

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. В.Т. Слабинский,
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. Чиждова, 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

№ 1, 2011 год

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Логанина В. И., Макарова Л. В., Папшева К. А. РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗВЕСТКОВЫХ СОСТАВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ	6
Шейченко М. С., Лесовик В. С., Алфимова Н. И. КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВЯЖУЩИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫХ ОТХОДОВ КОВДОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	10
Строкова В. В., Лозовая С. Ю., Соловьева Л. Н., Огурцова Ю. Н. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННО-ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО НАНОСТРУКТУРИРУЮЩЕГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ	15
Сулейманова Л. А., Кара К. А., Красникова И. Е., Скороходова О. А. К ВОПРОСУ О ПОДБОРЕ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ	20
Лесовик Р. В., Агеева М. С., Чернышева Н. В. АКТИВАЦИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА НА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОГЕННЫХ ПЕСКАХ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ	24
Андреева А. В., Буренина О. Н. СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ДЛЯ РЕГИОНОВ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА	29
Клюев С. В., Хархардин А. Н. РАСЧЕТ ВЫСОКОПЛОТНОЙ УПАКОВКИ ЗЕРЕН МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА	34
Ракитченко К. С. РАЗРАБОТКА СОСТАВА ФИБРОБЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ РЕМОНТА МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ	38
Филинских А. Д. ТЕХНОЛОГИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ AUTODESK ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДИЗАЙН- ПРОЕКТОВ ВНУТРЕННИХ ПОМЕЩЕНИЙ	43
Гарькина И. А., Данилов А. М., Логанина В. И. ПРИЛОЖЕНИЕ МЕТОДА ПАТТЕРН К КОНСТРУИРОВАНИЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	46
Алфимова Н. И., Вишневская Я. Ю., Трунов П. В. ВЛИЯНИЕ СЫРЬЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И РЕЖИМОВ ТВЕРДЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ	52

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Романович А. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДУПЛОТНЕНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРЕСС-ВАЛКОВОМ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ	56
Богданов В. С., Воронов В. П., Потапов Ф. П. РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ РАБОТЫ ЗАТРАЧИВАЕМОЙ НА РАЗРУШЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПРИ КАСКАДНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ	61
Шарапов Р. Р., Кабанов С. Ю. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛИ НАСЫПНЫМИ КЛИНКЕРНЫМИ СЛОЯМИ	65
Минин В. В., Носков М. В. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО ПОГРУЗЧИКА ПО КОМПЛЕКСНОМУ КРИТЕРИЮ	70
Воронов В. П., Семикопенко И. А., Пензев П. П. ДЕЗИНТЕГРАТОР С ВНУТРЕННЕЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ ИЗМЕЛЬЧАЕМОГО МАТЕРИАЛА	75

Фадин Ю. М. РАСЧЕТ СРЕДНЕВЗВЕШЕННОГО ДИАМЕТРА МЕЛЮЩЕГО ШАРА ТРУБНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ПРИ ВОДОПАДНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ	78
Севостьянов В. С., Ильина Т. Н., Севостьянов М. В., Шкарпеткин Е. А. ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРОЦЕССА МИКРОГРАНУЛИРОВАНИЯ В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ	81
Ханнина О. С., Воронов В. П., Ханин Д. С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСЕВОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ БАРАБАНЕ	87
Юдин К. А. К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦАХ	91

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Чиждова Е. Н., Шевченко М. В. ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ	95
Минин С. Э., Редькин Г. М. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ	100
Грузинов В. П., Графов А. В. К ВОПРОСУ О РЕАЛЬНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РЕСУРСАХ АМОРТИЗАЦИОННОГО ЛОМА	105
Слабинский Д. В. ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ МАНИПУЛЯЦИЙ В ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ	109
Слинков А. М. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОРАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ К ТРУДУ: ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД	112
Вострцов А. И. ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)	116
Цветаев С. С. БЮДЖЕТИРОВАНИЕ КАК ЧАСТЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ. ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ	122
Костыря А. В., Чиждова Е. Н. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗРАБОТИЦЫ И ЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ	126
Графов А. В. ИННОВАЦИОННЫЕ ЦИКЛЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СИСТЕМ	131
Старикова М. С., Резниченко А. А. УСЛОВИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ КОРПОРАЦИЙ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ	137
Трофимова Н. В. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА	142
Лобанова В. А., Исмагилов Д. Д. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ В КЛАСТЕРАХ	148

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Полуянов В. П. ФАКТОРЫ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ПРИ АВАРИЯХ И КАТАСТРОФАХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ	153
---	-----

Лебедев В. М., Волков А. А.

СИСТЕМОКВАНТЫ ПРОЦЕССОВ ВОЗВЕДЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

159

Филинских А. Д.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

162

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Шипицына Г. М.

ЯЗЫК И ДЕНЬГИ (О ЯВНЫХ И СКРЫТЫХ СМЫСЛАХ В УСТОЙЧИВОМ СЛОВСОЧЕТАНИИ НА ТЕМУ ДЕНЕГ)

168

Спасов В. Д.

СИМВОЛИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОТЦА В ПАРСОНИАНСТВЕ

172

НАШИ АВТОРЫ

175

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

Логанина В. И., д-р техн. наук, проф.,

Макарова Л. В., канд. техн. наук, доц.,

Папиева К. А., аспирант

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИЗВЕСТКОВЫХ СОСТАВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТОВ КАЛЬЦИЯ*

Mak.78_08@inbox.ru

Приведены сведения о влиянии тонкодисперсных наполнителей на основе силикатов кальция на реологические свойства известковых смесей. Установлен фазовый состав наполнителей в зависимости от вида добавки осадителя и хромофора.

Ключевые слова: силикаты кальция, известковая смесь, наполнители, пластическая прочность.

Введение

За последние годы вырос интерес исследователей и практиков к применению волластонита как наполнителю композитов различного назначения. С применением наполнителей на основе силикатов кальция можно изготавливать строительные материалы различного назначения:

- сухие строительные смеси (ССС);
- пигменты;
- краски, в том числе на водной основе, наиболее востребованные в последнее время;
- наполненные полимеры с улучшенными эксплуатационными свойствами;
- эффективные электрические изоляторы;
- многоразовые регенерируемые фильтры для промышленных предприятий;
- чистящие и полировальные пасты;
- специальная керамика для литья алюминия.

Однако, месторождения минерального сырья, содержащего силикаты кальция (волластонита) в России не представляют коммерческого интереса, т.к. не могут обеспечить поставку на рынок достаточного количества волластонита удовлетворительного качества. В настоящее время наполнители - синтетический силикат кальция (волластонит), аморфный и кристаллический гидросиликат кальция (ксонотлит) можно промышленно производить по различным технологиям. В патентной и научно-технической литературе описаны способы получения наполнителя с применением диатомита [1, 2, 3], однако высокая температура синтеза и невысокий выход целевого продукта не позволили найти данному способу практическое применение.

Нами применена энергосберегающая технология получения тонкодисперсных наполнителей на основе силикатов кальция, предназначенных для изготовления сухих строительных смесей. Технология заключается в гидрохимическом синтезе из жидкого стекла в присутствии добавки-осадителя (CaCl_2) с последующим высушиванием осадка и его измельчением.

Для получения окрашенных наполнителей вводили при синтезе добавки хромофоров. В качестве хромофоров использовали медный купорос CuSO_4 и FeCl_3 при различном соотношении CaCl_2 : добавка хромофора. Добавку CaCl_2 вводили в виде 15 %-ного раствора в количестве, составляющем 50 % от массы раствора жидкого стекла плотностью 1130 кг/м^3 . Добавку хромофора вводили в раствор хлорида кальция.

Экспериментальная часть

В процессе проведения эксперимента исследовалось влияние вида и содержания наполнителей на реологические свойства смесей. В качестве вяжущего применяли известь-пушонку 3 сорта с активностью 74 %. В качестве контрольного принят состав, полученный на наполнителе, синтезированном только при введении CaCl_2 . Готовили составы с различным соотношением известь: наполнитель (И:Н). Реологические свойства оценивались по показателю предельного напряжения сдвига, который измеряли с помощью конического пластометра КП-3. На рис. 1-2 приведены значения пластической прочности в зависимости от содержания и вида наполнителя, водоизвесткового отношения (В/И).

Анализ экспериментальных данных показывает, что пластическая прочность известкового состава на наполнителе, синтезируемым в

присутствии FeCl_3 , значительно выше по сравнению с составом на наполнителе, синтезируемым только в присутствии CaCl_2 . Так, в возрасте 8 часов с момента затворения предельное напряжение сдвига τ состава извести:наполнитель (И:Н)=1:0,3, В/И=0,9 на наполнителе, синтезируемом в присутствии только CaCl_2 , составляет $\tau=20$ кПа (рис. 1, кривая 1), а состава на наполнителе, синтезируемом в присутствии CaCl_2 и хромофора FeCl_3 , массовая доля которого составляет 0,75 % от массы раствора жидкого стекла плотностью 1,130 г/см³

- $\tau=230$ кПа (рис. 1, кривая 5). При увеличении процентного содержания добавки хромофора FeCl_3 наблюдается снижение скорости набора пластической прочности. Применение наполнителя, синтезируемого в присутствии CaCl_2 и FeCl_3 , массовая доля которого составляет 2,25 % от массы раствора жидкого стекла плотностью 1,130 г/см³, приводит к снижению предельного напряжения сдвига состава, составляющему в возрасте 8 ч $\tau=180$ кПа (рис. 1, кривая 2).

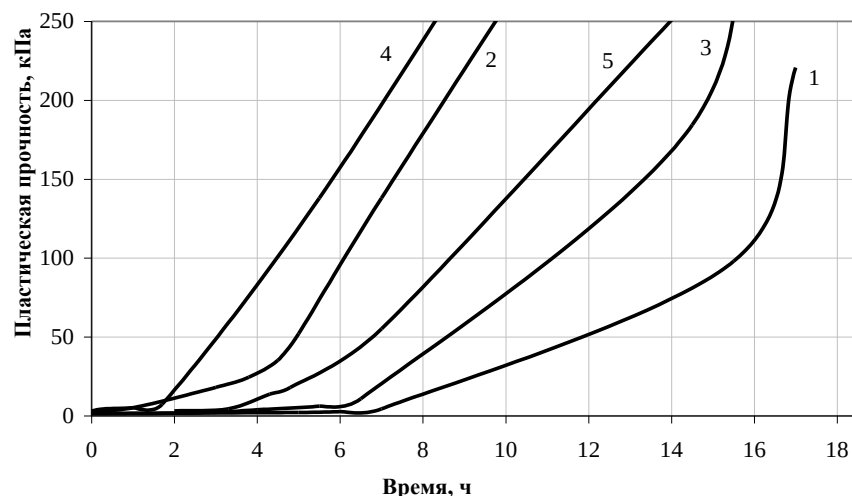


Рисунок 1. Изменение пластической прочности известкового состава с В/И=0,9 в зависимости от вида и количества добавки хромофора:

- 1 – контрольный состав, И:Н=1:0,3; 2 – состав И:Н=1:0,3, наполнитель синтезирован при введении CaCl_2 и FeCl_3 , содержание FeCl_3 составляет 2,25% от массы раствора жидкого стекла;
- 3 – состав И:Н=1:0,3, наполнитель синтезирован при введении CaCl_2 и $\text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в растворе жидкого стекла составляет 0,75%;
- 4 – состав И:Н=1:0,3, наполнитель синтезирован при введении CaCl_2 и FeCl_3 , содержание FeCl_3 составляет 0,75 % от массы раствора жидкого стекла;
- 5 – состав И:Н=1:0,5, наполнитель синтезирован при введении CaCl_2 .

При увеличении содержания наполнителя при прочих равных условиях наблюдается более быстрый набор пластической прочности. В возрасте 16 часов с момента затворения пластическая прочность состава 1:0,3, В/И=1,2 составила $\tau=30$ кПа (рис. 2, кривая 2), а состава 1:0,5, В/И=1,2 – 75 кПа (рис. 2, кривая 4).

Введение добавки CuSO_4 при синтезе наполнителя также способствует ускорению отверждения известкового состава (рис. 1, кривая 4, рис. 2, кривая 1).

Очевидно, такое влияние на изменение пластической прочности наполнителей, полученных

при различном содержании добавки хромофора, обусловлено их различным фазовым составом

Анализ ионизационных рентгенограмм (рис. 3-4), полученных на дифрактометре ДРОН-2, показал, что степень закристаллизованности образцов невысокая. На рентгенограммах образцов выделяются несколько сильных и средней интенсивности линий.

В образцах наполнителя, полученного синтезом в присутствии только добавки осадителя CaCl_2 , присутствуют дифракционные линии (d , Å) следующих соединений: тоберморит (d , Å) – 10,13; 3,582; 3,2936; 2,820; 2,719; 2,4662; 2,2827;

2,220; твердый раствор CSH(B) в виде слабозакристаллизованного геля (d , Å) – 3,039; 2,82; 1,823; твердый раствор C-S-H (II) (d , Å) – 2,875; 2,82; 2,22; 2,062; 1,823; 1,629; 1,41; Ca(OH)_2 (d , Å) – 4,765; 3,14; 1,41; CaCO_3 (d , Å) – в виде кальцита 3,858; 3,039; 1,410, арагонита

(d , Å) – 1,869; 1,660; 1,297 и ватерит (d , Å) – 1,262.

Анализ рентгенограмм показывает, что в образцах присутствуют следы гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, образовавшегося при применении жидкого стекла, полученного сульфатным способом.

