потапенко, А.В. Белоусов, Е.А. Потапенко // Журнал «Энергоэффективность: Опыт, проблемы, решения». – Вып. 3. – 2003. – С. 58-67.
4. Автоматизированное управление процессом централизованного теплоснабжения распределенного комплекса зданий с учетом моделирования этих процессов / А.Н. Потапенко [и др.] // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2007. – № 7-8. – С. 120-134.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Добровольский В.С., канд. воен. наук, проф.
Национальный исследовательский университет
НИТУ-МИСИС, г. Москва

Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ – ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОСНОВА СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

zchs@intbel.ru

Дана характеристика основных составляющих «Культура безопасности жизнедеятельности», которая является композицией трех составляющих его понятий «Культура», «Безопасность» и «Жизнедеятельность»

Ключевые слова: опасность, угроза, риск, чрезвычайная ситуация, культура, безопасность, жизнедеятельность.

Современный этап общественного развития характеризуется нарастанием опасностей, угроз и рисков во всех сферах жизнедеятельности.

Для целостного восприятия затрагиваемых в работе проблем приведем определения содержания понятий используемых в ней терминов «Опасность», «Угроза», «Риск» [2, 4], в соответствии с которыми:

– под «**опасностью**» понимается состояние окружающей среды (естественной, искусственной, социальной, деловой), характеризующееся созданием в ней при определенных условиях возможности оказания негативных воздействий на территории, объекты и органы управления с причинением им ущерба;

– под «**угрозой**» понимается признак непосредственной опасности нанесения территориям объектам, органам управления и окружающей среде ущерба неточно определенного содержания или тяжести, возможности парирования которой точно не установлены;

– под «**риском**» понимается возможность наступления событий с негативными последствиями, т.е. возможность реализации предполагаемой опасности.

Угрозы XXI века носят комплексный характер, который проявляется во взаимозависимости военных, природных, техногенных, политических, экономических, социальных, экологических и научно-технических рисков, в увеличивающемся масштабе последствий чрезвычай-

ных ситуаций, в обострении старых и появлении новых нетрадиционных видов опасностей (в информационной, биолого-социальной, технологической, и других сферах). Совокупность основных угроз, оказывающих поражающее воздействие на объекты производственной, социальной (в т.ч. сферы образования) и иных сфер жизнедеятельности населения Российской Федерации показана на рисунке 1.

Предоставляя военным специалистам возможность исследования состояния военной угрозы, обратим внимание на то, что и в условиях мирного времени при отсутствии опасностей и поражающих факторов, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий, на территории нашей страны сохраняется высокая степень опасности для жизни и здоровья человека, вследствие общего возрастания опасностей и угроз природного и техногенного характера, а также террористических проявлений.

По данным ежегодных Государственных докладов «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» за последнее десятилетие в России сформировалась устойчивая тенденция роста количества и тяжести последствий чрезвычайных и кризисных ситуаций.

По оценкам специалистов ежегодный невосполняемый совокупный материальный

ущерб от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера ежегодно может составлять до 10–15% валового внутреннего продукта.

Исследования в области защиты от чрезвычайных ситуаций свидетельствуют о том, что в возрастании общего количества чрезвычайных и

кризисных ситуаций все более ощутимым становится негативное влияние человеческого фактора на управление рисками чрезвычайных ситуаций различного характера и обеспечение безопасности личности, общества и государства в таких ситуациях.



Рисунок. 1 Основные угрозы объектам социально – экономической и иных сфер жизнедеятельности России

По современным оценкам именно человеческий фактор непосредственно становится главной причиной возникновения до 80–90% техногенных и до 30–40% природных чрезвычайных ситуаций. Реализуемые в научно-производственной, организационно-управленческой и нормативно-правовой сфере многочисленные программы, нормы и правила по увеличению надежности технических объектов и устройств, созданию алгоритмов и моделей безопасного управления ими, повышению качества профессиональной подготовки кадров, а также разработке совершенных средств, способов и технологий защиты от поражающего воздействия все более возрастающего количества чрезвычайных и кризисных ситуаций различных видов в большинстве случаев на практике оказываются малоэффективными [4, 6].

Деятельность по недопущению грядущего общепланетарного кризиса уже не может ограничиваться только нормативными правовыми, организационно-техническими и образовательными мероприятиями. Необходимо, чтобы обеспечение безопасности окружающей среды являлось приоритетной целью и внутренней потребностью человека, общества, цивилизации. Для этого нужно развивать новое мировоззрение, систему идеалов и ценностей, формировать качества личности безопасного типа, создавать общество и государство, и, в конечном итоге, мировое сообщество безопасного типа.

Становится совершенно очевидным, что для исключения или, по крайней мере, минимизации негативной антропогенной нагрузки на окружающий мир необходимы принципиально новые подходы к организации управления индивидуальной, общественной и национальной безопасностью через социальную сферу, через согласованное поведение людей с четко регламентированными социальными нормами их поведения, индивидуальной и общественной деятельности в сфере безопасности.

Все это выдвигает актуальнейшую и объективную потребность в кардинальном улучшении всей системы образовательной, воспитательной и просветительской работы с населением, направленной не только на оснащение его необходимой совокупностью знаний, умений и навыков безопасного поведения в бытовой, социальной, производственной и других сферах жизнедеятельности, но и развитием у каждого человека, социальной группы и общества в целом нового мировоззрения, основанного на системе идеалов и ценностей, норм, устойчивых правил, обычаев и традиций в области обеспечения безопасности личности, общества и государства, т.е. формированием у населения культуры безопасности жизнедеятельности.

Понятие «Культура безопасности жизнедеятельности» является композицией трех составляющих его понятий «Культура», «Безопасность» и «Жизнедеятельность».

При этом, такой композиционный элемент данного понятия как «культура» является, очевидно, одним из самых неоднозначно определяемых понятий, т.к. в научной и информационно-справочной литературе накоплено большое количество определений понятия культуры в зависимости от целей и задач исследований, особенностей отраслей науки, специфики научных школ и т.п.

По выражению одного из исследователей в области культурологии «культура является одним из тех определений, которые всегда присутствуют в работе социальных исследователей, но которые определяются таким количеством различных способов, что консенсус и не предвидится» [2].

Обобщая многочисленные определения понятия «культура», представляется возможным группирование и выделение следующих основных подходов к его трактовке с точки зрения ожидаемых результатов и параметров культурной деятельности [1, 4].

- функционального, в соответствии с которым культура рассматривается как способ функционирования общества, как средство осуществления человеческой деятельности, взаимосвязи между людьми и окружающей природой, как способ реализации человеческих потребностей, интересов, идей, программ и т.д.;

- качественного определяющего культуру как качественное состояние общества, как уровень, степень господства людей над природой и общественными отношениями. На данной основе базируются многие привычные словосочетания, такие как культура производства, культура земледелия, культура быта, общения, чувств и др.;

- аксиологического ценностного характеризующего культуру как совокупность материальных и духовных ценностей.

- креативного, в соответствии с которым произведения культуры рассматриваются как следствие творческой деятельности людей, создаваемых ими техники, средств общения, науки, искусства. В данном подходе в содержание понятия «культура» включаются не только результаты человеческой деятельности, но и сами способности людей, процесс реализации способностей, связанный с творением предметов.

- нормативного, связывающего культуру с существованием совокупности норм, правил, поведения, обычаев и традиций, призванных для регламентации жизнедеятельности человека.

- духовно-личностного, включающего развитие способностей людей, определенный уровень их образованности, воспитанности, то, что называется высокой культурностью, духовностью, интеллигентностью людей.

В этих дефинициях культура представляется и как уровень, состояние, и как процесс.

В качестве состояния категория «культура» рассматривается при ретроспективном взгляде (совокупность достижений на определенном этапе, социальное наследие), а также при оценке действительности (уровень развития, сложившаяся модель поведения).

При характеристике культуры как процесса говорят о преобразовывающей силе, на которую можно влиять, регулировать вектор ее действия. Течение данного процесса зависит от предыстории (наработок, опыта предыдущих поколений) и технологии его реализации (выработанной, устоявшейся модели индивидуального и социального поведения).

С учетом крайней неоднозначности понятия «культура» на основании обобщения различных подходов к установлению данного понятия представляется возможным определить ее как основу мировоззрения (систему ценностей), традиции (нормы, стереотипы, устойчивые правила поведения), а также предметные результаты деятельности (мероприятия, средства, способы, объекты) людей [4, 6].

Под «безопасностью» в соответствии с официально принятыми взглядами понимается «состояние защищенности жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз» [10]. Понятие «безопасность» служит мерой (средством оценки) защищенности человека и общества от опасностей (вреда, ущерба, потерь, нежелательных последствий). Как объективная реальность она проявляется в отсутствии или минимальном (достаточно низком, чтобы быть приемлемым для конкретного человека в конкретной ситуации) уровне риска возникновения ущерба интересам человека (здоровью, материальному благополучию и т.д.) в обычных условиях и при взаимодействии с вредными и опасными факторами жизнедеятельности. Безопасность зависит от внешней среды, внутреннего состояния человека, мер по защите и от способности человека к снижению риска за счет готовности к профилактике, преодолению, снижению отрицательных последствий взаимодействия с вредными и опасными факторами жизнедеятельности.

Жизнедеятельность определяется, как «существование и деятельность» людей, социальных групп, общества [8, 10].

Впервые объединение понятий «культура» и «безопасность» было осуществлено Международным агентством по атомной энергии в 1986 году в процессе анализа причин и последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Было официально признано, что отсутствие культуры безопасности явилось одной из основных причин

этой аварии. В дальнейшем данный термин был уточнен в «Общих положениях обеспечения безопасности атомных станций» (ОПБ-88). В данном документе отмечено, что культура безопасности характеризуется квалификационной и психологической подготовленностью персонала, а ее формирование является одним из фундаментальных принципов управления и подлежит нормативному регулированию в атомной энергетике России [2, 3, 4, 7].

В настоящее время сущностное содержание понятия «Культура безопасности жизнедеятельности» находится в стадии теоретического обоснования и обсуждения специалистов. Из всех существующих вариантов определения понятия данного термина в настоящей работе применена наиболее осмысленная для большинства населения и прагматичная конструкция его содержания, в соответствии с которой, под культурой безопасности жизнедеятельности понимается состояние развития человека, социальной группы, общества, характеризующееся отношением к вопросам обеспечения безопасной жизни и трудовой деятельности и, главное, активной практической деятельностью по снижению уровня опасности [3, 4].

Понятия "культура безопасности" и "безопасность жизнедеятельности" отражают взаимосвязанные явления и процессы. Культура безопасности как социальное явление воплощена в науке (включает научные знания о безопасности человека и общества), искусстве, идеологии, религии, спорте. Безопасность жизнедеятельности как научная дисциплина (БЖД) систематизирует и обобщает данные разных наук, в понятийной форме отражает законы безопасности человека и общества. Безопасная жизнедеятельность на индивидуально-личностном уровне – характеристика человека и его жизнедеятельности, основной предпосылкой которой является творческое освоение этим человеком культуры безопасности. Однако культура безопасности в личностном ее воплощении и безопасность жизнедеятельности как характеристика человека и его деятельности – не одно и то же. Безопасная жизнедеятельность – это жизнедеятельность по законам безопасности (профилактика, минимизация, преодоление, устранение последствий вредных и опасных факторов). Культура безопасности личности как минимум включает в себя целый ряд дополнительных компонентов – это не только безопасная жизнедеятельность, но и мотивация, опыт самосовершенствования готовности к безопасной жизнедеятельности. На данном основании можно заключить, что понятие "культура безопасности" (личности) шире, чем понятие "безопасность жизнедеятельности" (человека). Безопасная жизнедеятельность человека – основная составляю-

щая личностного воплощения культуры безопасности.

Формирование культуры безопасности жизнедеятельности должно являться управляемым, регулируемым процессом в связи с конкретными ожидаемыми результатами по предотвращению глобальных угроз и опасностей и крайне ограниченным временем на их достижение. Для этого необходимо задать такие цели управления, степень достижения которых можно измерить. Наиболее приемлемым при такой прагматической постановке вопроса представляется возможным использование понятия «уровня» как критерия оценки степени достижения желаемого результата (высокая или низкая культура), корректировать цели и задачи по формированию культуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зеленков М.Ю. Правовые основы общей теории безопасности Российского государства в XXI веке [Текст] / М.Ю. Зеленков. – М.: Юрид. ин-т МИИТа, 2002. – 209 с.
2. Воробьев Ю.Л. Культура безопасности жизнедеятельности: системообразующий фактор снижения риска чрезвычайных ситуаций в современной России [Текст] / Ю.Л. Воробьев // Право и безопасность. – 2000. – № 3–4. С. 20–21.
3. Цаликов Р.Х. Культура безопасности жизнедеятельности населения [Текст] / Р.Х. Цаликов // Гражданская защита. – 2008. – № 5. – С. 15–19.
4. Добровольский В.С. Организационные основы гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации [Текст] / В. С. Добровольский, К. А. Дубаренко. – СПб: С-Петербург, 2010. – 414 с.
5. Добровольский В.С. Защита в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие [Текст] / В.С. Добровольский, М.Н. Дудко. – М.: Изд-во «Русский мир», 2004. – 465 с.
6. Дурнев Р.А. Культура безопасности жизнедеятельности: дефиниция и уровни формирования [Текст] / Р.А. Дурнев // Культура безопасности жизнедеятельности - системообразующий фактор снижения рисков чрезвычайных ситуаций. – М., 2009. – С. 13–15.
7. Смутнев В.И. Безопасность атомных станций и человеческий фактор [Текст] / В.И. Смутнев // Электрические станции. – 2004. – Вып. 5.
8. Философский энциклопедический словарь. – Минск: Изд-во «Тетра системс», 1997.
9. Педагогический словарь / Г.М. Коджаспирова, Ю.А. Коджаспиров. – М.: Изд. дом «Академия», 2005.
10. Гражданская защита. Понятийно-терминологический словарь. / Под редакцией Ю.Л. Воробьева. – М.: «Одлайст», 2001.

Шипицына Г. М., д-р филолог. наук, проф.
Белгородский государственный университет
Полякова Е. С., канд. филолог. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭТИЧЕСКИЕ КОДЕКСЫ СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ БАНКОВ И КОМПАНИЙ

Shipitsina@bsu.edu.ru

В статье охарактеризованы функции и жанровые особенности этических кодексов современных российских банков и компаний с опорой на мнение российских предпринимателей.

Ключевые слова: бизнес, банки, компании, этический кодекс, документ, жанр, деловая коммуникация, предприниматели, этика ведения бизнеса.

Современные условия ведения бизнеса предполагают опору на социально значимые компоненты деловых отношений между всеми его участниками. Одним из важнейших компонентов успешного диалога в сфере бизнеса является соблюдение этических норм коммуникации, соответствующих правилам делового сотрудничества. Этика общения и поведения участников бизнеса – это тот фактор, который может объединить носителей различных ролей в деловом партнерстве на единой социально-культурной основе. Этические нормы ведения бизнеса формулируются в этических кодексах. Этический кодекс есть ни что иное, как сумма правил, регулирующих отношения (речевые, профессиональные, межличностные) как внутри отдельного профессионального или корпоративного сообщества, так и вне его: во взаимоотношениях таких сообществ с акционерами, поставщиками, наемными рабочими, клиентами, партнерами, конкурентами, наконец, с обществом в целом.

Праобразы первых этических кодексов, особенно в профессиях, имеющих жизненно важное значение для людей, возникли в глубокой древности, например, знаменитая "Клятва Гипократа" у врачей, нравственные установки жрецов, исполнявших судебные функции. В период ремесленного разделения труда XI-XII вв. в цеховых уставах провозглашались нравственные требования по отношению к профессии, характеру труда и соучастникам по труду. Профессиональная этика, возникнув как проявление повседневного морального сознания, затем развивалась на основе обобщенной практики поведения представителей каждой профессиональной группы. Большую роль в становлении и усвоении норм профессиональной этики играет общественное мнение.

Различные виды профессиональной этики имеют свои традиции, что свидетельствует о наличии преемственности основных этических норм, выработанных представителями той или

иной профессии на протяжении столетий. Однако в России такая традиция во многих сферах была прервана в связи с изменением политического строя и экономических реалий в период советской власти. Кроме того в конце XX в. при становлении рыночных отношений по сравнению с дореволюционным периодом развития капитализма в России возникло множество принципиально новых профессий и сфер трудовой деятельности. В связи с этим появилась объективная необходимость в регламентации правил поведения исполнителей деловых ролей в бизнес-объединениях, чему способствовало также стремление общества уйти от безвременья так называемого дикого капитализма. В результате этические кодексы становятся своеобразной приметой современной эпохи. При изучении этого жанра представляет интерес мнение российских предпринимателей, то есть тех людей, которые создают этические кодексы и должны на них опираться в своей деятельности.

Авторы «Кодекса деловой этики Международного Московского банка» определяют его как документ, который представляет собой «структурированную систему, построенную на общих основных ценностях и нормах поведения наряду с государственным законом (первой сферой правового регулирования) и корпоративными нормативными актами (второй сферой правового регулирования). Данный кодекс – третья сфера правового регулирования, задача которой – предоставить конфликтующим сторонам возможность совместными усилиями урегулировать свои разногласия на основе честного признания допущенных ошибок или нанесенных обид, а также принятия на себя ответственности по отношению к пострадавшей стороне» [http://www.imb.ru/rus/about/mission/codex.wbp].

Выявляя различия между этическим кодексом и другими корпоративными документами, авторы «Этического кодекса Компании Тройка Диалог» говорят о том, что в этическом кодексе

излагаются принципы корпоративного поведения и этики ведения бизнеса, в то время как Корпоративный устав детально регулирует деятельность Совета директоров, президента и иных корпоративных органов компании [http://www.imb.ru/rus/about/mission/codex.wbp].

С. Лакутин, директор по персоналу компании Си-Про (производство и реализация продуктов питания моментального приготовления): «После кризиса компания проводила активную кадровую работу. Мы пытались сделать так, чтобы все, что мы заявляем, выполнялось и чтобы в политике и идеологии не было никаких недомолвок и неясностей. Ведь многие специалисты по персоналу знают – создавая трудовой контракт, часто приходится лицемерить, чтобы обойти острые углы в несовершенном законодательстве. С другой стороны, если не опираться на КЗоТ, весьма и весьма устаревший, то это будет документ, делающий и работника, и компанию уязвимыми перед различными официальными органами. Чтобы разрешить это противоречие, мы решили создать перечень этических норм. Это было сделано с тем, чтобы новый сотрудник, или работник, продлевающий трудовой контракт, твердо знал, что принято, а что не принято делать в компании. <...> Руководители компании высшего и среднего звена в процессе написания документа старались выявить те традиции, которые сложились в компании, те этические моменты, которые есть в корпоративной культуре, а также привести то, что хотелось бы видеть в идеале» [http://k-ing-personal.narod.ru/kd32.html].

С. Павленко, директор по работе с персоналом Финансовой корпорации «УралСиб»: «В результате интеграционных процессов в корпорации произошло смешение разных корпоративных культур. Корпорация нуждалась в едином документе, закрепляющем стандарты поведения для сотрудников. В 2003 году в «УралСиб» был создан этический кодекс» [А. Руденко, Ю. Васильева www.klerk.ru>doc.php?18832 2005].

Обычно необходимость этического обоснования того или иного действия участника бизнес-объединения появляется тогда, когда у руководителя или сотрудника возникает подозрение, что какое-то решение может нарушить стандарты деловой морали. Главной же причиной создания этического кодекса является конфликт интересов – работодателя и сотрудника, компании и клиента, компании и конкурента. Конфликтность отношений в сфере бизнеса и противоречивость интересов всех его участников обусловлена многогранной противоречивостью самой жизни, которая не может быть устранена с помощью только языка, который и сам по себе не лишен проти-

воречий ни в одной из своих функций и в особенности при реализации коммуникативной функции: «конфликтность заложена в самом языке как системном образовании, так и общественном бытии языка – его функционировании в антропо-социальном и антропо-психологическом измерениях. Само взаимодействие автора и адресата речевого произведения потенциально конфликтно, ибо у этих участников коммуникативного взаимодействия изначально разные интересы, разные представления об удобстве, коммуникативной эффективности и разные оценки результатов речевых актов» [1: 2].

Как правило, этические кодексы составляются топ-менеджерами и акционерами. Однако такой документ остается лежать мертвым грузом на столах, считает В. Петрова, директор по персоналу компании «Русал», а Н. Незнанова, директор по компенсациям и льготам ТНК-ВР, утверждает, что этический документ может быть отторгнут компанией, если не привлечет персонал к его созданию [А. Руденко, Ю. Васильева www.klerk.ru>doc.php?18832 2005]. Поэтому все чаще российские компании привлекают к процессу создания этического кодекса всех сотрудников. В. Петрова: «В процессе внедрения кодекса в «Русале» сотрудники всех предприятий компании были максимально вовлечены в обсуждение текста и системы исполнения кодекса. В общей сложности мы получили от своих работников порядка 18000 поправок и предложений. В августе 2004 года мы провели конференцию по принятию кодекса в Красноярске, куда собрались 150 делегатов» [А. Руденко, Ю. Васильева www.klerk.ru>doc.php?18832 2005].

Важную роль в процессе создания этического кодекса играют приоритеты национальных культур, национальный менталитет. «Менталитет связан с оценочно-ценностной сферой, ценностным аспектом сознания. Он оценивает воспринимаемое как хорошее или плохое ...» [2: 69]. При создании этического кодекса особое значение приобретает менталитет групповой, то есть особенности восприятия, понимания, реконструкции действительности различными социальными, возрастными, профессиональными и т.д. группами людей. Доказано, что одни и те же факты действительности, одни и те же события могут быть по-разному восприняты в разных социогруппах.

Предпочтение ценностей национальной деловой культуры над культурой корпоративной, несомненно, повлияло на определение целей создания этических кодексов многих российских банков и компаний. Авторы «Кодекса деловой этики Международного Московского банка» счи-

тают, что цель создания Кодекса деловой этики заключается в том, чтобы установить нормы, которые помогут людям определять свое поведение в тех областях повседневной деятельности, где потенциально могут возникать конфликты между личными моральными принципами, бизнес-целями и различными культурами; создать сплоченность путем преодоления конфликтов и споров; поощрять формирование единого мнения и коллективного опыта среди всех коллег [<http://www.imb.ru/rus/about/mission/codex.wbp>].