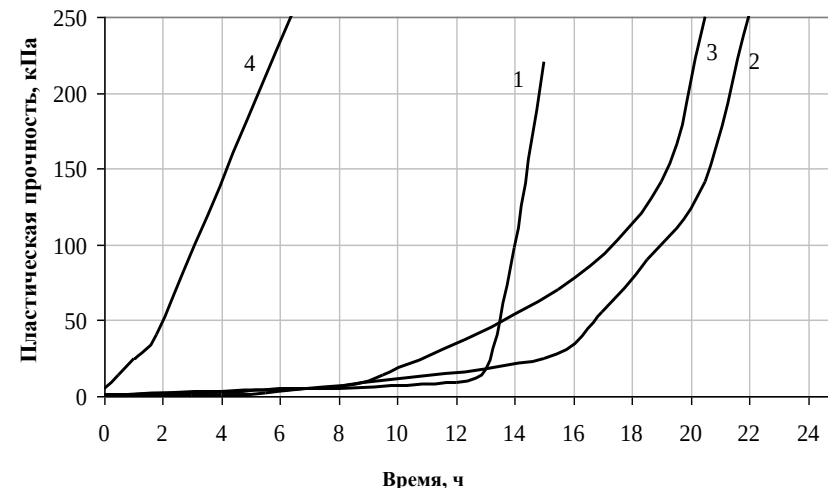


Рисунок 2. Изменение пластической прочности известкового состава с В/И=1,2 в зависимости от содержания наполнителя, вида и количества добавки хромофора:

- 1 – состав И:Н=1:0,3, наполнитель синтезирован при введении CaCl_2 и CuSO_4 , содержание $\text{CuSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в растворе жидкого стекла составляет 0,75%;
- 2 – контрольный состав И:Н=1:0,3, наполнитель синтезирован при введении CaCl_2 ;
- 3 – состав И:Н=1:0,5, наполнитель синтезирован при введении CaCl_2 ;
- 4 – состав И:Н=1:0,5, наполнитель синтезирован при введении CaCl_2 и FeCl_3 , содержание FeCl_3 составляет 0,75% от массы раствора жидкого стекла.

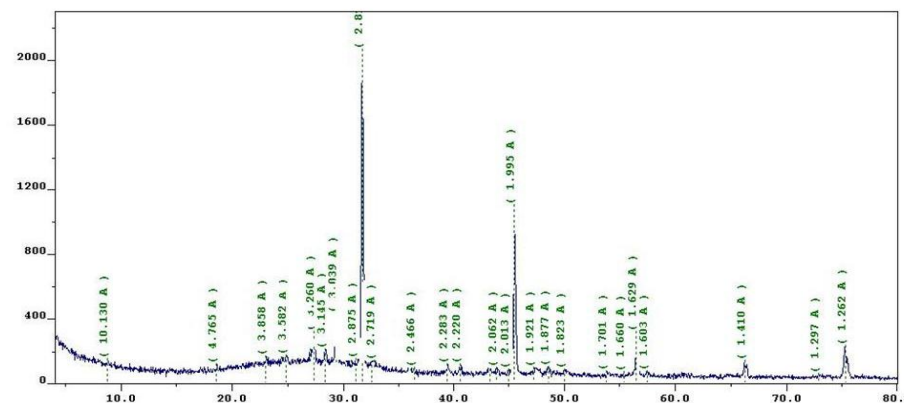


Рисунок 3. Рентгенограмма образцов наполнителя, синтезированного при введении добавки CaCl_2 в присутствии CaCl_2 и хромофора FeCl_3 , показал, что в образцах присутствуют следующие соединения:

-2CaO·SiO₂·H₂O-α-гидрат двухкальциевого силиката, с дифракционными характеристиками (*d*, Å)-1,52; 1,63; 1,92; 3,92;

-3CaO·Fe₂O₃·6H₂O с дифракционными характеристиками (*d*, Å)-2,07; 1,60;

-4CaO·Fe₂O₃·13H₂O с дифракционными характеристиками (*d*, Å)-2,737; 2,60;

-2CaO·SiO₂·H₂O-β-гидрат двухкальциевого силиката-1,52; 1,82; 2,29; 2,50.

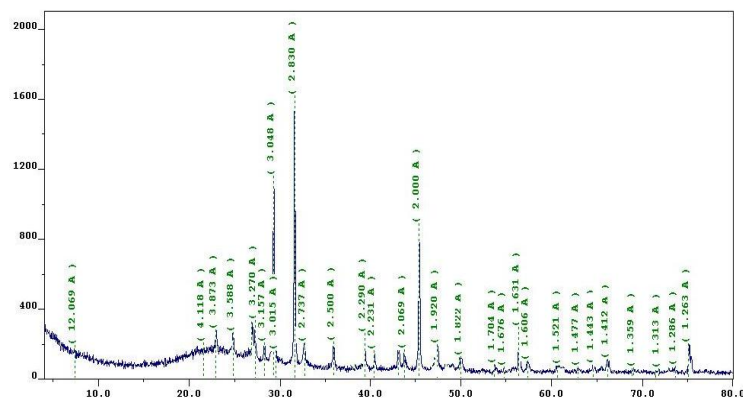


Рисунок 4. Рентгенограмма образцов наполнителя, синтезированного при введении добавки CaCl₂ и хромофора FeCl₃

Наличие в составе наполнителя соединений 3CaO·Fe₂O₃·6H₂O, а также 4CaO·Fe₂O₃·13H₂O способствует ускорению отверждения известковых композиций. Об этом также дополнительно свидетельствуют данные времени высыхания известковых составов. Так, время высыхания известкового состава на растворной подложке до степени 3 составляет 10-15 мин, до степени 5 – 20-25 мин., в то время как аналогичные составы с применением, например, тонкомолотой опоки соответственно 30 мин и 50 мин. Известковые составы хорошо наносятся на отделяемую поверхность цементно- и известковопесчанной штукатурки. Класс качества внешнего вида покрытий составляет У-У1. Значения адгезионной прочности покрытий на основе составов с предлагаемыми наполнителями варьируется в пределах R_{адг}=0,5-0,9 МПа, с волластонитом – 0,4-0,6 МПа.

Выводы

Установлено, что введение в известковые составы наполнителей, полученных при различном содержании добавки хромофора приводит к изменению их пластической прочности. Методом РФА выявлено, что получаемый тонкодисперсный наполнитель состоит из низкоосновных гидросиликатов кальция. В присутствии хромофора FeCl₃ получаемый наполнитель наряду с вышеуказанными соединениями содержит гид-

роферриты железа, способствующие ускорению отверждения известковых композиций.

**Работа выполнялась в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (госконтракт с Федеральным агентством по образованию РФ № П1456).*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент RU 2380340 /Способ получения шихты для синтеза волластонита и ее состав [Текст] / Вакалова Татьяна Викторовна, Погребенков Валерий Матвеевич, Шляева Нина Петровна; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Томский политехнический университет
2. Гальперина М.К., Грум-Гржимайло О.С., Митрохин В.С., Тарантул Н.П. Синтез волластонита из трепела. // Стекло и керамика. – 1982, 2, с.16-17
3. Патент РФ на изобретение 2205792 от 08.02.2002 / Способ получения шихты для синтеза волластонита [Текст]/ Никифоров Е.А., Гладун В.Д., Акатьева Л.В. и др.; , заявитель и патентообладатель Никифоров Е.А.

Шейченко М. С., аспирант,

Лесовик В. С., член-корреспондент РААСН, д-р техн. наук, проф.,

Алфимова Н. И., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВЯЖУЩИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОМАГНЕЗИАЛЬНЫХ ОТХОДОВ КОВДОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

shms2005@yandex.ru

В настоящей работе представлено исследование отходов мокрой магнитной сепарации Ковдорского месторождения в качестве мелкого заполнителя в бетон и как компонента композиционных вяжущих. Представлены результаты исследований размолоспособности отходов и комплексов исследований по разработке рецептурно-технологических параметров композиционного вяжущего.

Ключевые слова: композиционное вяжущее, отходы мокрой магнитной сепарации

Актуальной задачей современного материалообразования является утилизация отходов промышленности, которые, накапливаясь в отвалах, отчуждают огромные земельные площади и увеличивают техногенную нагрузку на окружающую среду. На сегодняшний день отрасль строительных материалов является единственной отраслью, которая способна широко и эффективно использовать отходы промышленности, решая при этом проблемы ресурсосбережения в строительстве и охраны окружающей среды.

Утилизация бытовых и промышленных отходов является целесообразным не только с точки зрения охраны окружающей среды, но и является важным ресурсом повышения эффективности производства строительных материалов за счет экономии тепловой энергии, снижения транспортных расходов и снижения себестоимости продукции в целом.

Наиболее крупнотоннажными являются отходы, образующиеся при обогащении таких полезных ископаемых как железная руда, золото, алмазы и т.д. Необходима разработка малоотходных технологий и комплексного использования недр.

В ряде же стран существуют целые программы и национальные стратегии по утилизации отходов промышленности [1, 2].

В последние годы мировое сообщество пересмотрело стратегию развития нашей цивилизации, выдвинув взамен доминирующего направления безграничного «научно-технического прогресса» стратегию, основные критерии которой – ограничение потребления природных ресурсов, энергосбережение, защита окружающей среды [3]. Эти же критерии являются базовыми и в стратегии развития строительного комплекса России на период до 2010 г. [4].

В «Стратегии развития строительного комплекса Российской Федерации до 2010 г.» [5]

ставятся задачи рационального использования природных ресурсов и вовлечения в производство техногенных отходов различных отраслей промышленности, замещения на 20–30 % природного сырья производственными и бытовыми отходами в производстве строительных материалов.

С одной стороны, это связано с необходимостью в современных условиях расширения сырьевой базы промышленности строительных материалов, что обусловлено растущими темпами строительства и потребностью в качественных и недорогих производственных материалах. С другой стороны, в регионах с развитой промышленностью ежегодно образуется и затем накапливает большое количество промышленных отходов, которые требуют утилизации.

В обозримом будущем в России, как и в других странах, наиболее распространенным материалом в строительстве будет бетон и его различные виды. Поэтому основное направление утилизации отходов промышленности видится именно за счет их применения в бетоне в виде заполнителя и компонента вяжущего.

В связи с этим, нами были проведены исследования возможности использования отходов обогащения железных руд Ковдорского месторождения в качестве компонента композиционного вяжущего (КВ).

Ковдорское месторождение приурочено к палеозойскому интрузиву оливинитов, пироксенитов, мелилититов пород и мельтейгитов. Оно представляет собой вертикально уходящее без изменений на глубину более 2 км тело эллипсоидного сечения, которое сложено рудоносными форстерит-кальцитовыми и кальцитовыми породами. Главными концентраторами железа в них является магнетит, пятиокиси фосфора – апатит, циркония – бадделит.

Исследуемое техногенное сырье – отходы мокрой магнитной сепарации (ММС) представ-

ляют собой тонкодисперсный песок темно-серого цвета с насыпной плотностью 1545 кг/м³ и модулем крупности 0,75, наиболее представительной является фракция 0,14 и менее [6].

Применение их в промышленности строительных материалов сдерживается, прежде всего, тем, что они имеют отличный от традиционного применяемых в строительстве химический и минералогический составы. Главным образом это выражается в низком содержании SiO₂, и в отличие от природных песков, которые по своему составу мономинеральны и представлены в основном кварцем, отходы ММС полиминеральны и состоят в большей степени из не традиционных для строительного материаловедения оливинита и пироксенита..

Для данных техногенных песков характерны преимущественно кубовидные, близкие к изометричным, зерна (рис. 1). Поверхность зерен покрыта пылевидным материалом выветри-

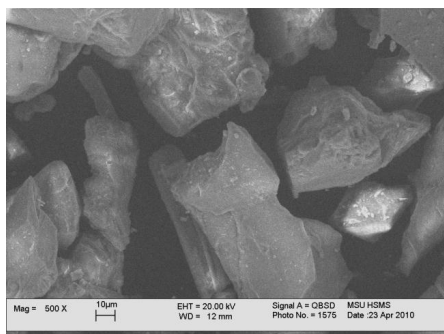


Рисунок 1. Общий вид частиц отходов ММС

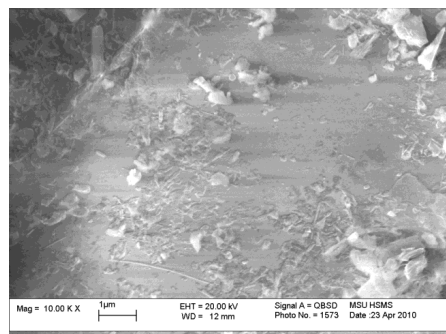
Показатели коэффициента качества пород различного генезиса как компонента композиционного вяжущего

№ п/п	Наименование минерального компонента ТМЦ	K _к
1	Отсев дробления КВП, фракции 0,315-5	1,29
2	Отходы ММС Лебединского месторождения	1,02
3	Песок Вольского месторождения	1
4	Песок Нижне-Ольшанского месторождения	0,95
5	Отходы ММС Ковдорского месторождения	0,92
6	Отсев Солдато-Александровского карьера	0,77
7	ОАО Архангельской алмазодобывающей провинции	0,31

вания материнской породы, что в свою очередь и предопределяет их высокие показатели водо- (10,9 %) и цементопотребность (0,96 %).

Все выше изложенное дает возможность предположить, что полидисперсный состав исследуемых пород будет способствовать образованию плотной структуры композита, а развитость поверхности обеспечит адгезию с цементным камнем, что в свою очередь положительно отразится на физико-механических характеристиках конечного изделия.