Внутри жанра этического кодекса существуют разновидности, различия между которыми обусловлены несколькими причинами. Это, во-первых, исторически сложившиеся традиции (поскольку даже такой суперсовременный речевой жанр имеет определенные исторические корни), а во-вторых, особенности коллектива, для которого кодекс предназначен, поскольку такой кодекс – это один из инструментов формирования нравственных стандартов внутри либо профессионального коллектива, либо корпоративного сообщества. Содержание этического кодекса каждой отдельно взятой компании или банка зависит в первую очередь от особенностей деятельности той или иной организации, ее структуры, задач развития, установок руководителей. В профессионально однородных организациях часто используются кодексы, описывающие прежде всего профессиональные спорные ситуации и регламентирующие поведение сотрудников в таких ситуациях. «В первую очередь здесь решаются управленческие задачи. Дополнение такого кодекса главами о миссии и ценности компании способствует развитию корпоративной культуры. При этом кодекс может иметь значительный объем и сложное специфическое содержание и адресоваться всем сотрудникам компании» [Стернин, Панферова 2003 http://www.executive.ru/print/publications/specialization/article_1597].

При создании этического кодекса для больших неоднородных организаций (корпораций) сложно сочетать все функции кодекса. Поставив во главу угла управленческую функцию, кодекс должен описывать стандарты поведения в отношениях с клиентами, поставщиками, подрядчиками и ситуации, недопустимые в работе, связанные с разного рода злоупотреблениями. Такой кодекс часто имеет большой объем и сложное содержание. «Адресация его всем группам сотрудников в условиях значительной разницы в образовательном уровне и социальном статусе сотрудников затруднена. В то же время развитие корпоративной культуры компании требует еди-

ного кодекса для всех сотрудников – он должен задавать единое понимание миссии и ценностей компании для каждого сотрудника» [Стернин, Панферова 2003 http://www.executive.ru/print/publications/specialization/article_1597]. Для выхода из такой ситуации возможно использование двух вариантов этического кодекса – декларативного и развернутого.

Декларативные этические кодексы описывают общие принципы поведения сотрудников на уроне деклараций. По сути, декларативный вариант – это только идеологическая часть кодекса без регламентации поведения сотрудников. В конкретных ситуациях сотрудники сами должны ориентироваться в том, как себя вести, исходя из базовых этических норм, то есть такой этический кодекс решает в первую очередь задачи развития корпоративной культуры.

Развернутый вариант этического кодекса содержит подробную регламентацию этики поведения сотрудников в самых разных областях – по отношению к заказчикам, потребителям, государству, а также в сфере безопасности труда, политической деятельности, в ситуации конфликта интересов. «Большой объем и сложность содержания таких кодексов определяют их выборочную адресацию. В большинстве компаний такие кодексы разрабатываются для высшего и среднего менеджмента и не являются всеобщим документом, объединяющим всех сотрудников» [Стернин, Панферова 2003 http://www.executive.ru/print/publications/specialization/article_1597].

Попытаемся определить ведущие признаки этического кодекса как жанра деловой речи, ставшего в настоящее время обязательным атрибутом почти каждого крупного российского банка или компании.

1) Опираясь на положение М. М. Бахтина о том, что один из главных признаков любого жанра – это диалогичность, и на особенности структуры и функций этического кодекса, считаем ведущим признаком текстов этого жанра полифонизм [3: 25 - 30]. Полифонизм понимается во-первых, как многоголосие и авторов, и адресатов, поскольку в создании кодексов принимают участие представители разных сторон, и во-вторых, как необходимость языкового выражения в одном тексте часто полярных интересов различных заинтересованных структур. Например:

Кодекс корпоративной этики сотрудника Сбербанка России – это свод правил, в котором описаны нормы нашего поведения, наши обязательства и ответственность перед банком, обществом, клиентами, друг перед другом [ЭК СБ РФ www.sbrf.ru].

Проект создание Кодекса корпоративной этики сотрудников Тюменской нефтяной компании был реализован в 2002 году совместными силами ЦКТ ПРОПАГАНДА, департамента по кадровой и социальной политике и департамента по связям с общественностью ТНК. Основным решением проекта стала идея «улицы с двусторонним движением»: «сверху вниз» - определение базовых ценностей и целей высших руководителей, разработка на их основе проекта Кодекса; «снизу вверх» - каждому сотруднику предоставлялась возможность стать соавтором Кодекса через его обсуждение и внесение» [проект «E-xecutive content@ e-xecutive.ru].

2) Проявление амбициозности коммуникативных намерений авторов в явно выраженном рекламном характере тех частей этического кодекса, которые регламентируют взаимодействие банков и корпораций с потребителями услуг или товаров. Этот признак чаще всего представлен в предисловии документа (иначе – его преамбуле, вступлении, где провозглашаются такие понятия, как миссия, ценности, морально-этические нормы отношений, цели и задачи бизнес-объединения и тому подобные вопросы общего характера). В введении не только и не столько поясняются необходимость и цели создания данного документа, сколько определенным образом то или иное бизнес-сообщество позиционируется перед всеми заинтересованными лицами, но особенно – перед теми, от которых зависит успех деятельности этого сообщества. Например:

Нам доверяют самое ценное – уверенность в будущем. Бизнес, основанный на доверии, обязывает нас быть нравственно честными и социально ответственными по отношению к тем, кто способствует обеспечению стабильности и процветанию нашего бизнеса [ЭК СГА <http://www.insurn.ru>].

В кодексе деловой этики Группы UniCredit изложены принципы, которые должны направлять и вести нас в повседневной деятельности. Кодекс отражает систему ценностей, на которую мы можем опираться в критические моменты. Он задуман как основа для поиска выхода из проблемных ситуаций, которые не всегда регламентируются законом, подзаконными актами или внутренними корпоративными процедурами. Способствуя повышению профессионализма одновременно с сохранением личной свободы действий, Кодекс определяет облик нашего бизнеса [КДЭ ММБ <http://www.imb.ru/rus/about/mission/codex.wbp>].

В настоящее время Тройка Диалог занимает и намерена сохранять в будущем лидирующее положение среди инвестиционных банков

России. В своей деятельности Тройка Диалог руководствуется высокими стандартами, нормами и принципами делового оборота, принятыми в международном сообществе. Тройка Диалог гордится своей репутацией, честным отношением к клиентам, партнерам и сотрудникам. В становлении и развитии Тройки Диалог, а также в формировании и укреплении позиции Тройки Диалог в бизнес-сообществе важную роль играли и играют профессионализм руководства и сотрудников Тройки Диалог, а также те принципы корпоративного поведения, политики и этики, которых Тройка Диалог придерживалась на протяжении всего пути своего развития [КК ТД http://www.troika.ru/rus/About/About_Troika/About_Us.wbp].

3) Признак, традиционно обозначаемый как дополнительные интенции говорящего, применительно к жанру этического кодекса можно назвать признаком ориентированности на определенные способы действия, так как любой этический кодекс в более или менее жесткой форме регламентирует образ и способы действий сотрудников банков или компаний. Например:

Сотрудник может предлагать корректировку задачи, уточнять сроки и ресурсы для ее выполнения. В случае отсутствия предложений и уточнений со стороны сотрудника, задача считается принятой. Принятая задача должна быть выполнена [ЭК Холдинга RBI www.rbi.ru].

В течение всей жизни врач обязан сохранять уважение и чувство благодарности к тому, кто научил его искусству врачевания. Врач обязан охранять честь и благородные традиции медицинского сообщества. Врачи должны относиться друг к другу с уважением и доброжелательностью [Кодекс врачебной этики РФ SOLVAY-PHARMA.RU].

Члены Ассоциации обязуются: С уважением относиться к другим членам Ассоциации; Не высказывать публично оценку деятельности коллег; Постоянно совершенствовать свои знания и профессиональные навыки, в том числе путем обмена опытом со своими коллегами [ЭК РАДМ <http://www.radm.ru/pages/102>].

4) Важным жанровым признаком этических кодексов мы считаем обязательную продекларированность устремления бизнес-сообщества на соблюдение интересов внешней социосреды сообщества, ядром которой являются люди, от действий которой зависит процветание компании или банка. Бизнес-сообщество позиционирует себя как структуру, служащую интересам внешней среды – клиентам, покупателям, потребителям предлагаемых услуг или продукции и т.п. Например:

Удовлетворение потребностей клиентов – первоочередная задача членов Ассоциации. Члены Ассоциации стремятся предоставлять услуги с максимально возможным высоким уровнем качества [ЭК РАДМ <http://www.radm.ru/pages/102>].

Мы понимаем, что благополучие нашего бизнеса напрямую зависит от доверия потребителя [ЭК СГА <http://www.insurn.ru>].

Клиент – прежде всего. Каждый клиент – личность достойная уважения и понимания, со своими требованиями, эмоциями, ожиданиями и потребностями. В общении с клиентами каждый сотрудник компании вежлив, корректен и внимателен [Кодекс чести компании Kras Air www.krasair.ru].

5) Признак этического кодекса, отражающий не столько особенности русского менталитета, сколько традиции трудовой общественной деятельности, ранее сложившиеся в российской деловой сфере, несмотря на желание создателей кодексов соответствовать международным стандартам в сфере бизнеса и несмотря на то, что первые такие кодексы представляли собою ни что иное, как продукт адаптирования аналогов западной текстовой культуры. Российские создатели таких кодексов вынуждены были лавировать между западными стандартами деловых отношений и традиционным русским подходом к ведению дел, при котором важнейшую роль играют личные взаимоотношения деловых партнеров, а также особое отношение ко времени и способам получения информации. «В отличие от европейцев время для русских связано не с поставленными целями, а скорее, с людьми и событиями. <...> Распределяя свои дела по порядку, русские прежде всего учитывают не их практическую пользу, а то, какое эмоциональное и личное значение будут они иметь в их жизни. <...> Поэтому для них не представляют чрезвычайной ценности такие деловые качества людей, как пунктуальность, педантичность, точное выполнение расписаний и планов. <...> Цифры, конечно, вещь важная. Однако, по мнению русских, они представляют собой лишь часть картины человеческой жизни, так как не отражают отношений с клиентами, что, по их мнению, является важнейшим залогом успеха любого дела. <...> Русские скорее ориентированы на диалог, и информация им кажется более достоверной, если она получена из первых рук – устно. <...> Россияне в любом деле широко используют самые разнообразные личные связи, ищут и получают протекцию, предпочитают решать проблему, подойдя к ней «по-человечески», используя личные отношения» [4: 274, 278, 279]. Эти положения подтверждают и тексты кодексов. Например:

Взятые обязательства необходимо выполнять вовремя, но плохо выполненная работа – хуже, чем задержка срока. Лучшие заранее предупредить о невозможности выполнить задачу в срок, чем выполнить ее некачественно [ЭК Холдинга RBI www.rbi.ru].

Ассоциация прямых продаж признает, что компании, занимающиеся прямыми продажами, должны принять на себя ответственность, вытекающую из отношений с клиентами, возникающих в результате лично-контактных методов распространения товаров и услуг [ЭК АКПП info@abcmilm.com].

Тройка Диалог ориентирована на предоставление услуг широкому кругу клиентов. Стратегия компании направлена на постоянное расширение клиентской базы <...> Тройка Диалог руководствуется принципом «знай своего клиента» при установлении договорных отношений с потенциальным клиентом и не принимает в качестве клиентов лиц, характеризующихся неэтичным поведением или ведущих нелегальную деятельность, а также лиц, чья профессиональная деятельность не является прозрачной для Тройки Диалог и не может быть должным образом оценена [КК ТД http://www.troika.ru/rus/About/About_Troika/About_Us.wbp].

Выявленные и названные здесь признаки жанра этического кодекса – следствие структурных и функциональных особенностей текстов этого жанра. Они относятся к типам жанроформирующих и стилиобразующих, однако не являются единственными, особенно в плане композиционного и языкового оформления текста этических кодексов с учетом их современного разнообразия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Голев, Н. Д. Экспертиза конфликтных текстов в современных лингвистических и юридических парадигмах / Н. Д. Голев // Труды по лингвистике. – М.: Лабиринт, 2004. – С.65 – 70.
2. Попова, З. Д., Стернин, И. А. Язык и сознание: теоретические разграничения и понятийный аппарат/ З. Д. Попова, И. А. Стернин // Социальная психоллингвистика: хрестоматия /сост. проф. К.Ф. Седов. – М.: Лабиринт, 2007. – С.15 – 20.
3. Бахтин, М. М. Проблемы речевых жанров. Автор и герой. К философским основам гуманитарных наук. – М.:изд-во Росс. открытого университета, 1979. – С. 25 – 30.
4. Сергеева, А. В. Русские стереотипы, поведение, традиции, ментальность. – М.: Наука, 2005. – 180 с.

Полуянов В.П. д-р хим. наук, проф.
Харьковский институт экологии и социальной защиты

ВРЕМЯ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ПРИРОДЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДУШИ

zchs@intbel.ru

Статья посвящена проблеме природы человеческой души. В ней подробно изложены такие понятия как ум, душа, разум, соотношения времени и вечности. Проведены исследования, которые обусловлены осмыслением проблемы природы человеческой души. Предпринята попытка рассмотреть учение о мировом времени.

Ключевые слова: время, душа, природа, человек, ум, вечность.

На V Вселенском Соборе 553 г. в Константинополе произошло осуждение Оригена и его идей в ряду других еретических течений, что вызвало немало споров. Эти разногласия дают повод более глубоко заглянуть в его учение с содержательной стороны [3].

История философии и религии предоставляет множество интерпретаций учения Александрийского мыслителя. «Оригенизм» называет Г.В. Фроловский ересью о времени [6] и оно будет отправной точкой. Такое восприятие его идей как циклической трактовки истории, а вечность представляется бесконечностью во времени – т.е. бесконечное число циклов [4]. Многие высказывания, действительно подталкивают к подобным заключениям: «но мы верим, что как после разрушения этого мира будет иной мир, так и прежде существования этого мира были иные миры» [3], «века были прежде этого мира и будут после него» [9].

Само понятие времени неразрывно связано с представлениями о начале мира и его совершении, а также о пребывании в истории, спасении и Воскресении. Следовательно, в эсхатологической перспективе этическое и космическое представляют собой одно целое.

Природе человека и понятию души Ориген отводит центральное место.

Согласно Александрийского богослова, душа не является сугубо человеческой характеристикой, а наоборот, она «есть в каждом животном, даже в тех животных, которые пребывают в водах» [10]. Ссылаясь на Писание, он трактует душу как жизненность вообще; «душа всякого тела есть кровь его» (Лев. 17:13–14).

Душу можно определить словами как чувствующая и подвижная. Такой субстанцией обладает ангельский чин. Поэтому вся производимая от Творца иерархия обладает душой как неким общим признаком.

Рассуждения мыслителя развивают принципиальное уточнение о природе души и может она изначально присуща всем существам. В

этом случае он дает отрицательный ответ. Основным моментом в понимании тварного мира, есть свойство приобретенное, а значит, временное. Через анализ текстов Писания Ориген приходит к такому взгляду.

Начало творения существовало тогда, «когда оно было чем-то иным, отличным от погибшего» [11] – это ум, который ближе к понятию духа, нежели душа. Ум – это орган постижения духовного. Именно умом происходит должное возвышение и уподобление Творцу. «...Ум, уклонившийся от своего состояния и достоинства, сделался и назван душой, и что душа, в случае восстановления и исправления, снова делается умом» [12].

Александрийский богослов видит уподобление Богу через премудрость, как восхождение по ступеням знания. Он утверждает, что путь совершенствования лежит через Премудрость: «Каждый преуспевает и восходит на высшие ступени совершенства посредством участия во Христе как Премудрости, знанию и освящению» [13]. Потеря знания есть не что иное как умаление.

В начале Бог сотворил некое число «разумных, или духовных тварей, или как бы не назвать те твари, которые мы наименовали выше умами» [9]. Мыслитель описывает их как блаженное, а природа тварного сама по себе не имеет греховного начала. Иерархия мира от высшего к низшему есть последующая ступень в его истории. Такое различие заложено в тварный космос как потенциальное, а вместе с ним и любая изменчивость. «Но так как те разумные существа, сотворенные, по вышесказанному, в начале были сотворены из ничего, то именно потому, что они прежде не существовали, а потом начали существовать, они получили по необходимости совратимое и изменчивое бытие» [11]. Бытие, данное от Бога, может быть так же отнятым, однако истинная причина прекращения этого блаженного состояния заключается в том, что «Творец предоставил созданным им

умам произвольные и свободные движения» [12]. Божественная милость дарит не только бытие, но и возможность для всех тварей сделать добро не привнесенной, а внутренней характеристикой.

Свобода человека находит место в мире, а подчиненным она являет себя именно в отношении человеческого разума к необходимости.

Становится понятно, что собственная воля разумных существ создает движение от добра. «Но леность и нерасположение к труду в деле сохранения добра, а также отвращение и пренебрежение к лучшему положили начало к отступлению от добра» [9].

Различная степень небрежения к труду является основанием реального разнообразия между умами или душами бывших прежде в одном. Поэтому апостол Павел говорил: «иная слава солнца, иная Луны, и иная звезд, и звезда от звезды разнится в славе» (1 Кор. 15, 41). По достоинству заслуг выстраиваются ступени в мировой иерархии.

«Погибшее существовало, без сомнения, и прежде, чем оно погибло, когда оно было чем-то иным, отличным от погибшего; равным образом оно будет существовать и тогда, когда не будет погибшим: точно так же и душа, именуемая погибшей, некогда, может быть, не была еще погибшей и поэтому не называлась душой, и когда-либо снова избавится от гибели и станет тем, чем была до гибели и наименования душой» [10]. Эти мысли Оригена рисуют непривычную картину для его традиции. Противоположной точкой зрения, может быть вывод о смертности души, если «на смену ей» придет нечто совсем иное по природе, и она прекратит свое существование.

Для него душа в воскресении обретает то же тело, что и в земной жизни. При циклическом восприятии времени воскресение души в теле может трактоваться как новое воплощение, не отличное от бесконечного числа предыдущих и последующих.

Если бы душе после воскресения предстояло снова отпасть в видимый мир, то в таком случае победа над смертью не представляется возможной. «...Было бы, конечно, непоследовательно, если бы однажды сотворенное Богом для жизни совершенно погибло; прежде еще смерти должна была существовать такая сила, которая смогла бы разрушить эту будущую смерть и быть воскресением» [13].

Тело служит душе в видимом мире и поэтому сопряжено с несовершенством, но когда душа, соединяется с Богом и делается извне духом с ним, тогда это же самое тело будет служить духу. Он говорил о воскресении: «Так, по

мнению неопытных и неверных, наше тело после смерти погибает, и от субстанции его, по их верованию, совершенно ничего не остается» [9]. Данный вывод вполне правомерен и все существующее имеет происхождение от Творца, а «субстанциальной гибели не может подвергнуться то, что сотворено Богом для бытия и пребывания» [11]. Тело обретенное душой после падения должно претерпеть изменение и вернуться к своей первоначальной форме [12].

Несколько иное понимание предлагает Henri Crouzel. Он проводит соотношение между трихотомией души у Платона и Оригена. Crouzel находит принципиальную двойственность внутри души: она постоянно разрывается внутри самой себя и не является субстанциальной.

Александрийский мыслитель не признает разделение души на части. Он приходит к выводу о том, что не две души тянут в разные стороны, а влечение к различному вследствие незнания, что истинно и полезно. Телесная природа сама по себе не может иметь воления, а есть своего рода функция души. Данное представление о свободном произволении предполагает две стороны: как действие, противное божественной воле, так и возможность «разумного» выбора для любого существа. Плоть борется с духом, подразумевают отвлечение души к телесной природе, а не два активных начала. «Если плоть не имеет собственной души, то без сомнения, она не имеет и хотения» [10].

Природа души представляет собой единство и оказывается в постоянном выборе между благим и злым. Все плохое не имеет собственного начала, а заключается в лености к сохранению добра. Таким образом существенное разделение внутри души представляется крайне нелогичным. Ориген рассматривает души как чего-то волящего, или способного желать [13], а объект лежит вне её.

Душа неделима. Постоянное колебание, в котором оказывается душа всякого творения, всегда сопровождает жизнь души, а итог ознаменовал окончание этой жизни. Сущность души является постоянным пребыванием её в движении. Вне движения души нет. «Известно, что никакое животное не может оставаться совершенно праздным и неподвижным, но жаждет всевозможных движений, постоянной деятельности и какого-нибудь хотения. Я думаю, ясно, что такая природа присуща всем живым существам» [9].

«Из всех движущихся предметов одни имеют причины своих движений в себе, другие получают движение извне. Так, только извне получают движение все предметы безжизненные... Другие предметы имеют причину движе-

ния в самих себе, например животные, деревья и все предметы, обладающие природной жизнью или душой», так говорит александрийский богослов [10].

Ангелы для него являются высшим и славейшим небесным чином разумной твари, достигаемый не «безразлично и случайно», а «по заслуге» и «за свое преуспеяние» [11]. Следовательно, до ангелов могут подняться даже люди, но только «те, которые оставили мрак, и возлюбили свет «и возвысились» ... даже над превратными и скоропреходящими движениями своей души, соединились с Господом и сделались чистым духом» [12].

Душа может быть охарактеризована через способность к собственному движению. Разумное начало есть толчок к движению, но само оно им не определяется. «В природе разума есть способность к созерцанию доброго и постыдного» [13]. Разумом человек определяет хорошее и дурное, но склонность к тому или другому есть действие души. Утрата данной полноты умом происходит именно тогда, когда воля твари расходит с волей Бога и начинается движение души.

Мыслитель указывает о сотворении мира во времени. В повествовании Моисея ясно сказано, «что все видимое сотворено в определенное время» [9].

Миры не могут существовать вместе и одновременно, а значит они продолжают друг друга во времени (Исх. 66.22).

«По моему мнению, невозможно и то, чтобы мир был восстановлен во второй раз в том же самом порядке... Миры могут существовать только различные, с значительными переменами», такой вывод делает Ориген [11].

Celia E. Rabinowitz выражает сомнения и рассматривает вопрос о соотношении независимой конкретной воли, и общей для всех истории мира. Он видит отношение последнего к понятию апокатастасиса таким же, как первого к представлению о личном спасении. Эсхатология и учение об апокатастасисе иногда представляются несовместимыми [17].