Для подтверждения теоретических предположений была рассмотрена возможность использования отходов ММС как компонента КВ, в частности определен его коэффициент качества и проведен сравнительный анализ с другими песками природного и техногенного происхождения (табл. 1) [7].



Анализ результатов свидетельствует о том, что исследуемые породы обладают хорошими показателями коэффициента качества (0,92) и могут быть использованы для производства композиционных вяжущих.

Необходимо отметить, что на активность КВ в значительной степени влияет прочность контактной зоны вяжущего и наполнителя. В связи с чем был проведен сравнительный анализ микроструктуры контактной зоны цементного камня с активированным в процессе помола компонентом, который подтвердил предположение о неплохой адгезии исследуемых пород. Однако в зоне контакта цементного камня с зерном отходов ММС наблюдается незначительное снижение адгезии, в сравнении с зерном кварцевого песка Вольского месторождения, что обусловлено качественными показателями исследуемых пород компонента и, в частности, их ультраосновным составом, а так же наличием на их поверхности пылеватых частиц.

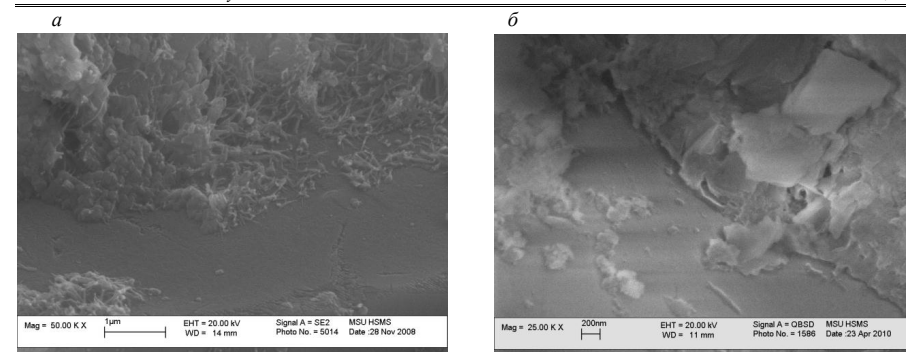


Рисунок 2. Контактная зона цементного камня с минеральным компонентом: а – Вольский песок; б – отходы ММС

Так как себестоимость производства композиционных вяжущих во многом определяется размоловоспособность компонентов, используемых для их производства, были проведены исследования по определению кинетики помола рассматриваемого сырья при производстве тонкоизмельченных цементов (ТМЦ-70, ТМЦ-60, ТМЦ-50).

Из полученных результатов (рис. 3) видно, что увеличение доли отходов ММС в компози-

ционном вяжущем способствует более быстрому нарастанию удельной поверхности, так у ТМЦ-50 удельная поверхность за 30 минут помола увеличилась на 62,5 %, у ТМЦ-60 – на 56,1 %, а у ТМЦ-70 – на 50,7 %, это свидетельствует о том, что отходы ММС обладают меньшей твердостью в сравнение с клинкерными минералами.

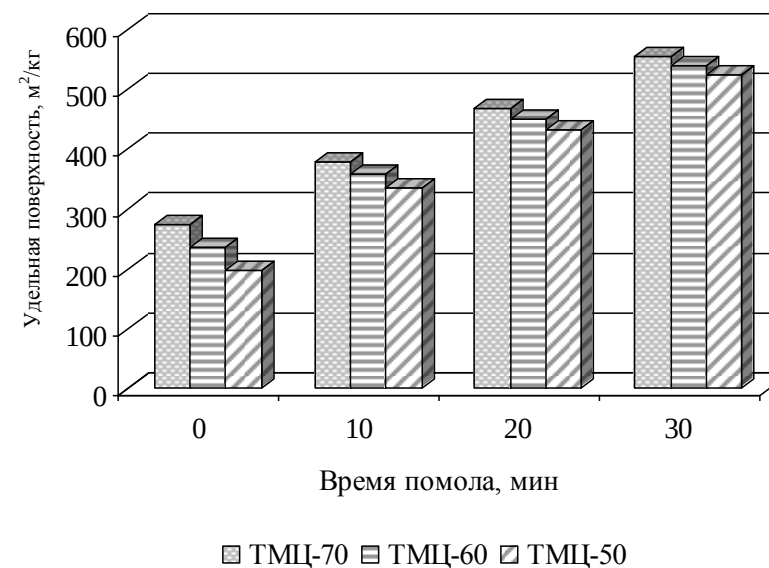


Рисунок 3. Кинетика помола композиционных вяжущих с различным содержанием отходов ММС

Таким образом, применение отходов ММС для производства композиционных вяжущих будет нести в себе не только экономический, но и экологические эффекты.

Проведен комплекс исследований по разработке рецептурно-технологических параметров композиционного вяжущего. В качестве факто-

ров варьирования оптимизации состава композиционного вяжущего были приняты: количество минерального компонента (30–50 % от массы КВ), расход суперпластификатора Мельмента (0–0,8 % от массы КВ) (табл. 2).

Таблица 2

Условия планирования эксперимента					
Факторы		Уровни варьирования			Интервал варьирования
Натуральный вид	Кодированный вид	-1	0	1	
Отходы ММС, % от массы	X_1	30	40	50	10
Мельмент, % от массы	X_2	0	0,4	0,8	0,4

Выбор факторов и параметров оптимизации производился исходя из технологической и экономической целесообразности. Варьирование расходов суперпластификатора преследовало цель выявления их минимального количества, обеспечивающего получение материала с требуемыми характеристиками.

Выходным параметром для подбора оптимального состава служила прочность при сжатии.

Математическая обработка производилась с применением программы SigmaPlot.

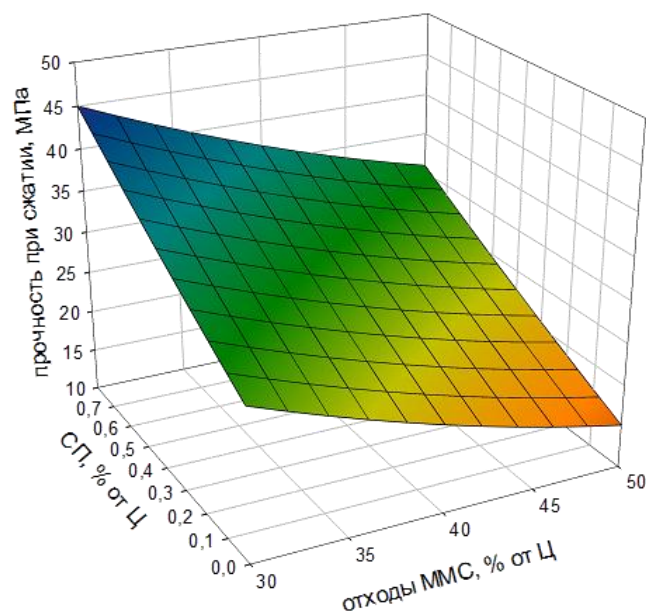


Рисунок 4. Зависимости предела прочности на сжатие композиционного вяжущего

Полученные номограммы (рис. 4) дали возможность просматривать закономерности при изменении значения каждого фактора. Оптимальным составом является тот у которого самая высокая прочность, по данным полученным из номограмм можно сказать что таковым является состав с содержанием минерального компонента 30 % от массы КВ и суперпластификатора Мельмента – 0,8 % от КВ.

Таким образом, разработаны принципы использования отходов ММС Ковдорского месторождения как сырья для производства композиционных вяжущих веществ и выявлены закономерности изменения прочностных показателей композитов на их основе в зависимости от содержания и вида используемой породы и количества суперпластификатора.

Применение отходов мокрой магнитной сепарации, с введением экспериментально подобранного количества суперпластификатора, позволит сократить количество вяжущего, как самого дорогостоящего и энергоемкого материала, без снижения прочности конечного изделия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рахимов, Р. З. Достижения, проблемы и перспективные направления развития исследований и производства шлакощелочных вяжущих и бетонов / Р. З. Рахимов, Н. Р. Хабибуллина // Достижения, проблемы и перспективные направления развития теории и практики строительного материаловедения: материалы десятих академических чтений РААСН, Казань-Пенза, 24-29 апр. 2006 г. / Казанский гос. арх.-стр. ун-т – Пензенский гос. ун-т архитектуры и строи-

тельства; отв. ред. Р. З. Рахимов. – Казань-Пенза, 2006. – С. 57–59.

2. Boswell, J. Protecting the future. Mining legislation and the environment / J. Boswell // Civil engineering. – 2004. – № 8. – pp. 8–10.

3. Ильичев, В. А. Строительный комплекс в век информационных технологий и один день без них / В. А. Ильичев // Архитектура и строительство Москвы. – 2002. – № 2-3. – С. 46–50.

4. Барина, Л. С. Строительство – определяющий фактор устойчивого развития / Л. С. Барина, Ю. С. Волков // Информационный бюллетень. – 2002. – № 5. – С. 2–4.

5. Стратегия развития строительного комплекса Российской Федерации на период до 2010 года. – М.: Госстрой РФ, 2003.

6. Алфимова, Н.И. Перспективы использования отходов мокрой магнитной сепарации Ковдорского месторождения в дорожном строительстве / Н.И. Алфимова, П.В. Трунов, А.О. Лютенко // Эффективные материалы, технологии, машины и оборудование для строительства и эксплуатации современных транспортных сооружений: сб. докл. Междунар. научн.-практич. конф., Белгород 3–4 дек. 2009 г. / Белгор. гос. технолог. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – С.11–13.

7. Лесовик, Р.В. К проблеме использования техногенных песков для производства мелкозернистых бетонов и изделий на их основе / Р.В. Лесовик // Строительные материалы. – 2007. – № 9. – Приложение «Наука». – № 10. – С. 13 – 15.

Строкова В. В., советник РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Лозовая С. Ю., д-р техн. наук, проф.,
Соловьева Л. Н., ст. преп.
Огуцова Ю. Н., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННО-ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО НАНОСТРУКТУРИРУЮЩЕГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

strokova@intbel.ru

Установлены закономерности изменения свойств конструкционно-теплоизоляционного бетона в зависимости от содержания гранулированного наноструктурирующего заполнителя и воды.

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

Ключевые слова: конструкционно-теплоизоляционный бетон, гранулированный наноструктурирующий заполнитель, рациональный состав, оптимальная структура, пористость.

Одним из эффективных строительных материалов является легкий бетон, применение которого позволяет снизить массу и повысить теплозащитные свойства конструкций, а также снизить трудоемкость и стоимость строительства. Снижение материалоемкости и теплопроводности строительных конструкций без потери их несущей способности и других эксплуатационных свойств является одной из целей повышения эффективности строительства [1]. Одним из практических путей ее достижения является разработка и применение легких и прочных бетонов с пониженной теплопроводностью и водонепроницаемостью.

В данной работе проводились исследования зависимости основных свойств конструкционно-теплоизоляционного бетона, полученного на основе гранулированного наноструктурирующего заполнителя (ГНЗ) [2], от содержания основных компонентов.

Разработка оптимальных составов конструкционно-теплоизоляционных бетонов с использованием ГНЗ и исследование влияния отдельных компонентов на физико-механические свойства бетона производились с использованием метода математического планирования эксперимента второго порядка.

На физико-механические характеристики разрабатываемого бетона влияет множество параметров, такие как состав кремнеземистого компонента ГНЗ, размер и количество вводимого активного заполнителя, количество воды, время предварительной выдержки перед пропариванием, температура тепловлажностной обработки.

Для упрощения математического планирования экспериментов и уменьшения числа варьируемых факторов нами опытным путем было установлено, что в качестве наиболее значимых параметров оптимизации, характеризующих плотность, пористость, прочность при сжатии, теплопроводность и водопоглощение можно принять: количество вводимого гранулированного наноструктурирующего заполнителя и количество воды [3].

Математической моделью физико-механических свойств конструкционно-теплоизоляционных бетонов являются функции (1), связывающие параметры оптимизации ρ , $R_{сж}$, λ , P , W с переменными факторами.

$$\rho, R_{сж}, \lambda, P, W = f(z, v); \quad (1)$$

где z – количество гранулированного заполнителя, %; v – количество воды, %; ρ – плотность бетона, кг/м³; $R_{сж}$ – прочность бетона на сжатие, МПа; λ – теплопроводность бетона, Вт/м·К; P – пористость бетона, %; W – водопоглощение бетона, %.

Для сравнения и определения влияния указанных факторов на процесс уплотнения приведем формулы преобразования с учетом данных таблицы 1 получим:

$$x_1 = \frac{z - 37,5}{19}; \quad x_2 = \frac{v - 27,5}{4,4}. \quad (2)$$

Таблица 1

Условия планирования эксперимента							
Факторы		Уровни варьирования					Интервал варьирования
натуральный вид	кодированный вид	– 1,68	– 1	0	1	+1,68	
Количество гранулированного заполнителя, %	X_1	5	18,5	37,5	56,5	70	19
Количество воды, %	X_2	20	23,1	27,5	31,9	35	4,4

В соответствии с принятым планом установлено пять уровней варьирования факторов: 1 – минимальный; 0 – средний; +1 – максимальный; – 1,68, +1,68 – звездные (табл. 1).