В представлении об апокатастасисе, для александрийского богослова, всегда «борются» два аспекта: индивидуальное спасение и всеобщее.

Индивидуальное спасение есть скорее всего процесс постоянный, а всеобщее восстановление относится к будущему. Окончательно души достигают совершенства в эсхатоне.

Ориген предполагает конец не отдельного мира, а именно всей цепочки «эонов». Он склоняется к подобному исходу, где уже не предполагается новых возникновений, а размышляет о

воскресении. «Но так как некоторым тварям предстояло отпасть от жизни и причинить самим себе смерть... и так как в то же время было бы, конечно, непоследовательно, если бы однажды сотворенное Богом для жизни совершенно погубило, то ввиду этого прежде еще смерти должна была существовать такая сила, которая смогла бы разрушить эту будущую смерть и быть воскресением» [11]. Александрийский мыслитель прямо выражает свое представление о воскресении как оживлении того бытия, которое предназначено для вечной жизни.

В связи с происхождением души он имел представление о первоначальном благом и лишенном всякого греховного состояния, в котором пребывали духовные твари. Оно подтверждается следующими суждениями: «Я думаю, что конец и свершение святых будет заключаться в невидимом и вечном состоянии их... В подобном же состоянии, надо думать, находились твари и прежде»; «без сомнения, от начала они находились в состоянии невидимом и вечном» [9].

На I Вселенском Соборе осуждена арианская ересь, причины разногласий выливались в продолжительные богословские споры. Афанасий Великий - главный «оппонент» Ария в вопросах христологии, большое внимание уделяет проблеме соотношения времени и вечности. Для Афанасия несоизмеримость этих двух категорий имеет принципиальное значение в вопросе о природе Спасителя.

Об этом пишет Meijering E.P., [15], показывая, что «платонический», по сути, приоритет неподвижного умопостигаемого мира над временем [8] оказывается полностью принимаемым в христианской традиции [14]. Отношение к пониманию природы Христа здесь прямое: знаменитое высказывание Ария «некогда, когда не было Сына» - означает практически следующую мысль «до мира было время».

Споры об отношении времени, тварного мира и вечности были одним из наиболее привлекавших к себе внимание виднейших мыслителей той эпохи.

Рассуждение Оригена о низвержении мира относится к радикальному переходу от первого творения к смене эонов. «Низведение всех существ из высшего состояния в низшее» [10] и напоминает то, что каждая тварь в самой себе имеет причины находиться в том или ином порядке жизни. Следовательно, причиной отпадения будет желание или нежелание тварей к преумножению добра.

Основываясь на словах апостола Павла, упоминается следующее возможное понимание: «...Этот мир, который и сам называется веком,

служит концом многих веков ... и после этого века, который, говорят, сотворен в завершение других веков, будут еще иные последующие века» (Евр. 9:26, 2:7).

Сама по себе материя не имеет никаких качеств, «однако она никогда не существует без всякого качества» [13] - т.е. чистая материя не существует и представляет собой чистое небытие. «Она повинует и служит Творцу для образования всяких форм и видов, так как принимает в себя качества» [9].

Телесная природа сотворена «из ничего на определенную продолжительность времени, коль скоро прекратится пользование ее услугами, перестанет существовать точно так же, как она не существовала до своего сотворения» [11].

Trigg утверждает, что падение происходит не в мире, но является причиной мира; если точнее - падение не умоляет нечто, уже существующее, но открывает существование [18].

Charles Bigg пишет о вечности существования. Природа не бесконечна, но вечна. Существование мира меряется временем, мир и время начались вместе, но само творение бесконечно во времени. Творец предшествует творению - логически [7].

Следует обратить внимание на разведение «видимого» и «невидимого» мира; или греховного существования и чистого. Видимый мир был устроен уже для тех существ, которые сделали себя отпавшими от божественной теплоты.

Телесное существование мира, согласно которому творение не несет в себе изначально никакого изъяна не является тем, что должно быть преодолено во «всеобщем восстановлении».

На основе рассмотренных философских рассуждений Ориген правомерен указать на их принципиальное сходство. Оно названо «совпадением» и может быть проявлено в контексте сотериологии, этики и онтологии.

По мнению александрийского мыслителя душа и время появляются нераздельно, а определяют нынешний видимый мир. Временность влечет за собой тленность, а смерть ее бессмертие со стороны христианского сознания. Начало их существования лежит в одной точке.

Аристотель говорил, что «время - число движения»; «мы не только измеряем движение временем, но и время движением - вследствие того, что они определяются друг другом». Довольно интересно его утверждение «время есть число», а также приписывание способности счета именно душе, и вывод: «без души не может существовать и время» [2]. Ориген сопрягает движение души и временную историю мира онтологически; душа движется - значит течет время. Он приходит к идее о бесконечном множе-

стве миров, сменяющих друг друга. Поэтому мыслитель ставит время и вечность в один ряд, а значит признает объективный характер времени. Такому мнению противостоит другое понимание времени как «субъективистское», его трактовка «свойства нашей души» [1].

Размежевание воли Бога и человека есть начало истории. Александрийский богослов расценивает божественное Откровение, как их совпадение в личности богочеловека. Он высказывает интересную мысль: «Но в последние времена миру угрожал уже ближайший конец, и весь род человеческий склонился к окончательной гибели»; и далее о Христе: «Он не только сделался послушным Отцу даже до крестной смерти, но в совершении века, обнимая в себе всех...» [6]. Мир, который движется к завершению, обновляется в связи с искуплением греха.

Основным моментом для Оригена является понятие исцеления; он называет Бога «врач наших душ» [13].

«Бог не каратель, но он именно таким сделал человека, что только в добродетели последний находит счастье и покой» [9]. Душа, по мнению мыслителя, «зажигает пламя собственного огня, но не погружается в какой-то огонь, зажженный ранее кем-то другим или прежде него существовавший» [16]. Необходимо обратить внимание на то, что страдание - не просто следствие греха, но благоприятная реакция «заболевшей» души, которая борется с ядом греха. Он обращается к речению пророка: «Ради имени Моего отлагал гнев Мой, и ради славы Моей удерживал Себя от истребления тебя. Вот, Я расправил тебя, но не как серебро; испытал тебя в горниле страданий» (Ис. 48:9).

Следствие греха есть пребывание во времени, оно также является обратным путем восстановления. Нельзя согласиться с Г.В. Фроловским: «Он нисколько не отрицает реальности истории и времени, он отрицает только смысл истории. В истории и не может быть смысла, ибо, по мнению Оригена, она начинается через бессмыслицу, от пресыщения первозданных духов добром» [5].

Такое положение вызвало резкую критику и ее озвучил А.В. Сергеев: «В стандартной христианской эсхатологии божественное долготерпение вовсе не склонно дожидаться каждого конкретного грешника, замешкавшегося на пути к совершенству, и предоставлять ему все новые и новые шансы исправиться вплоть до тех пор, пока он и в самом деле этого не сделает» [4].

Рассмотрено учение о мировом времени александрийского мыслителя через призму природы человеческой души. Анализ антропологической проблематики выявил ее существенные

черты и был предложен определенный курс для интерпретации его мысли. Однако, это не единственная точка зрения, по которому можно исследовать проблему цикличности во времени.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Астапов С. Время и вечность в восточной патристике / С. Астапов // Логос. № 5. 2004. – С. 84–91
2. Аристотель. Физика // Собр. Соч. в 4 т. / Аристотель. – М., 1981. Т. 3. – С. 150–157
3. Карташев А.В. Вселенские соборы. / А.В. Карташев. – М., 1994. – С. 351–356.
4. Серегин А.В. Гипотеза множественности миров в трактате Оригена «О началах». / А.В. Серегин. – М., 2005. – С. 30 – 54
5. Фроловский Г.В. Противоречия Оригенизма. / Г.В. Фроловский // Путь. Париж, 1929. № 18. – С. 109.
6. Фроловский Г.В. Восточные Отцы IV века. / Г.В. Фроловский. – М., 1992. – С. 12
7. Bigg Ch. The Christian Platonists of Alexandria. Oxford, 1913. – P. 199-276
8. Brett G. S. A history of psychology: ancient and patristic. London. 1912. – P. 279
9. De Principiis, III, 5, 3. Цит. по: Ориген. О началах / Ориген [предисл. Р. Светлова]. СПб., 2007. – С. 173–205.

10. De Principiis, II, 9, 2. Цит. по: Ориген. О началах / Ориген [предисл. Р. Светлова]. СПб., 2007. – С. 120–147

11. De Principiis, I, 2, 4. Цит. по: Ориген. О началах / Ориген [предисл. Р. Светлова]. СПб., 2007. – С. 262–267

12. De Principiis, II, 3, 5 Цит. по: Ориген. О началах / Ориген [предисл. Р. Светлова]. СПб., 2007. – С. 90–95

13. De Principiis, II, 8, 3. Цит. по: Ориген. О началах / Ориген [предисл. Р. Светлова]. СПб., 2007. – С. 55–80

14. Harl M. Origene et la fonction revlatrice du Verbe Incarne // Patristica Sorbonensia. 02. Paris. 1958. – P. 215.

15. Meijering E.P. A discussion on Time and Eternity // Vigiliae Christianae. 1984. Vol. 28. № 3. – P.163

16. Origen. Contra Celsus, II, 60; см. также: Crouzel H. Le theme platonicien du «vehicule de l'ame» chez Origene // Didaskalia. Lisbonne, 1997. № 7. – P. 37.

17. Rabinowitz C. E. Personal and Cosmic Salvation in Origen // Vigiliae Christianae. 1984. Vol. 38. № 4. – P.319

18. Trigg J. W. Origen: The Bible and Philosophy in the Third – Century Church. Atlanta, 1983. – P. 109.

Егоров Д. Е., канд. пед. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Добровольский В. С., канд. воен. наук, проф.

Национальный исследовательский технологический университет

НИТУ-МИСИС, г. Москва

Северин Н. Н., канд. пед. наук, доц.,

Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

zchs@intbel.ru

В статье изложены методические основы формирования у населения культуры безопасности жизнедеятельности, которые включают в себя: обучение, воспитание, морально-психологическая подготовка, просветительская работа, пропаганда и информирование населения.

Ключевые слова: культура, безопасность, жизнедеятельность, обучение, воспитание, образование, пропаганда, принцип.

Для разработки методических основ формирования культуры безопасности жизнедеятельности требуется определить объекты воздействия, выступающие в качестве исходного материала для формирования такой культуры и являющиеся ее носителями, а также методы воздействия на эти объекты в целях формирования у них желаемых их качеств и свойств.

Очевидно, что в качестве объекта формирования культуры безопасности жизнедеятельности начального уровня целесообразно рассматривать личность как совокупность достаточно устойчивых и значимых качеств человека, приобретаемых в процессе развития в социуме и проявляемых в ходе жизнедеятельности. Не вызывает сомнения, что качества личности, проявляемые в повседневной жизни и при воздействии опасностей, являются определяющими факторами с точки зрения недопущения возникновения опасных ситуаций, минимизации их негативных последствий. Кроме того, безусловным является и тот факт, что доминанта безопасного поведения коллективов людей, социальных групп, общества в целом будет в существенной степени зависеть от качеств и свойств составляющих их людей.

Местом, где человек наиболее полно реализует свои качества и способности, профессиональный потенциал, вступает в определенные отношения с коллективом, является производственная сфера. Статистика показывает, что именно производственная сфера является источником огромного количества масштабных угроз и опасностей. В ней вырабатываются приемы и правила решения проблемы внешней адаптации и внутренней интеграции работников, которые и составляют так называемую производственную культуру или, как принято сейчас называть, -

корпоративную культуру. Наряду с технологией производства и системой управления корпоративная культура является ключевым фактором, влияющим на эффективность функционирования предприятий, учреждений и организаций, профессиональных коллективов. В связи с тем, что безопасность является одной из необходимых составляющих эффективности функционирования предприятий, учреждений и организаций, то очевидно, что важнейшим элементом системы корпоративной культуры должна являться культура безопасности жизнедеятельности. На данном основании в качестве объекта формирования культуры безопасности жизнедеятельности более высокого (коллективного) уровня необходимо рассматривать трудовые коллективы организаций, учреждений и предприятий, участвующих в гражданском обороте, независимо от их организационно-правовых форм (корпораций).

И, наконец, культура безопасности жизнедеятельности должна рассматриваться, формироваться и осуществляться на общественно-государственном уровне, т.к. система социальных и государственных ценностей и приоритетов с точки зрения личного и общественного благополучия, стабильного существования, долгосрочного развития и совершенствования социальных отношений является базисным системообразующим фактором обеспечения безопасности жизнедеятельности. Именно на общественно-государственном уровне проявляются и действуют основные педагогические закономерности в области формирования у населения культуры безопасности жизнедеятельности. Прогрессивное, поступательное развитие общества (экономики, идеологии, искусства и т.д.) способствует повышению эффективности воспитания культуры без-

опасности, поскольку создаются более благоприятные условия для совершенствования материальной базы воспитания, повышения качества профессиональной деятельности воспитателей и т.д. Цели, задачи, содержание обучения и воспитания культуры безопасности жизнедеятельности в решающей степени зависят и от реализуемой компетентными органами государственного управления политики в области обеспечения личной и общественной безопасности, обучения и воспитания и др.

На основании вышеизложенного в качестве объекта формирования культуры безопасности жизнедеятельности индивидуального (начального) уровня целесообразно рассматривать личность, т.к. ее качества, проявляемые в повседневной жизни и при воздействии различных опасностей и угроз, являются определяющими в предупреждении возникновения и развития целого ряда опасных явлений, процессов и чрезвычайных ситуаций, а также в минимизации их негативных последствий.

В качестве объекта формирования культуры безопасности жизнедеятельности коллективного уровня целесообразно рассматривать трудовые коллективы, организации их объединения и органы управления. Безопасность поведения функционирования в них коллективов работников в существенной степени зависит от качеств и свойств составляющих их людей, т.к. каждый из них имеет возможность более полной реализации своих качеств и способностей, индивидуального потенциала в отношениях с коллективом в производственной сфере деятельности, которая по статистике является одной из основных причин и источников угроз и опасностей возникновения и непосредственного возникновения значительного количества аварий, катастроф и других чрезвычайных ситуаций природно-техногенного, биолого-социального и террористического характера.

В качестве объекта формирования культуры безопасности жизнедеятельности общественно-государственного уровня целесообразно рассматривать совокупность жизненно важных общественно-социальных, государственных и национальных ценностей, интересов и приоритетов, являющихся фундаментальным системообразующим фактором обеспечения безопасности жизнедеятельности личности, общества и государства от опасностей, угроз и вызовов современного мира.

Составными элементами культуры безопасности жизнедеятельности на каждом уровне могут быть определены [1–3]:

- на индивидуальном уровне - мировоззрение, индивидуальные ценности, нормы поведе-

- ния, подготовленность, морально-психологическая устойчивость и физическая выносливость человека в области обеспечения его безопасности жизнедеятельности;

- на коллективном уровне - корпоративные ценности, профессиональные этические, моральные, религиозные нормы и правила поведения, практическая подготовленность работников трудового коллектива в указанной области;

- на общественно-государственном уровне – системы обеспечения безопасности личности, общества и государства, традиции безопасного поведения, общественные ценности, подготовленность всего населения в сфере безопасности жизнедеятельности.

Основными целями формирования культуры безопасности жизнедеятельности являются воспитание, обучение и подготовка населения к организованному самостоятельному и совместным действиям при угрозе возникновения и возникновении чрезвычайных и кризисных ситуаций различного характера, формирование у него необходимого опыта, мотивации индивидуальной и общественной потребности к осознанному соблюдению установленных норм и правил безопасного поведения и мер безопасности в процессе общественной деятельности и в быту.

Содержательную структуру культуры безопасности жизнедеятельности в общем случае должны составлять знания (компетентность), умение увидеть ситуацию (опережающее отражение), умение предотвратить ситуацию (навыки безопасного труда, умение применять знания, использование средств и методов), философия безопасности (нормативности поведения, ответственность, ценностные установки) и рефлексия (осознанность получаемых знаний, оценка действий, способность к самосовершенствованию и саморазвитию).

Задачи привития населению необходимых знаний, умений и навыков, морально - психологической устойчивости и физической выносливости людей, решающих в сфере обучения и воспитания, а также в процессе просветительской работы и пропаганды в области обеспечения безопасности жизнедеятельности. Мотивация и ответственность в данной области формируются в на основе установленных морально-этических норм, ценностей, критериев, правил и требований в процессе проведения указанных мероприятий, а также семейного воспитания и индивидуального самовоспитания.

На данном основании взаимосвязанными составляющими культуры безопасности жизнедеятельности должны являться обучение, воспитание, морально-психологическая подготовка, про-

светительская работа, пропаганда и информирование населения.

Процесс формирования культуры безопасности жизнедеятельности должен иметь всеобщий, непрерывный и комплексный характер обучения и воспитания населения в процессе всей его жизнедеятельности.

Всеобщность предполагает повышение культуры всех групп населения, независимо от возраста, национальности, рода деятельности, семейного положения, места жительства, вероисповедания.

Непрерывность связана с поэтапным воздействием на человека различных опасностей и угроз на протяжении всей жизни начиная с детского возраста.

Комплексность заключается в привитии правил безопасного поведения в условиях воздействия спектра всех возможных опасностей, угроз и вызовов современного мира.

Важнейшей составляющей процесса формирования культуры безопасности жизнедеятельности, наряду с обучением, является воспитание культуры безопасности.

Воспитание культуры безопасности в общем случае должно предусматривать общую теоретическую подготовку к безопасной жизнедеятельности (осмысление общих проблем риска, безопасности, опасности и т.д.), формирование предметных умений и навыков (видов деятельности, которые осуществляются не только в безопасных условиях, но и в условиях риска), психологическую подготовку к безопасной жизнедеятельности (формирование смелости, решительности, готовности к разумному риску и т.д.), развитие качеств личности, необходимых для безопасной жизнедеятельности (проницательности, дальновидности, гуманности, оптимистичности и т.д. как основы безопасности человека и общества).

В широком аспекте воспитание культуры безопасности является процессом формирования готовности к различным видам деятельности (познавательной, физической, коммуникативной и т.д.), к выполнению различных социальных функций (гражданина, производственника, потребителя и т.д.), присвоения разнообразных видов и фрагментов культуры (мировоззренческой, нравственной, эстетической и т.д.), т.к. все виды деятельности и сферы жизнедеятельности являются потенциально опасными (или могут осуществляться в опасных условиях), постольку формирование любой предметной деятельности является составляющей подготовки к безопасности жизнедеятельности.

В узком аспекте воспитание культуры безопасности – это специальная теоретическая, психологическая и личностная подготовка к безопас-

ной жизнедеятельности, которая осуществляется обычно на материале подготовки к конкретным видам опасных и экстремальных ситуаций, условиям (вредным, опасным) деятельности, результаты которой имеют обобщенный характер и способствуют безопасности в разнообразных конкретных видах и условиях деятельности.

Основной целью воспитания культуры безопасности является формирование качеств личности, направленных на безопасное поведение в окружающем мире. Педагогической практикой установлено, что наиболее эффективен процесс воспитания для подрастающего поколения в период активного развития личности, становления характера, формирования взглядов, убеждений, мотивов и ценностей, вхождения в контекст современной культуры, повышенной восприимчивости и усваиваемости информации.

Для населения, занятого в сферах производства и обслуживания, формирование культуры связано в основном с выработкой навыков, умений и морально-психологических мотивов для осознанного выполнения норм и правил трудовой и технологической дисциплины, а для неработающего населения – с привитием ответственного отношения к собственной безопасности, безопасности своей семьи и окружающих людей [2,3].

Под морально-психологической подготовкой понимается деятельность по формированию у населения качеств, позволяющих успешно переносить значительные моральные, физические нагрузки, сохраняя психологическую устойчивость в условиях чрезвычайных и кризисных ситуаций и опасностей, возникающих при ведении военных действий или вследствие этих действий.

Пропаганда в области безопасности жизнедеятельности должна быть направлена на распространение информации в целях развития у населения определенных знаний, морально – этических ценностей, норм и традиций безопасного индивидуального и общественного поведения при угрозе возникновения и возникновении чрезвычайных и кризисных ситуаций [3,4].

Устная пропаганда может проводиться в форме публичных выступлений лекторов и пропагандистов по тематике безопасности жизнедеятельности перед различными группами населения с использованием таких форм, как лекции, семинары, конференции, тематические вечера, вечера вопросов и ответов, викторины, научные консультации, встречи со специалистами.

Печатная пропаганда может осуществляться путем публикации в периодических и других изданиях выступлений руководства МЧС России, авторитетных ученых, педагогов и специалистов в области безопасности жизнедеятельности, представителей общественных организаций, а также

издания пособий, брошюр, памяток по правилам поведения в условиях опасных и чрезвычайных ситуаций.

Наглядная пропаганда находит свое выражение в организации стационарных и передвижных выставок, оборудовании комнат, классов, музеев, уголков, стендов с фотографиями спасателей и др.

Существенное значение в пропаганде безопасности жизнедеятельности имеют культурно-просветительские учреждения, средства массовой информации и в особенности современные информационные и телекоммуникационные технологии.

Формирование культуры безопасности жизнедеятельности должно носить глобальный характер, иметь многоаспектное значение, деятельность по ее формированию должна носить системный, междисциплинарный и межведомственный характер, т.к. является основным фактором снижения индивидуальных, коллективных и глобальных рисков, неотъемлемой частью обеспечения стабильного социально-экономического развития страны [3,4].

Особую роль в этом играют мероприятия по разработке и реализации государственной политики в области обеспечения безопасности жизнедеятельности. Такая политика должна предусматривать:

- качественную реализацию общегосударственных и региональных программ, направленных на предотвращение чрезвычайных ситуаций и смягчение их последствий;

- активное привлечение граждан, общественных организаций и общества в целом к деятельности по обеспечению безопасности, придание государственной политике в данной сфере общенационального характера;

- всемерное развитие сервиса безопасности, комплекса услуг и товаров, позволяющих обеспечить безопасность человека, которые в дополнение к государственной защите предоставляет рынок;

- привлечение страховых механизмов снижения рисков, формирование положительного общественного мнения в области обязательного противопожарного страхования как элемента культуры безопасности жизнедеятельности, разъяснение основ государственной политики в деле страхования рисков чрезвычайных ситуаций, целесообразности введения налога на пожарную и иные виды безопасности.