Таблица 2

Матрица планирования					
№ точки плана	X_1	X_2	X_1^2	X_2^2	$X_1 X_2$
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	–1,682	0	2,829	0	0
6	1,682	0	2,829	0	0
7	0	–1,682	0	2,829	0
8	0	1,682	0	2,829	0
9	0	0	0	0	0

Таблица 3
Составы и физико-механические характеристики конструкционно-теплоизоляционного бетона на основе ГНЗ

№ состава п/п	Факторы, %		Физико-механические характеристики бетона				
	Заполнитель	Вода	Пористость, %	Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности на сжатие, МПа	Теплопроводность, Вт/м·К	Водопоглощение по массе, %
1	18,5	23,1	30	1800	38	0,9	11,4
2	56,5	23,1	48	1300	12	0,28	5,5
3	18,5	31,9	35	1830	30	0,95	11,8
4	56,5	31,9	52	1280	10	0,38	6,5
5	5	27,5	23	1920	43	0,98	11,6
6	70	27,5	52	1200	10	0,17	3,8
7	37,5	36,3	40	1580	23	0,62	10,7
8	37,5	36,3	45	1480	18	0,68	11,8
9	37,5	27,5	43	1540	20	0,65	11,2

На основании результатов испытаний были получены уравнения регрессии, выражающие зависимость кинетики изменения пористости, плотности, прочности, теплопроводности и водопоглощения в зависимости от количества гранулированного заполнителя и воды.

Для удобства планирования эксперимента составим матрицу двухфакторного эксперимента (табл. 2), в соответствии с которым и проводили исследование.

Таким образом, нами были выбраны необходимые уровни варьирования факторов так, чтобы любое их сочетание, которое предусмотрено планом, было реализуемо на разработанных моделях и учитывало реальные технологические условия.

Для выявления механизма создания оптимальной структуры и определения рационального состава конструкционно-теплоизоляционного бетона, полученные гранулы из опоки вводились в бетон в различном процентном содержании (табл. 3).

В кодированном виде уравнение регрессии для пористости при использовании гранулированного наноструктурирующего заполнителя имеет вид:

$$y = 16,48 - 1,56x_1 - 1,88x_2 - 0,4x_1x_2 + 8,1x_1^2 + 9,84x_2^2 \quad (3)$$

Значение коэффициента регрессии при $x_1 x_2$ по критерию Стьюдента является не значимым и исключается из уравнения:

$$y = 16,48 - 1,56x_1 - 1,88x_2 + 8,1x_1^2 + 9,84x_2^2 \quad (4)$$

Подставляя в уравнение (4) формулы преобразования (2) получим:

$$P = 447,237 - 1,765z - 28,382v + 0,00224z^2 + 0,508v^2 \quad (5)$$

В кодированном и декодированном виде уравнение регрессии для плотности при использовании гранулированного наноструктурирующего заполнителя имеет вид:

$$y = 607,89 + 354,89x_1 + 344,28x_2^2 \quad (6)$$

$$\rho_{cp} = 15447 - 73,73z - 978v + 0,98z^2 + 17,78v^2 \quad (7)$$

Для прочности на сжатие с использованием гранулированного наноструктурирующего заполнителя уравнение регрессии в кодированном и декодированном виде имеет вид:

$$y = 8,45 - 1,56x_1 - 1,88x_2 - 0,4x_1x_2 + 6,49x_1^2 + 4,36x_2^2 \quad (8)$$

$$R_{ck} = 213,94 - 1,3z - 12,6v - 0,005zv + 0,02z^2 + 0,22v^2 \quad (9)$$

В кодированном виде уравнение регрессии для теплопроводности с использованием гранулированного наноструктурирующего заполнителя имеет вид:

$$y = 0,25 - 1,56x_1 - 1,88x_2 - 0,4x_1x_2 + 0,12x_1^2 + 0,15x_2^2 \quad (10)$$

$$\lambda = 16,47 + 0,024z - 0,67v - 0,0048zv + 0,00033z^2 + 0,0077v^2 \quad (11)$$

В кодированном и декодированном виде уравнение регрессии для водопоглощения (по массе) с использованием гранулированного наноструктурирующего заполнителя имеет вид:

$$y = 3,87 - 1,56x_1 - 1,88x_2 - 0,4x_1x_2 + 1,36x_1^2 + 2,62x_2^2 \quad (12)$$

$$W = 121,4 - 0,23z - 7,69v - 0,0048zv + 0,0037z^2 + 0,135v^2 \quad (13)$$

На рис. 1 изображены графики отклика изменения физико-механических свойств конструкционно-теплоизоляционного бетона в соответствии с полученными уравнениями регрессии. Трехмерные графики, отображающие влия-

ние основных факторов на характеристики бетона являются поверхностями 2-го порядка, ориентированы на оси изменения количества гранулированного заполнителя и воды.

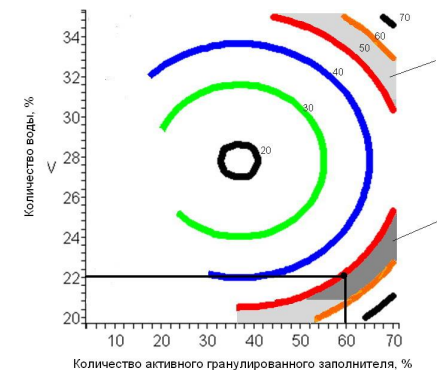
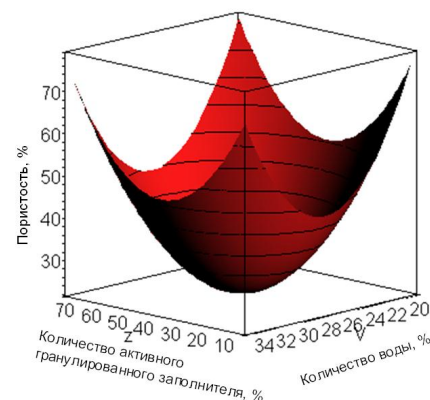
Основной целью получения математической модели и построения трехмерных графиков, а также разрезов в различных плоскостях являлось прогнозирование физико-механических свойств конструкционно-теплоизоляционного бетона для различных составов.

Для разработанного вида бетона наиболее важным показателем является пористость, варьируемая от 50 до 60 %. Анализ графика (рис. 1, а) показал, что для данной пористости количество гранулированного заполнителя варьируется от 36 до 70 %, а количество воды от 20 до 25 и от 30 до 35 %. Далее на графиках (рис. 1, б, в, г, д) для других физико-механических характеристик были отмечены зоны изменения варьируемых факторов в тех пределах как и для пористости (зона 1 рис. 1). При этом, целесообразное значение предела прочности на сжатие (10–15 МПа) можно достигнуть в интервалах варьируемых факторов от 50 до 70 % заполнителя, а значение водопоглощения (6–8 %) ограничено по количеству воды от 21 до 25 %, поэтому для получения бетона с характеристиками удовлетворяющим всем параметрам одновременно варьируемые факторы должны изменяться в следующих пределах: гранулированный заполнитель – от 51 до 70 %, вода – от 21 до 25 % (зона 2 рис. 1).

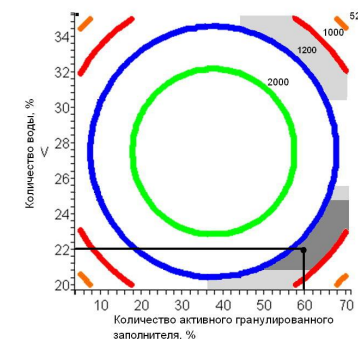
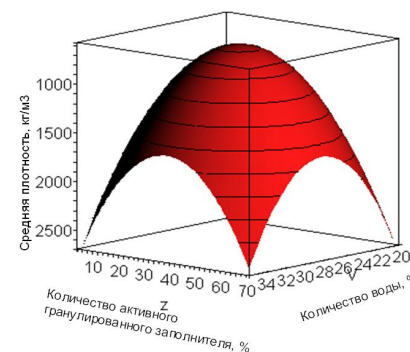
Например, бетон с пористостью равной 50 % получен при введении гранулированного наноструктурирующего заполнителя в количестве 61 % и 22 % воды. При данном составе конструкционно-теплоизоляционный бетон имеет следующие характеристики: среднюю плотность – 1200 кг/м³, прочность на сжатие – 15 МПа, водопоглощение (по массе) – 5 % и теплопроводность – 0,3 Вт/м·К. Таким образом, задавая один из интересующих параметров можно определить состав бетона и спрогнозировать остальные физико-механические свойства.

В результате проведенной работы были выявлены закономерности изменения свойств бетона, получены математические зависимости и графические интерпретации этих зависимостей, которые 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 рецептур бетона и прогнозирования его физико-механических свойств.

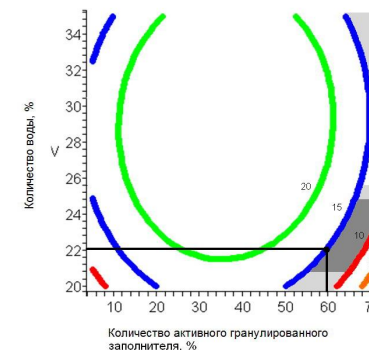
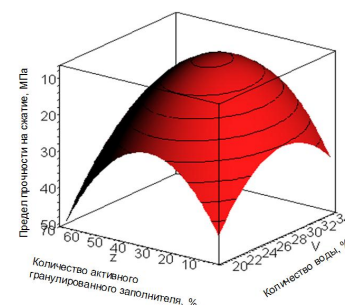
а

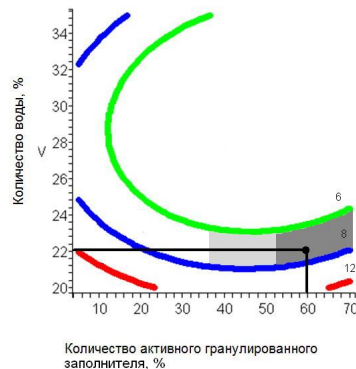
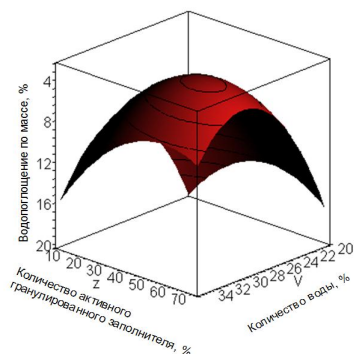


б



в





д

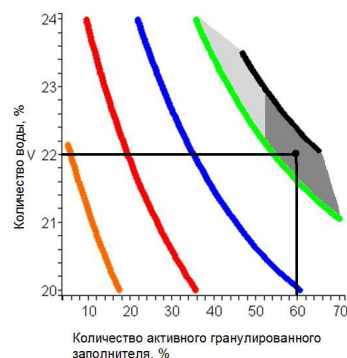
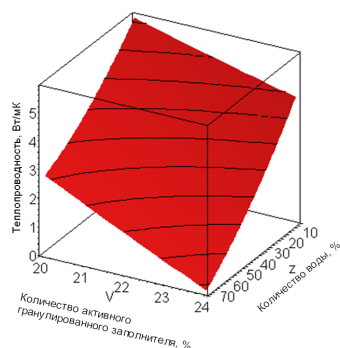


Рисунок 1. Влияние количества вводимых заполнителя и воды на физико-механические свойства легкого бетона:

α – пористость, β – плотность, ϵ – прочность на сжатие,
 γ – водопоглощение (по массе), δ – теплопроводность

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иванов, И.А. Легкие бетоны на искусственных пористых заполнителях – М.: Стройиздат, 1993. – 182 с.
2. Строкова, В.В. Конструкционные легкие бетоны на основе активных гранулированных заполнителей / В.В. Строкова, Л.Н. Соловьева, В.И. Моспан, А.П. Гринев // Строительные материалы, – М., 2009. – № 10. – С. 23–25.
3. Бондарь, А.Г. Планирование эксперимента в химической технологии / А.Г. Бондарь, Г.А. Статюха. – Киев: Вища школа, 1976. – 181 с.

Сулейманова Л. А., канд. техн. наук, проф.,
 Кара К. А., аспирант,
 Красникова И. Е. аспирант,
 Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
 Скороходова О. А., заместитель главного технолога
 ОАО «Аэробел» (г. Белгород)

К ВОПРОСУ О ПОДБОРЕ ГАЗООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЯЧЕИСТОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Исследована возможность использования алюминиевой пасты «Газобетолокс» производства ООО «СУАЛ-ПМ» (г. Краснотурьинск) при изготовлении газобетона автоклавного твердения средней плотностью $\rho_{ср} = 500 \text{ кг/м}^3$ и 600 кг/м^3 . Установлено, что использование алюминиевой пасты «Газобетолокс» наиболее целесообразно для получения ячеистого бетона $\rho_{ср} = 600 \text{ кг/м}^3$ и более.

Ключевые слова: алюминиевая паста, газобетон, газовыделение, активность смеси

В последнее время в России широко внедряются автоматизированные технологические линии по изготовлению изделий из газобетона автоклавного твердения. В основном это западноевропейские линии: Wehrhahn, Ytong, Maza-Henke, Nebel и др.

В 2008 году в городе Белгород пущен в эксплуатацию завод по производству ячеистых бетонов ООО «Аэробел», производительностью 1080 м^3 в сутки, выпускающий автоклавный газобетон на технологической линии Maza-Henke.

Правильный подбор и оптимизация состава газобетонной смеси, в зависимости от вида и качества сырьевых материалов – одна из основных и достаточно сложная задача, решаемая на предприятиях по производству изделий из газобетона [1–3].

Важнейшим компонентом в технологии автоклавного бетона является газообразователь. С внедрением новых технологий производства автоклавного газобетона требования к нему значительно повысились.