Учитывая эти особенности, дальнейшее развитие системы безопасности жизнедеятельности человека и общества в целом должно осуществляться на базе ряда основных принципов [2–4].

- принцип высшего приоритета жизни человека, в соответствии с которым вся деятельность в

области безопасности жизнедеятельности должна быть направлена на минимизацию человеческих жертв и пострадавших;

- принцип неразрывной связи индивидуальной безопасности человека с обеспечением общественной безопасности, т.к. в современных условиях проблемы безопасности человека, общества, государства, мирового сообщества не могут рассматриваться изолированно, в отрыве друг от друга и должны решаться комплексно;

- принцип оптимизации затрат, в соответствии с которым при реализации политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и в целях минимизации ущерба для хозяйственных объектов следует исходить из того, чтобы соблюдался баланс между затратами, выгодами и рисками, рассматриваемыми интегрально.

Государственная политика обеспечения безопасности жизнедеятельности должна осуществляться с учетом региональных особенностей. При ее реализации необходимо учитывать все природные, этнокультурные, политико-экономические и другие особенности регионов. Такая политика должна строиться на сочетании интересов и распределении ответственности между федеральным, региональным и местным уровнями, между государственными органами, частным предпринимательством и неправительственными общественными организациями. Надо стремиться к консолидации всех национальных сил: государственных, частных и общественных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воробьев Ю. Л. Культура безопасности жизнедеятельности: системообразующий фактор снижения риска чрезвычайных ситуаций в современной России [Текст] / Ю.Л. Воробьев // Право и безопасность. – 2000. – № 3-4. – С. 20-21.
2. Цаликов Р. Х. Культура безопасности жизнедеятельности населения [Текст] / Р.Х. Цаликов // Гражданская защита. – 2008. – № 5. С. 15–19.
3. Добровольский В.С. Организационные основы гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций в Российской Федерации. [Текст] / В.С. Добровольский, К. А. Дубаренко. – СПб: С-Петербург, 2010. – 414 с.
4. Дурнев Р.А. Культура безопасности жизнедеятельности: дефиниция и уровни формирования [Текст] / Р.А. Дурнев // Культура безопасности жизнедеятельности - системообразующий фактор снижения рисков чрезвычайных ситуаций. – С-Петербург, 2010. – С. 27–29.

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Северин Н. Н., канд. пед. наук, доц.,
Радоуцкий В. Ю., канд. техн. наук, доц.,
Ковалева Е. Г., канд. техн. наук, инж.,
Литвин М. В., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СОТРУДНИКОВ ГПС МЧС РОССИИ

zchs@intbel.ru

Задача совершенствования подготовки квалифицированных специалистов для ГПС МЧС России ставит на одно из первых мест проблему разработки и внедрения эффективной системы их профессиональной подготовки. Она может быть решена на основе глубокой экспериментальной работы совместными усилиями ученых и практиков в области педагогики, психологии труда, физиологии, экономики и социологии.

Ключевые слова: Профессиональная подготовка, педагогика, психология, управление, качество управления, методы управления, учебный процесс, эксперимент.

Вопросы научной организации профессиональной деятельности сотрудников ГПС МЧС России на основе высокого качества их подготовки еще почти не исследованы. Серьезный анализ, обобщение практического опыта в этой области не проводились, отсутствует литература, которая позволила бы проникнуть в суть процесса профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС раскрыть его возможности и перспективы.

До настоящего времени делались попытки лишь улучшить практику профессиональной подготовки будущих сотрудников в вузах ГПС МЧС России и, главным образом, за счет контроля над ней, научить руководителей высших учебных заведений правильно сочетать педагогическую и хозяйственную деятельность, более квалифицированно анализировать учебно-воспитательный процесс.

Как показывают наши исследования, многие недостатки в организации и проведении профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС происходят именно из-за неудовлетворительной организации труда субъектов управления, поверхностного и несвоевременного анализа результатов профессиональной деятельности сотрудников ГПС МЧС, сосредоточения внимания на второстепенных вопросах, принятия запоздалых, формальных решений. Система профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС включает два компонента: процесс профессиональной подготовки и управление этим процессом (рис. 1).

Необходимо отметить, что управление име-

ет место в тех системах, которые характеризуются большой сложностью и динамичностью, какой и является система профессиональной подготовки. Постоянные изменения, переходы из одного состояния в другое под влиянием внешних и внутренних воздействий и причин, присущие педагогическим системам, могут иметь обратимый и необратимый характер, вести их к сохранению и развитию или к разрушению. И для того, чтобы снять возмущающие и деструктивные влияния различных стихийных факторов, возникает необходимость сохранить определенные качества, структурные и функциональные характеристики системы профессиональной подготовки в заданных пределах и условиях, обеспечить оптимальный (наилучший) уровень ее функционирования и развития [1].

Эти задачи и призвано решать управление. Именно идея оптимизации и упорядочения процессов и состояний в сложных динамических системах легла в основу формирования и определения понятия «управление».

Под «управлением процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС» понимается целенаправленное воздействие на соответствующие коллективы, на их отдельных членов путем осуществления совокупных мероприятий в целях организации, регулирования и координации их деятельности, правильного использования сил, времени и средств [4].

В системе управления как совокупности всех органов управления профессиональной подготовкой сотрудников ГПС МЧС России

различают собственно управляющую систему – администрация и управляемую систему – сотрудники ГПС МЧС России.

Большое внимание в данной системе уделяется профессиональной подготовке в вузах ГПС МЧС России, где главная роль отводится преподавателю.

Деятельность преподавателя высшей школы сложна и многопланова; она требует от него не только предметной, научной, политической, но и психолого-педагогической и философской вооруженности.

От выпускников вуза ГПС МЧС России

требуется, чтобы они не только квалифицированно разбирались в специальной и научной областях, но и умели ставить и защищать, прежде всего, свои идеи и предложения. Для этого необходимо, чтобы они были достаточно подготовлены к самостоятельному анализу и обобщению научных фактов и явлений. Это значит, что преподавание в вузах ГПС МЧС требует обращения к рациональному творческому мышлению курсантов и студентов, к организации их оптимальной мыслительной деятельности [2].



Рисунок 1. Система профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России

В учебный процесс все более входят интенсивные формы и средства обучения, резко возрастает общая культура молодежи. В мире ускоряющихся научных и технических перемен педагогу все больше приходится раздвигать горизонты студентов во времени, предвидеть и про-

гнозировать. Это требует обоснованной научной и педагогической гибкости, повседневной корректировки и анализа целого ряда ситуаций, возникающих в учебной и обучающей деятельности педагогов [3].

Для вузов ГПС МЧС России закономерно-

сти развития науки и техники являются основополагающими при определении содержания, методов и средств обучения. Необходимая организующая и управляющая роль принадлежит теории систем. Образовательный процесс – это система в составе подсистем, элементов и компонентов. Система этого процесса неразрывно связана с информационными процессами и потоками информации [4].

Теория обучения в современных вузах ГПС МЧС России теснейшим образом связана с кибернетикой и ее приложениями к учебному процессу, теорией и практикой моделирования, методами теории измерений, математическими методами оценки педагогических явлений, теорией, практикой научного эксперимента и с закономерностями научной организации учебного процесса.

Таким образом, систему обучения в вузе ГПС МЧС можно рассматривать как взаимосвязанный комплекс функционально соотнесенных компонентов, который обеспечивает целенаправленное приобретение курсантами содержательных, последовательно связанных знаний, навыков, умений, усвоенных в определенном обоснованном порядке, на основе сложного адаптивного поведения сторон – учебной и обучающей.

Структура управления профессиональной подготовкой сотрудников ГПС МЧС включает: принципы управления; методы управления; технику управления [5].

Под «принципами управления профессиональной подготовкой» сотрудников ГПС МЧС России понимаются основные требования, основополагающие правила, которыми руководствуются начальник вуза, его заместители, преподаватели, а также руководители пожарных частей в своей практической деятельности. Следовательно, задача заключается в том, чтобы сформулировать принципы управления, которые отражают требования к организации процесса профессиональной.

К основным принципам управления процессом профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России мы относим следующие:

- научность;
- планирование;
- подбор, расстановка кадров и работа с ними;
- компетентность и деловитость;
- оптимальность (эффективность) управления;
- материальное и моральное стимулирование.

В системе профессиональной подготовки

сотрудников ГПС МЧС различают следующие методы управления: организационно-распорядительные, психолого-педагогические и экономические. Эти методы в совокупности позволяют управляющей системе воздействовать на управляемую и добиваться определенных целей, поэтому изолированно друг от друга они действовать не могут, а только в сочетании, дополняя друг друга.

Организационно-распорядительные методы управления профессиональной подготовкой подразделяют на: организационные и распорядительные.

В процессе организационной работы формируются каналы связи, которые обеспечивают взаимную информацию и взаимодействие в управляющей и управляемой системах, упорядочивается весь процесс профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России, концентрируется внимание на главной функции управления, определяются ответственные за конкретные участки работы, проводится инструктаж, подготавливаются приказы, собрания и др.

Организационные методы управления профессиональной подготовкой предусматривают разработку организационных решений, ведение образовательного процесса на базе последних достижений педагогической науки и передового опыта, определение материальных ресурсов для успешной деятельности преподавателей, назначение ответственных исполнителей, сроков исполнения и осуществление контроля [6].

Организационные методы управления профессиональной подготовкой преследуют главную цель – сформировать такие оптимальные условия, при которых наиболее эффективно функционировало бы не только каждое звено, но и вся управляющая система в целом. Хотя воздействие организационных методов управления на то или иное звено в каждом отдельном случае будет различным, в системе управления можно выделить и сходные черты. К ним, прежде всего, относится решение таких вопросов, как определение цели воздействия и установление возможных изменений в других звеньях управления; разработка путей, этапов, способов и средств воздействия; внедрение разработанной организационной системы; осуществление контроля за ходом ее внедрения; корректирование процесса воздействия на процесс профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России [7].

Организационное воздействие на управляемую и управляющую системы осуществляется в форме нормирования и регламентирования.

Перед системой профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС могут стоять новые или дополнительные задачи, поэтому в про-

цесс организации управления вносятся необходимые изменения или вообще проводится коренная реорганизация данного процесса в соответствии с новыми требованиями. Регламентирование в принятой системе организации профессиональной подготовки поддерживает ее в оптимальном режиме, не допускает действия стихийных факторов, предупреждает анархию в работе.

Изучение практики управления процессом профессиональной подготовки специалистов ГПС МЧС России строилось с учетом рассмотренных теоретико-методологических положений на основе анализа реальной практики и включало в себя:

- ознакомление с опытом работы по совершенствованию процесса профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС на основе улучшения качества управления этим процессом;

- исследование педагогической целесообразности использования достижений науки в процессе профессиональной подготовки;

- выявление противоречий и причин их порождающих в построении технологии процесса профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС и поиск эффективных путей их разрешения.

В этих целях было проведено комплексное изучение деятельности Белгородского технологического государственного университета, ряда пожарных частей, учебных центров, опрошено в беседах, опросах-интервью более ста преподавателей, опытных специалистов, а также обобщен опыт организации профессиональной подготовки в пожарных частях и учебных центрах ГПС МЧС России.

Положительная экспертная оценка, более 89% респондентов свидетельствует, что применение научных достижений в процессе профессиональной подготовки приносит ожидаемый эффект только в том случае, если обучаемые имеют хорошие специальные и методические знания, умело оперируют ими.

Предварительные результаты отдельных экспериментов в вузах ГПС МЧС России свидетельствуют о возможности исключения (в случае применения контроля образовательного процесса) зачетов и экзаменов и выставления итоговых оценок курсантам и студентам по результатам, выданным компьютером.

Наличие программ сбора и хранения подробной информации в ходе обучения 93% преподавателей считают важнейшим преимуществом проведения занятий с помощью автоматических обучающих систем (АОС). Информация, полученная в результате применения таких си-

стем, используется с целью как непрерывного контроля процесса обучения, быстрого выявления хорошо или слабоуспевающих, так и в интересах дальнейшего улучшения содержания обучения, усложнения, а при необходимости, и облегчения процесса обучения.

Перечисленные выше преимущества контроля, а также исключение за счет этого субъективизма в оценке обучаемых, бесспорно, свидетельствуют в пользу такого контроля. Однако и это мнение подавляющего большинства опрошенных преподавателей нельзя крайне абсолютизировать и не учитывать видимых негативных моментов. Прежде всего, они заключаются в том, что контролируемые программы, контрольные задания, предъявляемые через компьютерную технику, требуют при осуществлении обратной связи через техническую систему, как правило, формализованных ответов.

В ходе исследования не удалось обнаружить достаточно гибких программ, а также соответствующего технического обеспечения, способных в полной мере выполнять, прежде всего, ориентирующую функцию контроля. Следовательно, возможность применения технических средств контроля пока еще ограничены.

В целом же опыт, накопленный в указанном направлении, свидетельствует о его огромном педагогическом потенциале и возможности использования при любых формах контроля как важнейшего элемента системы профессиональной подготовки курсантов ГПС МЧС России.

Изучение процесса профессиональной подготовки курсантов ГПС МЧС России позволило выявить некоторые противоречия и привести их систематизацию. К их числу относятся:

- 1) противоречие между современными требованиями, предъявляемыми к системе профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС России и фактическим отставанием качества этого процесса от требуемого;

- 2) противоречие между необходимостью научно-методического обоснования системы профессиональной подготовки различных категорий сотрудников ГПС МЧС и отсутствием знаний о принципах, закономерностях ее функционирования;

- 3) противоречие между педагогически оправданным применением новых информационных технологий в процессе профессиональной подготовки сотрудников ГПС МЧС и их бессистемным, только для самого факта, использованием;

- 4) противоречие между широкими возможностями использования современных педагогических технологий в системе профессиональной

подготовки сотрудников ГПС МЧС и относительно узкой сферой реализации этих возможностей;

- 5) противоречие между необходимостью наличия специальных знаний, навыков и умений по использованию новых педагогических технологий в процессе профессиональной подготовки и недостаточным развитием или отсутствием их у субъектов, организующих процесс профессиональной подготовки различных категорий сотрудников ГПС МЧС России.

Таким образом, наличие противоречий в системе профессиональной подготовки различных категорий сотрудников ГПС МЧС России свидетельствует о необходимости поиска путей их разрешения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зуев С.Э. Образование в современном мире [Текст] / С.Э. Зуев. – М., 2003. – 142 с.

2. Баскин Ю.Г. Прогностическая модель выпускника вуза МЧС России [Текст] / Ю.Г. Баскин, Е.П. Соловьева // Вестник Санкт-Петербургского института ГПС МЧС России. – 2006. – № 4 (15). – С.35–38.

3. Адольф В.А. О методике совершенствования педагогического мастерства [Текст] / В.А. Адольф, Ю.Б. Козлова / Высшее образование сегодня. – 2007. – №9. – С. 35.

4. Башмаков М.И. Информационная среда обучения: учебное пособие [Текст] / М.И. Башмаков, С.Н. Поздняков, Н.А. Резник. – СПб.: Свет, 2002. – 315 с.

5. Курносов Г.В. Формирование психологической готовности курсантов в процессе тактико-специальной подготовки: уч.-методич. пособие [Текст] / Г.В. Курносов. – СПб, СПб УГПС МЧС России, 2007. – 58с.

6. Анфилов В.С. Системный анализ в управлении: учебное пособие [Текст] / В.С.Анфилов, А.А.Емельянов, А.А.Кукушкин. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 368 с.

7. Ваганова Г.В. Исследовательские стратегии как средство формирования организационно-управленческих навыков будущих специалистов службы спасения [Текст] / III Межведомственная науч.-практ. конф.: Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации (17 апреля 2009 года) // Г.В. Ваганова, А.С. Фошкин – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2009. – Ч.1. – С. 98–102.

НАШИ АВТОРЫ

Лесовик Валерий Станиславович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 55-82-01; e-mail: naukavs@mail.ru

Смоляго Геннадий Алексеевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра промышленного и гражданского строительства.

Тел.: (4722) 54-16-20.

Лукутцова Наталья Петровна

Адрес: Россия, 241037, г. Брянск, пр. Ст. Димитрова, 3. Брянская государственная инженерно-технологическая академия, кафедра «Производство строительных конструкций».

Тел.: (4832) 74-05-13; e-mail: natluk58@mail.ru

Рахимбаев Шарк Матрасулович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 30-99-42.

Наумова Людмила Николаевна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

Тел.: (4722) 54-96-04; e-mail: naymova_ln@mail.ru.

Матюхин Павел Владимирович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

Тел.: (4722) 54-96-04; e-mail: mpvbgtu@mail.ru.

Логанина Валентина Ивановна

Адрес: Россия, 440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, д. 28. Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, кафедра «Стандартизация, сертификация и аудит качества».

Тел.: (8412) 48-27-37; e-mail: fmatem@pguas.ru

Строкова Валерия Валерьевна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций, секция «НСМ».

Тел.: (4722) 55-87-85; e-mail: strokova@intbel.ru.

Ковалева Екатерина Геннадьевна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра «Защита в чрезвычайных ситуациях».

Тел.: (4722) 55-87-85; e-mail: zchs@intbel.ru

Жакипбаев Бибол Ермуратович

Адрес: Россия, 160012, Казахстан, г. Шымкент, проспект Тауке хана, 5. Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова, кафедра технологии силикатов и синтеза минералов.

e-mail: Bibol_8484@mail.ru

Авреник Андрей Николаевич

Адрес: Россия, 450062, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Космонавтов 1. Уфимский государственный нефтяной технический университет, кафедра «Строительные конструкции».

Тел.: (347) 228-22-00; e-mail: Stexpert@mail.ru.

Володченко Анатолий Николаевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

Тел.: (4722) 54-96-04; e-mail: volodchenko@intbel.ru

Алфимова Наталия Ивановна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 55-82-01; e-mail: alfimovan@mail.ru

Клюев Александр Васильевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 30-99-42; e-mail: Klyuyev@yandex.ru

Сартаков Михаил Петрович

Адрес: Россия, 628012, Тюменская область, Ханты-Мансийский автономный округ-Югра АО, г. Ханты-Мансийск, ул. Чехова, 16. Югорский государственный университет.

E-mail: mpmps@bk.ru

Сулейманова Людмила Александровна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 30-99-42; e-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru

Богданов Василий Степанович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

Тел.: (4722) 55-06-02; e-mail: v.s_bogdanov@mail.ru

Фадин Юрий Михайлович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

Тел.: (4722) 30-99-39; e-mail: v.s_bogdanov@mail.ru

Шаптала Владимир Григорьевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра прикладной математики.

E-mail: Chalov-v@mail.ru

Семикопенко Игорь Александрович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра механического оборудования.

Тел.: (4722) 30-99-39; e-mail: v.s_bogdanov@mail.ru

Золотарев Сергей Николаевич

Адрес: Россия, 308000, г. Белгород, ул. Преображенская, д. 64, Белгородский филиал Московского государственного университета экономики, статистики и информатики, кафедра «Банковское дело».

Тел.: (4722) 27-22-60; e-mail: s.n.zolotarev@mail.ru

Вострецов Александр Ильич

Адрес: Россия, 450074, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. Башкирский государственный университет, кафедра «Национальная экономика».

E-mail: vostretsow@yandex.ru

Погорелый Марк Юрьевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра финансового менеджмента.

E-mail: marecc@rambler.ru

Лазько Екатерина Александровна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра технологии и художественной обработки стекла.

Тел.: (4722) 55-83-07; e-mail: kerchanka_sh@mail.ru

Намозов Абдулазиз Алиевич

Республика Узбекистан, г. Фергана, ул. Ферганская, 86. Ферганский политехнический институт. Кафедра пищевой технологии.

Тел.: (3732) 222-14-44; e-mail: aziz.1960@mail.ru

Павленко Вячеслав Иванович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра неорганической химии.

Тел.: (4722) 54-96-04; e-mail: kafnx@intbel.ru

Бондаренко Надежда Ивановна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра технологии и художественной обработки стекла.

Тел.: (4722) 55-83-07; e-mail: bondarenko-71@mail.ru

Макридина Ольга Ивановна

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы 85, Белгородский государственный университет, биолого-химический факультет.

E-mail: olgamakridina@mail.ru

Свергузова Светлана Васильевна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра промышленной экологии.

Тел.: (4722) 55-47-96; e-mail: re@intbel.ru.

Минко Всеволод Афанасьевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, отопления и вентиляции.

Тел.: (4722) 55-94-38; e-mail: promaerovent@mail.ru

Полуянов Валерий Петрович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, БГТУ им. В.Г. Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: (4722) 30-99-86; e-mail: zchs@intbel.ru

Потапенко Евгений Анатольевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра электроэнергетики и автоматики.

Тел.: (4722) 55-63-03; e-mail: potapenko@intbel.ru

Северин Николай Николаевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: (4722) 30-99-86; e-mail: zchs@intbel.ru

Радоуцкий Владимир Юрьевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: (4722) 30-99-86; e-mail: zchs@intbel.ru

Егоров Дмитрий Евгеньевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: (4722) 30-99-86; e-mail: zchs@intbel.ru

Шипицына Галина Михайловна

Адрес: Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85. Белгородский государственный университет, кафедра русского языка и методики преподавания.

Тел.: (4722) 31-62-53; e-mail: Shipitsina@bsu.edu.ru

Научное издание

**«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»
№ 2. 2011 г.**

Научно-теоретический журнал

**Ответственный за выпуск Н.И. Алфимова
Компьютерная верстка Н.И. Алфимова
Дизайн обложки В.Б. Бабаев**

Учредитель журнала – Государственное образовательное учреждение высшего и профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовой информации ПИ №ФС77-26533

Сдано в набор 16.05.11. Подписано в печать 28.02.11 Формат 60х84/8

Усл. печ. л. 21,73. Уч.-изд. л. 23,34

Тираж 1000 экз. Заказ 45. Цена договорная.

Все публикуемые материалы представлены в авторской редакции.

Адрес редакции: г. Белгород, ул. Костюкова, 46, оф. 204 Лк.

Номер сверстан в редакции научно-теоретического журнала

«Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова».

Отпечатано в РИЦ БГТУ им. В.Г. Шухова