Заводы, выпускающие ячеистые бетоны автоклавного твердения по традиционной технологии, применяют в качестве газообразователей различные виды алюминиевой пудры. Однако, известно, что ее применение сопряжено с определенными трудностями, одной из которых является гидрофобность продукта, это обуславливает необходимость для очистки поверхности алюминия от консерванта применения в процессе приготовления алюминиевой суспензии поверхностно-активных веществ (сульфанол, стиральный порошок и др.). Образующиеся от комков пудры ячейки больших размеров имеют далекую от идеальной сферы форму и тенденцию соединяться между собой при вспучивании массива с последующим их выходом из массива сырца (так называемое «хлопание»), что приводит к прямым потерям алюминиевой пудры.

Кроме того, пудры характеризуются высокой степенью пыления, что приводит к повышению взрывоопасности и значительному ухудшению санитарно-гигиенических условий труда.

В настоящее время разработаны алюминиевые пасты, исключаяющие все вышеназванные недостатки. Определена оптимальная рецептура газообразователей, которая дает возможность, плавяно меняя компонентный состав, производить алюминиевые пасты с учетом особенностей технологии конкретного производителя ячеистого бетона, химико-минералогического состава используемого сырья и в ряде случаев улучшить физико-механические свойства готовой продукции. По результатам этой работы были выпущены пасты алюминиевые «Газобетолит», «Газобетолокс», «Газобетопласт» [4–7].

На заводе «Аэробел» в качестве газообразователя используется алюминиевая паста зарубежного производства, полностью удовлетворяющая требованиям по качеству, однако, является дорогостоящей. Для снижения затрат при производстве газобетона плотностью $\rho_{ср} = 500 \text{ кг/м}^3$ исследовалась возможность использования газообразователя – алюминиевой пасты «Газобетолокс» отечественного производителя ООО «СУАЛ-ПМ», г. Краснотурьинск, рекомендуемой при ударной технологии изготовления изделий (табл. 1).

Для производства газобетона использовались цемент СЕМ I 42,5 N (ГОСТ 31108-2003), гипс марки Г-6 (ГОСТ 4.204-79), известь негашеная II сорта (ГОСТ 9179-77, ГОСТ 22688-77), песок кварцевый (ГОСТ 8736-93), алюминиевая паста «Газобетолокс» (ТУ-1791-001-75754739-2006).

В составе ячеистобетонной смеси предусмотрено известково-кремнеземистое вяжущее, полученное путем совместного помола комовой извести и кварцевого песка для улучшения

прочностных характеристик бетонов и при этом экономии извести.

Температура газовыделения, время до газовыделения, а так же характер этого процесса зависит от двух основных факторов: температуры заливки и расчетной активности смеси. В

свою очередь, активность смеси зависит, в основном, от активности известково-кремнеземистого вяжущего, его количества и определяется в соответствии с РДС 8.06.202-03.

Таблица 1

Характеристика алюминиевой пасты ООО «Суал-ПМ», г. Красноуральск

Марка	Фракция	Содержание активного алюминия (Al, %)	Кинетика газовыделения (количество выделившегося водорода), см ³		
			за 2 мин	за 8 мин	за 16 мин
Газобетолокс	> 80 мкм – 1 % max, > 45 мкм – 15 % max	88...89	17...21	60...62	66...70

Исследовались кинетика роста ячеистобетонного массива на ударной площадке и изменение температуры в массиве (рис. 1).

В основном кинетика вспучивания ячеистобетонной смеси зависит от реакционных

свойств компонентов смеси и сочетания таких явлений, как выделение газа газообразователем, гидратация вяжущего, твердение межпоровой перегородки.

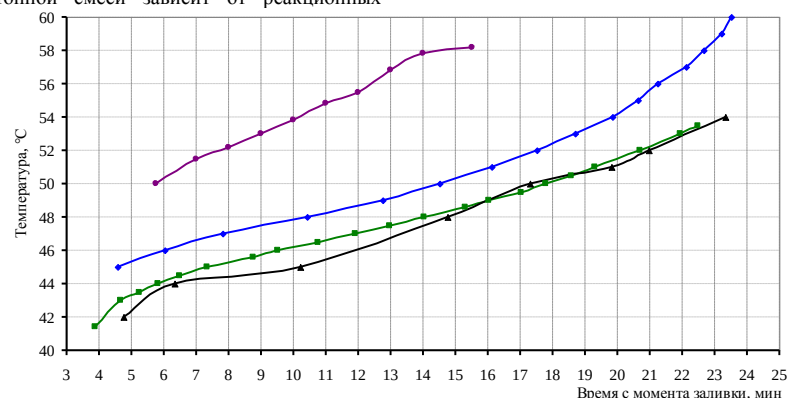


Рисунок 1. Кинетика роста массива на ударной площадке:

- температура заливки 40 °C, активность смеси 13 %;
- температура заливки 38,4 °C, активность смеси 14 %;
- температура заливки 38,8 °C, активность смеси 14,2 %;
- температура заливки 44,8 °C, активность смеси 11,7 %

Исследования проводились на производственных составах с активностью смеси $A_{cm}=14...14,2\%$ с температурой заливки $38...38,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. При этом, газовыделение в массиве начиналось равномерно, спокойно, от центра, распространяясь по всей поверхности, далее начиналось бурное газовыделение по краям, с образованием завалов. На шестой минуте после заливки рост температуры замедлялся (в среднем $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 4 минуты), в это же время несколько приостанавливался рост массива, наблюдалась, так называемая, площадка текучести, что связано с повышением вязкости смеси, вызванной началом схватывания гипса. При продолжении ударных воздействий, вязкость смеси снижалась, так как разрушалась коагуляционная

структура, в результате чего происходило тиксотропное разжижение смеси, что способствовало нормальному протеканию процесса вспучивания и газовыделения смеси. Через 25 минут после заливки рост температуры массива резко увеличился, составляя $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ в полминуты, и так продолжалось до момента «кипения» массива. В этот период резкий рост температуры вызывает интенсивное растворение в щелочной среде инертной пленки на частицах алюминия, протекающее с бурным выделением водорода, что приводит к прорыву газа через поверхностные слои массива и образованию «кратеров» и завалов. Очевидно, к моменту газовыделения в смеси недостаточно стабилизировалась прочность структуры бетона.

Для интенсифицирования набора прочности структуры бетонной смеси, нивелирования эффекта резкого повышения температуры и стабилизации газовыделения повышалась активность ячеистобетонной смеси с одновременным снижением температуры заливки и увеличивалась температура заливки со снижением активности смеси.

Было изготовлено два экспериментальных замеса со следующими параметрами:

– температура заливки $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, активность смеси 13 %;

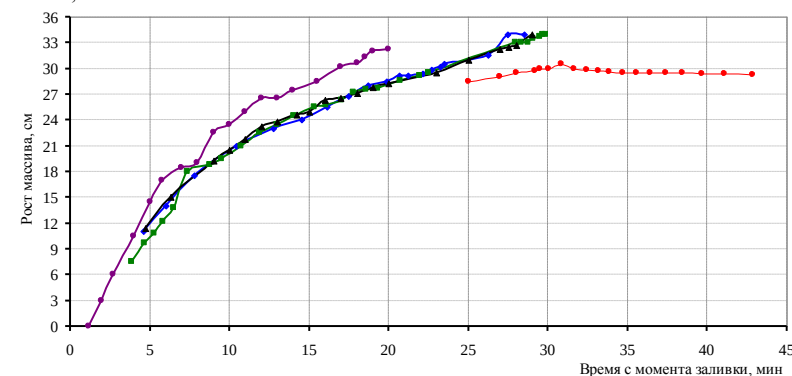


Рисунок 2. Кинетика роста массивов:

- температура заливки 40 °C, активность смеси 13 %;
- температура заливки 38,4 °C, активность смеси 14 %;
- температура заливки 38,8 °C, активность смеси 14,2 %;
- температура заливки 35,8 °C, активность смеси 15,5 %;
- температура заливки 44,8 °C, активность смеси 11,7 %

Вспучивание смеси в начальный период происходило очень быстро, около 3 см в минуту при росте температуры $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 1 минуту (рис. 1, 2). При «кипании» температура внутри массива росла несколько медленней, чем в производственных массивах $\approx 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 50 секунд, что привело к спокойному газовыделению. Но по краям образовались «завалы», что свидетельствует о неверно подобранной активности смеси. В результате исследований установлено, что газовыделение проходило в две стадии. Предполагаем, что это происходит из-за невысокой активности ПАВ в пасте, а содержание активного алюминия составляет $90...96\%$ и за время приготовления суспензии не вся защитная пленка успевает раствориться. В результате чего, первоначально в реакцию вступают частицы, с которых пленка удалена (первая стадия), а затем, при достижении определенной температуры смеси, начинается вторая стадия газовыделения.

Дальнейшие исследования показали, что снижение активности смеси при повышении

– температура заливки $44,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, активность смеси 11,7 %.

Высокая температура заливки ускорила газовыделение в начальный период, что положительно сказалось на вспучивании массива, а пониженное содержание извести не дало резкого повышения температуры и массив приобрел необходимую структурную прочность до газовыделения, при этом в момент «кипания» уменьшилось количество прорывов газа через поверхностные слои ячеистобетонной смеси.

температуры заливки приводит к обратному эффекту – интенсификации «кипания» и большому количеству «кратеров» на поверхности из-за недостаточной пластичной прочности массива (рис. 2).

Возможно достижение эффекта за счет повышения активности смеси, но при этом, для увеличения времени набора прочности массива температура смеси в момент заливки должна быть минимально допустимой. Повышение температуры внутри массива будет происходить за счет внутренней температуры от гашения извести, а низкая температура заливки отодвинет время газовыделения, за которое массив успеет набрать большую пластическую прочность к моменту «кипания», и газ удержится внутри смеси. Это подтверждено экспериментально – увеличения температуры в момент «кипания» не происходит, зависимость принимает линейный характер, без ярко выраженных скачков (рис. 3). Газовыделение происходит спокойно, поверхность массивов ровная, без «завалов» и «кратеров», но при этом, увеличивается время вы-

держки на ударном столе, что при поточном производстве ячеистобетонных изделий недопустимо. Кроме того массив не дорастал до края формы примерно на 3 см, что так же крайне нежелательно. Этот недостаток корректируется количеством алюминиевой пасты и активностью смеси. Однако, повышение активности смеси

требует повышенного расхода известкового вяжущего, что приводит к повышению затрат на сырьевые материалы в целом и эффект от экономии алюминиевого компонента сводится к минимуму.

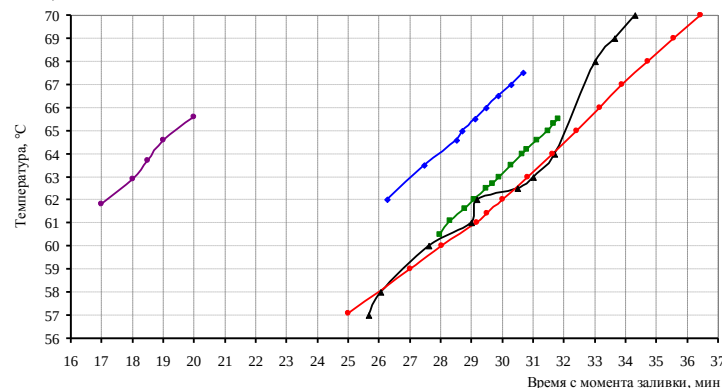


Рисунок 3. Кинетика роста температуры массива в зоне ферментации:

- температура заливки 40 °C, активность смеси 13 %;
- температура заливки 38,4 °C, активность смеси 14 %;
- температура заливки 38,8 °C, активность смеси 14,2 %;
- температура заливки 35,8 °C, активность смеси 15,5 %;
- температура заливки 44,8 °C, активность смеси 11,7 %

Экспериментально установлено, что при производстве автоклавного газобетона плотностью 500 кг/м³ с применением в качестве газообразователя алюминиевой пасты «Газобетолукс» ООО «СУАЛ-ПИМ» необходимо оптимальное сочетание высокой активности смеси и строго определенной температуры заливки, при этом требуется повышенный расход вяжущего. Экономия, достигаемая заменой газообразователя на более дешевый, сводится к минимуму. К тому же, газовыделение пасты «Газобетолукс» протекает в две стадии и занимает более продолжительное время и это необходимо учитывать при проектировании газобетонных смесей.

Использование алюминиевой пасты «Газобетолукс» наиболее целесообразно для получения автоклавного газобетона $\rho_{cp} = 600 \text{ кг/м}^3$ и более, при производстве которых наблюдалось стабильное качество продукции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сулейманова, Л.А. Ресурсосберегающие материалы в строительстве [Текст] / Л.А. Сулейманова, И.А. Ерохина, А.Г. Сулейманов // Известия ВУЗов. Строительство. – 2007. – № 7. – С. 113–116.

2. Сулейманова, Л.А. Сухие строительные смеси для неавтоклавных ячеистых бетонов [Текст] / Л.А. Сулейманова, И.А. Погорелова, В.В. Строкова. – Белгород: КОНСТАНТА, 2009. – 183 с.

3. Сулейманова, Л.А. Неавтоклавные газобетоны на композиционных вяжущих [Текст] / Л.А. Сулейманова, В.С. Лесовик, А.Г. Сулейманов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 152 с.

4. Прохоров, С.Б. Новые алюминиевые газообразователи [Текст]/С.Б. Прохоров, Л.Ф. Вагина // Строительные материалы. – 2006. – № 6. – С. 18–19

5. Прохоров, С.Б. Опыт и особенности применения алюминиевых паст марок «Газобетолит», «Газобетолукс» и «Газобетопласт» [Текст] / С.Б. Прохоров, М.А. Короткий // Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве: сб. науч. трудов. Вып. 3. Днепропетровск: ПГАСА, 2007. – С.132–138.

6. Прохоров, С.Б. Специализированные алюминиевые газообразователи. Результаты внедрения [Текст] / С.Б. Прохоров // Строительные материалы. – 2008. – № 7. – С. 6–7.

7. Семериков, И.С. Сравнительная оценка новых газообразователей для производства ав-

токлавного газобетона [Текст] / И.С. Семериков, А.А. Запольская // Строительные материалы. – 2010. – № 1. – С. 47–49.

Лесовик Р. В., д-р техн. наук, проф.,
Агеева М. С., канд. техн. наук, доц.,
Чернышева Н. В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АКТИВАЦИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА НА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ТЕХНОГЕННЫХ ПЕСКАХ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

ruslan@intbel.ru

В статье рассматриваются результаты активации мелкозернистого бетона на основе наиболее крупнотоннажных отходов горнорудного производства Курской магнитной аномалии – отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов (отходов ММС).

Ключевые слова: активация процессов твердения бетонных смесей, отходы ММС, магнитная обработка методом акустопляризации.

В настоящее время большое внимание исследователей уделяется решению проблем, связанных с разработкой эффективных способов активации процесса твердения бетонных смесей, повышению физико-механических и эксплуатационных свойств бетонных и железобетонных изделий [1–3]. Наиболее распространенными в этом отношении являются способы теплового воздействия, а также использование химических добавок. В значительно меньшей мере применяются различные электрофизические воздействия.

Многими исследователями показано активирующее влияние на воду затворения магнитной и ультразвуковой обработки [4–6]. Предлагается способ обработки воды затворения в постоянном электрическом поле растворимых электродов и поляризации смеси с помощью высоковольтного электрического потенциала, физико-химическое модифицирование поверхности кварцевых заполнителей в бетоне (модифицирование растворами неорганических веществ и УФ-светом), в результате чего изменяется состояние поверхности кварцевого заполнителя и др. [7].

Усиление эффектов от электромагнитной обработки может быть достигнуто при введении в состав бетонной смеси дополнительных центров с высокой магнитной восприимчивостью – заполнителя и тонкомолотой активной минеральной добавки в составе вяжущих из железосодержащих отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов (отходов ММС), содержащих достаточно высокое количество оксидов железа. Электромагнитная активация бетонных смесей, содержащих в своем составе дисперсные минеральные добавки с высоким содержанием кремнезема и оксидов железа, позволит существенно повысить физико-

механические и эксплуатационные свойства бетонов, снизить себестоимость бетонных и железобетонных изделий.

Большой интерес представляет управление физико-механическими свойствами бетонных смесей путем обработки их магнитным полем с целью интенсификации процессов структурообразования.

В процессе прохождения жидкой электропроводной среды сквозь магнитные поля система ощущает комбинированное электромагнитное влияние. При этом изменяется распределение плотности электронных облаков ионов и происходит поляризация электронных облаков молекул воды, поэтому изменяется энергия ближней и дальней гидратации. Под влиянием магнитного поля происходит поляризация ионов, их деформация и уменьшение их сольватации.

Были проведены эксперименты по магнитной обработке подвижных бетонных смесей с использованием в качестве кремнеземсодержащих минеральных добавок тонкомолотых отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов (отходов ММС) с целью изучения характера влияния магнитного поля на физико-механические свойства затвердевших композиций на техногенном железистом песке.

Отходы ММС отличаются от традиционно применяемого песка полиминеральным составом, а также наличием кварца различных генетических типов, включая более реакционноспособные разновидности (рис. 1). Модуль крупности отходов значительно меньше 1, около 80–85 % частичек – размером меньше 0,074 мм, средневзвешенный диаметр 0,08–0,13 мм. Состоят в основном, из кварца, магнетита, гематита, амфиболов и карбоната (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав отходов ММС												
Материал	Содержание, %											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe _{0,6} (Fe ₂ O ₃ , FeO)	P ₂ O ₅	CaO	MgO	MnO	Na ₂ O+ K ₂ O	SO ₃	TiO ₂	п.п.п.	Сумма
Отходы ММС	71,17	1,83	(17,7, 2,58)	-	1,95	1,83	0,04	0,42+ +0,47	0,15	-	2	100,1

При этом в отходах ММС выделяют диагенетический кварц (халцедоновую разновидность слабоупорядоченного, высокорекреационноспособного кварца), две разновидности метаморфогенного кварца: более крупнозернистая (до 0,1 мм) (высокотемпературный тектонит) и менее крупнозернистая – низкотемпературный тектонит с невысокой степенью кристалличности.

Изредка встречается контактово-метаморфический кварц с более высокой степенью кристалличности. При этом наиболее реакционноспособным железосодержащим минералом в хвостах обогащения железных руд КМА при их взаимодействии с новообразованиями цементного камня является гематит.

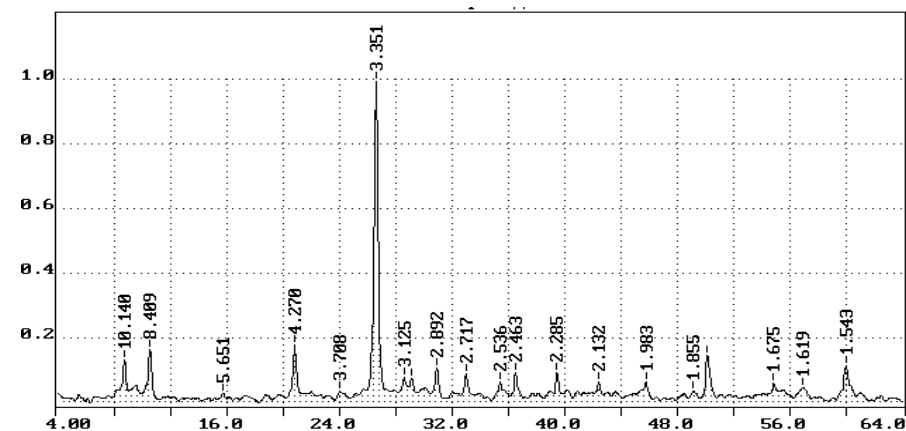


Рисунок 1. РФА отходов ММС

Отходы ММС железистых кварцитов можно рассматривать как железистые пески. Проблема изучения роли содержащихся в них железистых включений, прежде всего, состоит в определении влияния гематита и магнетита на формирование цементирующих веществ и другие свойства затвердевших композиций, поскольку содержание именно этих оксидов железа (помимо оксида кремния) является преобладающим.

В исследованиях использовали портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н, а также композиционное гипсовое вяжущее, полученное в результате совместного помола активной минеральной добавки (отходов ММС), портландцемента ЦЕМ I 42,5 Н (ЗАО «Белгородский цемент») и суперпластификатора С-3, с последующим смешиванием с гипсовым вяжущим марки Г-5Б II Астра-

ханского гипсового комбината, совмещенным с кратковременным помолом, что способствует достижению оптимальной тонкости помола и зернового состава вяжущего, обеспечивающих высокую степень гидратации клинкерной части и повышенную активность кремнезема, позволяющих управлять процессом образования этрингита (при отношении минеральная добавка/портландцемент более или равном 1:1).

Оксиды Fe, входящие в состав отходов ММС, могут наравне с кремнеземом принимать участие в пуццолановой реакции. Они оказывают существенное влияние на силу водородной связи Si-O с молекулами воды, изменяя ее состояние, деформируют и упрочняют структуру камня, формируя в ней фазы внедрения.

Компоненты бетонной смеси в течение 5 минут перемешивали, определяли ее подвиж-

ность по расплыву стандартного конуса (РК) на встряхивающем столике (ГОСТ 310.4-81*) и формовали образцы кубики размером 50х50х50 мм.

Результаты влияния магнитного поля на физико-механические свойства затвердевших композитов на техногенном железистом песке представлены в табл. 2. Индукция магнитного поля 0,35.

Цементные бетонные смеси на песке из отходов ММС характеризовались повышенным

водоотделением в сравнении с аналогичными смесями на кварцевом песке. Затвердевшие бетонные смеси имеют более высокую среднюю плотность, что, видимо, связано с присутствием соединений железа, а также высокой адгезией регионально-метаморфизованного, неупорядоченного кварца к цементному камню, которая значительно выше, чем у упорядоченного диоксида кремния.

Таблица 2

Характеристики бетонных смесей

№ п/п	Вид вяжущего	Соотношение вяжущее : заполнитель	В/Вяж.	Расплыв мм	Плотность смеси, кг/м ³	R _{ср} , МПа
1	портландцемент	1:3	0,5	123	2250 / 2298*	26,95 / 30,52*
2			1,0		2345 / 2389*	23,76 / 32,5*
3	композиционное гипсовое вяжущее	1:2	0,5	150	1980 / 2000*	7,4 / 8,3*
4			0,85		2040 / 2065*	6,9 / 9,2*

Примечание: * - бетонная смесь, подвергшаяся магнитной обработке.

1,3 – составы на песке; 2,4 – составы на отходах ММС железистых кварцитов.

Степень гидратации портландцемента оценивалась по снижению интенсивности линий основных минералов 1,76Å (C₃S); 2,74 и 2,76 Å (C₃S, C₂S) и увеличению интенсивности линий продуктов гидратации, в частности портландита (4,92; 2,63 Å). Гидратация алита у бетона на отходах ММС без магнитной обработки проходит менее интенсивно, чем у бетона с магнитной обработкой.

Гидратация КГВ в композите без магнитной обработки проходит также менее интенсивно, чем с магнитной обработкой. Степень гидратации КГВ оценивалась по снижению интенсивности линий портландита ($d=2,73; 1,95; 1,93; 1,78 \dots \text{Å}$), и увеличению интенсивности линий частично закристаллизованного низкоосновного гидросиликата кальция CSH(B) ($d = 11,3; 5,00; 3,07; 2,87; 2,79; 2,41; 1,99; 1,84; 1,81 \dots \text{Å}$).

Магнитная обработка бетонных смесей на КГВ способствует увеличению прочностных показателей композита за счет более интенсивной гидратации основных минералов портландцемента. Следует отметить, что пики двуводного гипса в образцах с магнитной обработкой несколько интенсивнее, что свидетельствует о повышенной дисперсности его кристаллов и степени гидратации (рис. 2).

Методом акустополарископии (рис. 3) было установлено, что у образцов, прошедших магнитную обработку, снижается анизотропия по сравнению с контрольными образцами.

Так, МЗБ с отходами ММС без магнитной обработки представляет собой слоистую среду, причем плоскость слоистости не ортогональна ни одной из граней образца. Так как образцы являются анизотропными, то прочность и деформации по разным направлениям у них будут разные.

Анализ акустополариграмм показал, что после магнитной обработки образцы становятся менее анизотропны. Это можно объяснить следующим.

Под влиянием внешнего магнитного поля происходит поляризация электронных облаков молекул воды, поэтому изменяется энергия ближней и дальней гидратации [8]. Магнитное поле вызывает асимметрию гидратных оболочек ионов воды в смеси, создавая более благоприятные условия для образования ионных ассоциаций, которые являются центрами кристаллизации. Уменьшение макродефектов, крупных пор и пустот в материале после магнитной обработки способствует повышению прочностных свойств бетона по разным направлениям.

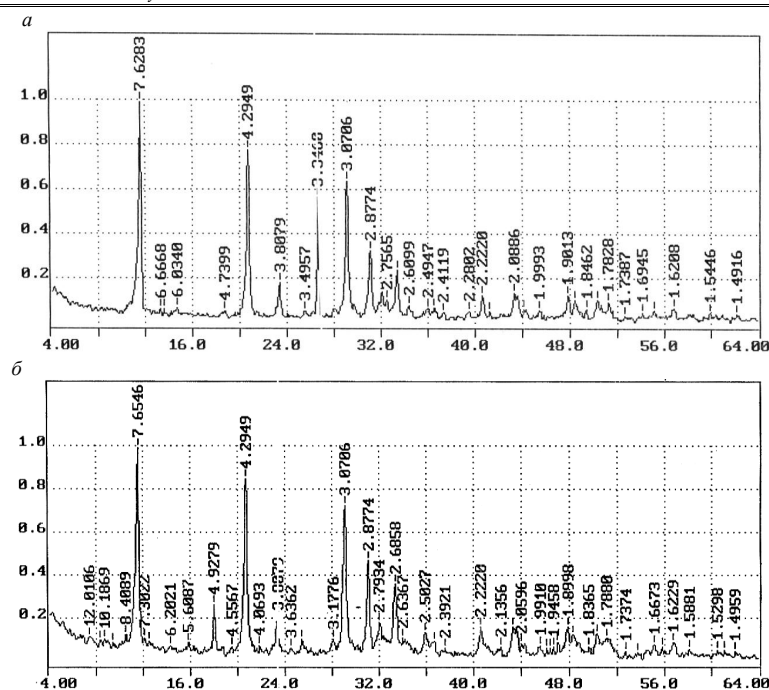


Рисунок 2. Рентгенограммы затвердевшего КГВ в МЗБ на основе отходов ММС
а - без магнитной обработки; б - с магнитной обработкой

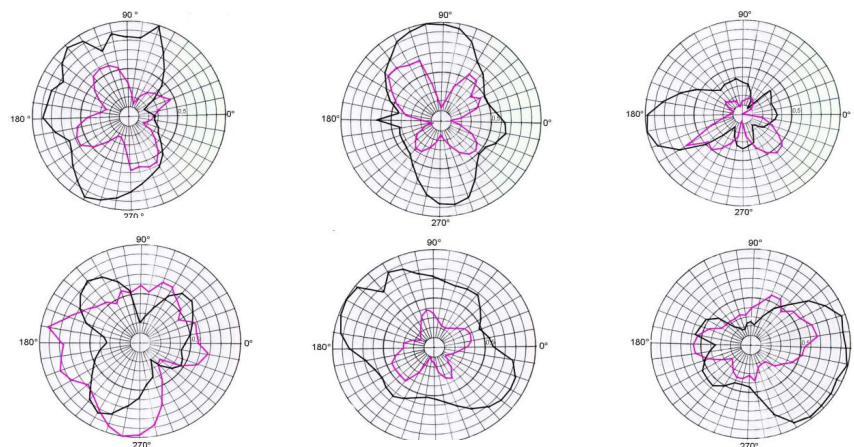


Рисунок 3. Акустополариграммы бетонных образцов на портландцементе:
верхний ряд – подвергшихся магнитной обработке,
нижний ряд – без магнитной обработки

Важна роль железа, присутствующего в отходах ММС (особенно в качестве тонкомолотой активной минеральной добавки в составе КГВ) как возбудителя кристаллизации. Ферромагнитные оксиды железа, входящие в состав кристаллических частиц, могут проявлять стрикционный эффект, приводящий к дроблению зародыша, в результате которого увеличивается количество центров кристаллизации и соответственно возрастает скорость гидратации клинкерных минералов. Поэтому, магнитное поле, не влияя на скорость кристаллизации, увеличивает количество центров кристаллизации, вследствие чего образуются более мелкокристаллическая, мелкопористая структура композитов с лучшими прочностными свойствами.

Таким образом, низкоэнергетическая активация мелкозернистого бетона на основе отходов мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов (отходов ММС) внешним магнитным полем позволяет на 30-35 % повысить его прочностные показатели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горленко, Н.П. Электромагнитная обработка жидкости затворения цементных композиций / Н.П. Горленко, А.Н. Еремина, Ю.С. Саркисов // Физика и химия обработки материалов. – 2004. - №5. – С.98-102.

2. Помазкин, В. Физическая активация воды затворения бетонных смесей // Строительные материалы. - 2003. - №2 (приложение) - С. 14-16.

3. Баженов, Ю.М. Активация композиций в роторно-пульсационных аппаратах / Ю.М. Баженов, В.В. Плотников // Брянск: БГИТА. – 2001. – 336 с.

4. Лесовик, В.С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов / В.С. Лесовик // Изв. Вузов. Строительство. - 1994. - №7,8. – С.96-100.

5. Эпштейн, Е.А. Магнитная активация воды в промышленности строительных материалов. Применение магнитоактивной воды в производстве пазогребневых плит / Е.А.Эпштейн, В.А.Рыбаков // Инженерно-строительный журнал. - 2009. - №4. - С.32-38.

6. Запольский, А.К. Гидратация четырехкальциевого алумоферрита в присутствии кренгов / Б.Э. Юдович, В.А Дмитриева., Л.Г Надел. Н.А Павлова // Цемент, № 8, 1987. – С. 14-15.

7. Гладких, Ю.П. Влияние УФ - облучения на физико-химическую активность кварцевого песка и процессы формирования цементопесчаного бетона / Ю.П. Гладких, В.В. Ядыкина., В.И. Завражина // Коллоидный журнал. – 1989. – Т.51. – №3. – С. 445-450.

8. Зацепина, Г.Н. Физические свойства и структура воды. - М.: изд-во МГУ, 1998. - 184 с.

Андреева А. В., мл. науч. сотр.
Буренина О. Н., ст. науч. сотр.
Институт проблем нефти и газа СО РАН

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ДЛЯ РЕГИОНОВ ХОЛОДНОГО КЛИМАТА

aita1973@mail.ru

Исследовано влияние технологических параметров на физико-механические свойства строительных материалов из отходов деревообработки и глинистого сырья. Найдены оптимальные режимы и предложена технология изготовления мелкоштучных изделий для условий Севера.

Ключевые слова: предел прочности при сжатии, глинокомпозиаты, водопоглощение, морозостойкость.

Глинистый грунт в естественном состоянии, без искусственного изменения его физико-механических и химических свойств, применяется для строительства зданий редко. Прежде всего, при решении вопросов использования материалов из глинистого сырья в качестве стеновых, необходимо обеспечить устойчивость этих материалов к атмосферным факторам. И для этой цели требуется создание стабильных структур, которые позволяют значительно повысить эксплуатационные характеристики, разрабатываемых материалов.

Для получения стабильных по свойствам материалов из глинистых грунтов необходимо модифицировать комплекс воздействий, включающий введение вяжущих веществ и других добавок в определенных соотношениях с выполнением необходимых технологических операций.

Известно использование для этой цели цемента в количестве 10-20 масс. %, который образует прочные и стойкие кристаллизационные связи с глинистым минералом, тем самым увеличивая прочность и снижая его гидратацию [1].

Объекты исследования. В качестве объектов исследования были выбраны глина месторождения Ой-Бесс Республики Саха (Якутия), опилки от механической обработки древесины хвойных пород и сухая бетонная смесь с полимерной фиброй «Ремстрим-100».

Глина обладает удовлетворительной формовочной способностью, средней пластичностью, а также характеризуется малой чувствительностью к сушке, малой воздушной и общей усадками. Данные гранулометрического анализа и химического состава глины приведены в табл.1, 2.

Таблица 1

Результаты гранулометрического анализа глины

Месторождение	Более 500 мкм	500-50 мкм	50-5 мкм	5-1 мкм	Менее 1 мкм
Ой-Бесское	-	31,4	-	51,9	16,7

Результаты гранулометрического анализа глины показали (табл. 1.), что в глинистом грунте имеется большое количество пылеватых частиц от 1 до 5 мкм, что обеспечивает заполнение промежутков между более крупными частицами

и повышает связующую способность глинистого материала, наличие тонкодисперсных частиц (менее 1 мкм) достаточно для изготовления из них материалов и изделий методом полусухого прессования.

Таблица 2

Результаты химического анализа глины

Химический состав	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	H ₂ O	FeO
%	55,6	0,73	14,40	3,79	0,008	3,50	4,24	2,27	2,8	-	0,11	1,93	1,86

Результаты химического анализа глинистого сырья показывают, что глина Ой-Бесского месторождения относится к каолинит-гидрослюдистым группам гли. Наличие в со-

ставе глинистых грунтов каолинитовой группы со стабильной кристаллической решеткой и гидрофильностью создает удовлетворительную формовочную способность, среднюю пластич-

ность, характеризует малую воздушную и общую усадку, что дает возможность изготовления из них безобжиговых строительных материалов. Таким образом, глинистое сырье Ой-Бесского месторождения является пригодным для производства на его основе безобжиговых материалов.

В качестве органического заполнителя использовали древесные опилки от механической обработки древесины хвойных пород. Опилки соответствовали следующим требованиям: размеры опилок характеризовались полным прохождением через сито с размером отверстий 10 мм; содержание примесей коры в опилках не более 10 %, а хвои – 5 % к сухой смеси заполнителя; опилки не имели видимых признаков плесени и гнили, а также примесей инородных материалов.

В качестве модифицирующей минеральной добавки использовали сухую бетонную смесь с полимерной фиброй «Ремстрим-100» производства ТД «Стрим», которая обладает армировочными свойствами. «Ремстрим-100» обладает хорошей адгезией к бетону и металлу. Является водонепроницаемой и долговечной в высокоагрессивных средах. Не содержит металлических наполнителей и хлоридов. Относится к гидроизоляционным, антикоррозионным материалам, антисептик.

Для проведения исследований были изготовлены цилиндрические образцы диаметром 54 мм на технологическом оборудовании, разработанном в Институте неметаллических материалов СО РАН [2]. Формовочная влажность (W) варьировалась от 8 до 12 масс. %, усилие прессования (P) – от 5 до 15 МПа, содержание органических добавок – от 5 до 15 масс. %, содержание «Ремстрим-100» – от 3 до 30 масс. %. Продолжительность сушки составляла 28 суток. Было исследовано влияние технологических параметров на прочность при сжатии разрабатываемых материалов и определены их оптимальные значения для получения изделий с высоким комплексом свойств.

Обсуждение результатов. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что прочность при сжатии образцов повышается с увеличением давления прессования от 5 до 10 МПа, а при 15 МПа наблюдается ее снижение. При усилии прессования 10 МПа композиты имеют прочность при сжатии 3,9 МПа, что на 56 % и 8 % больше прочности при сжатии образцов, полученных при усилии прессования 5 МПа и 15 МПа соответственно (рис. 1). Таким образом, выбрано оптимальное усилие прессования, равное 10 МПа.

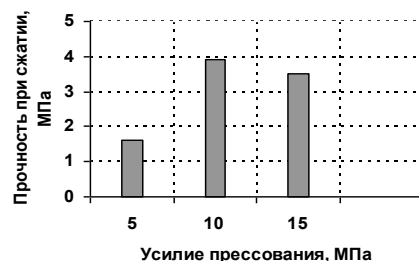


Рисунок 1. Зависимость предела прочности при сжатии от давления прессования

При повышении формовочной влажности от 8 до 12 масс. % предел прочности при сжатии увеличивается линейно, а от 12 до 17 масс. % снижается (рис. 2). Дальнейшее увлажнение образцов приводит к их разрушению при выемке из пресс-формы. Таким образом, оптимальной формовочной влажностью выбрано 12 %.

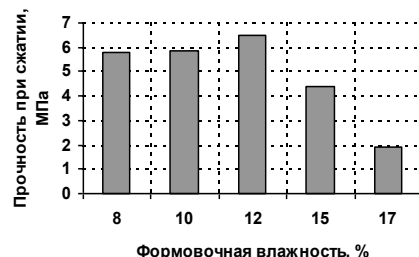


Рисунок 2. Зависимость предела прочности при сжатии от формовочной влажности

Для улучшения физико-механических показателей безобжиговых строительных материалов нами были проведены исследования по модификации этих материалов органическими и минеральными добавками и определено их влияние на прочность при сжатии. Дальнейшие исследования были проведены на композиционных глиноопилочных образцах, изготовленных при оптимальной формовочной влажности 12 % и давлении прессования 10 МПа.

Анализ полученных результатов показал, что прочность при сжатии образцов снижается линейно при увеличении количества вводимых древесных опилок от 5 до 15 масс. % на 20 % (рис. 3).

Таким образом, было выбрано оптимальное количество вводимой добавки – 5 масс. % древесных опилок.

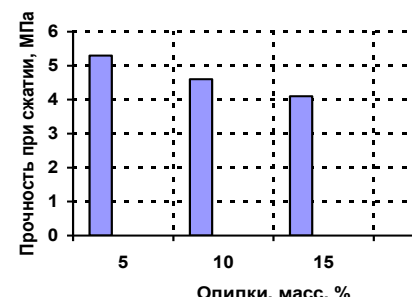


Рисунок 3. Зависимость предела прочности при сжатии от содержания опилок

На основании полученных результатов (рис. 4) заключили, что увеличение количества минеральной добавки приводит к линейному повышению прочности композитов, однако, учитывая показатели ГОСТ для глиносырцовых материалов (3,5 МПа), экономически выгодно использовать композиты с добавкой «Ремстрим-100» в количестве 3 масс. % для изготовления строительных материалов для малоэтажного домостроения (рис. 4).

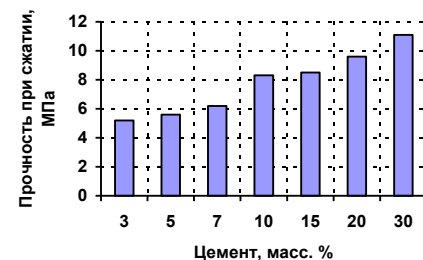


Рисунок 4. Зависимость предела прочности от содержания цемента

Дальнейшие исследования заключались в исследовании свойств композитов при использовании комплекса добавок для выбора оптимального состава с наилучшим показателем по прочности при сжатии при исходной влажности от 8 до 12 масс. %. Исследования проводились на образцах следующего состава: опилки-5, 10, 15 масс. %, цемент – 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30 масс. %, формовочная влажность – 8, 10, 12 %. Давление прессования составляло 10 МПа.

Анализ полученных результатов показал, что при увеличении исходной влажности предел прочности при сжатии образцов всех составов повышается. При увеличении органической добавки – опилок – наблюдается уменьшение показателей пределов прочности при сжатии образцов.

Тем не менее, прочность при сжатии образцов всех исследуемых рецептур увеличивается в среднем на 35 - 45% по сравнению с прочностью немодифицированных глиноопилочных образцов и соответствует рекомендуемым нормам для малоэтажного строительства.

Для регионов холодного климата важны не только механические свойства материалов строительного назначения, но и такие показатели как, влаго- и морозостойкость. В связи с этим были проведены исследования по определению влагопоглощения и морозостойкости.

Проведение исследований строительных материалов из глинистого сырья по существующему стандарту ГОСТ 7025-91 не представлялось возможным из-за растворения и размягчения образцов при выдержке их в воде. Поэтому, определение влагопоглощения, скорости сорбции воды оценивали при выдержке образцов в среде с относительной влажностью воздуха 98 %. Увлажнение проводили в эксикаторах над насыщенным раствором соли $\text{CuSO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Для определения морозостойкости материала был использован оригинальный метод, позволяющий в короткие сроки получить оценку морозостойкости материала [3].

Физической основой метода является наличие корреляционной зависимости между изменением поврежденности, пористости материала и его сорбционной емкости или скорости водопоглощения. Степень морозостойкости материала определяли по соотношению двух величин:

$$Q = W_{\text{вт}} / W_{\text{исх}}$$

где Q – степень морозостойкости;

$W_{\text{вт}}$ – скорость влагопоглощения образца после промораживания его в увлажненном состоянии и последующей сушки, %;

$W_{\text{исх}}$ – скорость влагопоглощения образца в исходном состоянии в среде с относительной влажностью 98 %.

Меньшее значение Q соответствует большей устойчивости материала к одновременному воздействию влаги и низких температур или морозостойкости [4].

Для испытаний были изготовлены цилиндрические образцы полусухого прессования диаметром 54 мм и высотой 50 мм оптимального состава: отходы древесины – 5 масс. %, цемента – 3 масс. %, формовочная влажность – 12 %. Давление прессования составляло 10 МПа. Время естественной сушки – 28 суток.

Определяли кинетическую кривую десорбции исходных образцов до момента влагопоглощения – 1 цикл (рис.5). Анализ показывает, что основное количество влаги удаляется в пер-

вые пять суток, при этом влажность снижается почти на 40 %.

Далее высушенные образцы подвергались увлажнению. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что величина влагопоглощения увеличивается линейно с увеличением времени и достигает равновесного значения по истечении 77 суток. Скорость сорбции макси-

мальна в течение первых 7 суток, при этом величина влагопоглощения стабилизированных образцов снижается в 1,6 раза по сравнению с исходными (рис.6). Далее влагонасыщенные образцы промораживали в климатической камере при температуре -60°C в течение 4 часов, после чего снимали кривую десорбции образцов (рис. 5).

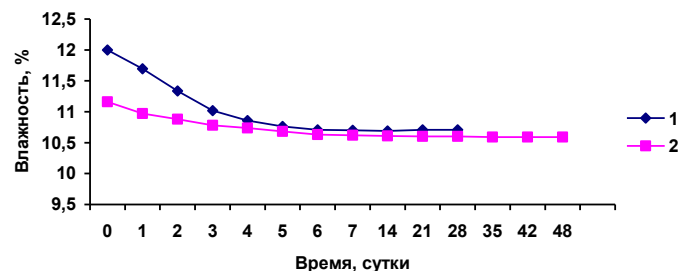


Рисунок 5. Кривые десорбции образцов до (1) и после (2) промораживания

Анализ проведенных экспериментальных данных показал, что образцы, замороженные в увлажненном состоянии достигают постоянного веса по истечении 3х недель. Наибольшая скорость десорбции наблюдается в первые 7 суток. Наличие прямого участка на кривой говорит о линейном падении влажности. Затем образцы вновь насыщали влагой (2 цикл). Сопоставляя, первоначальные скорости влагонасыщения исходных образцов $W_{исх}$ и образцов, подвергшихся воздействию низкой температуры $W_{вп}$, определяли степень морозостойкости (Q). Критерием оценки морозостойкости является изменение скорости влагопоглощения на начальном участке кривой сорбции.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что скорость влагопоглощения и максимальное равновесное влагопоглощение совпадают для двух кривых исходного и замороженного образцов обоих составов. Совпадение кинетических кривых свидетельствует об отсутствии разрушения материалов в результате промораживания во влагонасыщенном состоянии. Скорость влагопоглощения исходных материалов равна скорости влагопоглощения образцов, замороженных в увлажненном состоянии, поэтому коэффициент морозостойкости для стабилизированных образцов близок к единице (рис. 6).

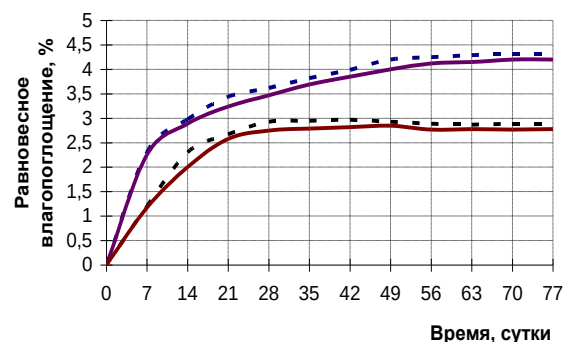


Рисунок 6. Кривые сорбции образцов: 1- глина; 2-глина+ «Ремстрим-100»;

----- - исходные; - промороженные в насыщенном состоянии

Установлено, что потеря прочности при сжатии образцов после влагопоглощения и про-

мораживания составляет 17 % и 10 %, соответственно.

Таким образом, установлено, что разработанные материалы обладают высокими показателями свойств (табл. 3) и могут быть использо-

ваны для производства стеновых материалов для малоэтажного строительства.

Таблица 3

Сравнительная таблица результатов исследований физико-механических свойств разработанных композитов и исходного глинистого сырья

№	Свойства	Плотность (кг/м³)	Прочность на сжатие (МПа)	Влагопоглощение, (%)	Теплопроводность, (Вт/мК)
1.	Кирпич глиносырцовый	1900-1932	2,60-5,88	7,15-8,61	0,62
2.	Композит из глинистого сырья	1310-1860	2,3-5,2	5,47-6,72	0,18-0,44
3.	Композит из глинистого сырья, опилок и цемента	1210	9,3	3,47	0,35

Из табл. 3 видно, что разработанный по данной технологии композиционный строительный материал по сравнению с исходным глинистым сырьем обладает лучшими физико-механическими свойствами:

- плотность разработанного материала ниже в среднем на 30 %;
- прочность при сжатии возрастает на 41 %;
- водопоглощение снижается в среднем в 1,6 раза;
- теплопроводность – примерно снижается на 30,5 %.

Проведенные экспериментальные исследования решают ряд важных задач по производству и применению строительных материалов для малоэтажного строительства и позволяют сделать следующие выводы:

- разработаны оптимальный состав и технологические режимы для производства мелкоштучных строительных материалов для малоэтажного строительства: глина – 80 масс. %, опилки – 5 масс. %, цемент – 3 масс. %, формовочная влажность – 12 %, оптимальное усилие прессования – 10 МПа;
- разработана ресурсо- и энергосберегающая технология переработки отходов древесины методом полусухого прессования, позволяющая получать композиционные стеновые материалы для малоэтажного строительства с высоким

комплексом свойств и частично решить проблему утилизации отходов древесины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреева А.В., Буренина О.Н. Технология изготовления строительных материалов на основе древесных опилок методом полусухого прессования. – Композиционные материалы в промышленности. Трубопроводы из полимерных композиционных материалов: изготовление, проектирование, строительство, эксплуатация: Материалы 29 международной конференции и семинара 1-5 июня 2009 г., Ялта-Киев: УИЦ «НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИЯ», 2009, С. 504-507.
2. Попов С.Н., Степанов И.И., Черский И.Н. Оборудование для полусухого прессования мелкоштучных строительных материалов // Неметаллические материалы и конструкции для условий Севера. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 1996. – С.81-87.
3. Патент 2090876 РФ, МКИ 84 с. Способ определения морозовлагодостойкости спрессованных дисперсных изделий / Игошин В.А., Егоров Е.Н., Иванова Т.Н., Старженецкая Т.А., Виноградов А.В. (СССР). – 6 с.
4. А.С. 1481657 СССР, МКИ 84 с. Способ определения морозостойкости гидрофильных материалов / Старженецкая Т.А., Булманис В.Н., Попов Н.С. (СССР). – 8 с.

Клюев С. В., канд. техн. наук, доц., докторант,
Хархардин А. Н., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

РАСЧЕТ ВЫСОКОПЛОТНОЙ УПАКОВКИ ЗЕРЕН МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Klyuyev@yandex.ru

В статье рассмотрена методика высокоплотной упаковки зерен мелкозернистого бетона. Написана программа для ЭВМ позволяющая варьировать параметрами бетонной смеси.

Ключевые слова: высокоплотная упаковка, бимодальная упаковка, полидисперсные системы.

Введение

Для одинаковых сфер в трех измерениях задача упаковки рассматривалась лишь эмпирическим – экспериментальным методом. Об эмпирических и теоретических результатах в этой области имеются сообщения в работах Дж. Бернала (1959), Дж. Бернала и Майзона (Bernal J.D. and Mason J., 1960), Бердийка (Boerdyk A.H., 1952), Коксера (Coxeter H.S.M., 1958), Хигути (Higuti U., 1961), Матке (Matzke E.B., 1950), Соломона (Solomon H., 1966), Уайза (Wise M. E., 1952), Скотта (Scott J. D., 1962), Финни и Бернала (Finney J.L. and Bernal J.D., 1967) и др.

Так, в 1962 г. Дж. Скотт, определяя плотность случайной упаковки одинаковых стальных и свинцовых шариков в больших сферических бутылках, установил что

$$\eta_1 = 0,64 - 0,33 / \sqrt[3]{N};$$

$$\eta_1 = 0,60 - 0,37 / \sqrt[3]{N},$$

где N – число шариков в бутылках при утряске и при свободной (без утряски) засыпке.

Как видно из этих выражений, при $N \rightarrow \infty$ $\eta_1 = 0,64$ и $\eta_1 = 0,60$ соответственно при уплотнении их слоя и без уплотнения. Приведем наши результаты в этой области, учитывая наличие в случайной упаковке твердых сфер фрагментов с кубической укладкой, пустоты между ними будем заполнять шариками последовательно меньшего и соответствующего размера. Наибольший размер пустот здесь будет равен

$$d_2 = (\sqrt{3} - 1)d_1,$$

где, d_1 – диаметр наибольших одинаковых сфер диаметром, равным 1. Тогда модуль прерывности в их последовательных размерах будет

$$M = d_1 / d_2 = 1 / (\sqrt{3} - 1).$$

Размер пустот либо сфер последовательно меньшего размера, заполняющих эти пустоты, будет равен

$$d_2 = d_1 / M = (\sqrt{3} - 1)d_1 = 0,732d_1;$$

$$d_3 = d_2 / M = (\sqrt{3} - 1)^2 d_1 = 0,536d_1;$$

$$d_4 = d_3 / M = (\sqrt{3} - 1)^3 d_1 = 0,392d_1;$$

$$d_n = (\sqrt{3} - 1)^{n-1} d_1.$$

1. Бимодальные упаковки и методика расчета высокоплотных зерновых составов

Бимодальные упаковки – это зернистые смеси, состоящие из двух фракций: наиболее крупной и мелкой. Плотность упаковки частиц в бимодальных упаковках увеличивается с уменьшением размера частиц мелкой фракции:

$$\sigma_2 = \eta_1 + (1 - \eta_1)\psi_{i,j}^{(m)},$$

где $\psi_{i,j}^{(m)}$ – степень заполнения свободного объема в крупной фракции частицами мелкой; $1 - \eta_1 = \varepsilon_1$ – свободный объем в слое крупной фракции, заполняемый мелкой фракцией [1].

Наибольшая плотность упаковки твердых сферических частиц в смеси определяется при $m = 12$, где m – класс системы:

$$\sigma_2 = 0,64976 + 0,35024 \cdot 0,649776 = 0,8773.$$

Плотность упаковки твердых сферических частиц в смеси, состоящей из двух фракций кварцевого песка и других зернистых материалов в сферических емкостях при $\eta_1 = \eta_2 = 0,64$ будет равна

$$\sigma_2 = 0,64 + 0,36 \cdot 0,64 = 0,8707.$$

При наличии сил трения между частицами заклинивания и зацепления плотность их упаковки снижается, это снижение наблюдается и в бимодальных упаковках. Так, при $m = 12$, $\eta_1 = \eta_2 = 0,634 - 0,600$ получим:

$$\sigma_2 = 0,634 + (1 - 0,634)0,634 = 0,866;$$

$$\sigma_2 = 0,60 + (1 - 0,60)0,60 = 0,840.$$

В табл. 1 приведены выражения для степени заполнения $\psi_{i,j}^{(m)}$ свободного объема в слое твердых сфер и абсолютные величины при $\eta_1 = 0,64976$ в зависимости от класса m системы распределения и относительного размера частиц мелкой фракции.

Анализ результатов расчета по данным табл. 1 показывает, что с уменьшением плотности упаковки частиц крупной фракции степень заполнения ее свободного объема мелкими частицами возрастает [2, 3].

Таблица 1

Степень заполнения свободного объема в слое крупных частиц в бимодальных упаковках частицами мелкой фракции в зависимости от класса системы m и ее относительного размера

Класс системы m	<1	1	2	3	4	4,5	5
$\psi_{i,j}^{(m)}$	$\varepsilon_i^3 \eta_i^3$	$\varepsilon_i^2 \eta_i^3$	$\varepsilon_i^2 \eta_i^2$	$\varepsilon_i^2 \eta_i$	ε_i^2	$\varepsilon_i \eta_i^2$	$\varepsilon_i^{3/2}$
$\psi_{i,j}^{(m)}$	0,012	0,033	0,052	0,080	0,123	0,148	0,189
d_n / d_1	$\leq 0,73$	0,73	0,54	0,39	0,29	0,25	0,21
Класс системы m	6	7	8	9	10	11	12
$\psi_{i,j}^{(m)}$	$\varepsilon_i \eta_i$	$\varepsilon_i \eta_i^{3/2}$	ε_i	η_i^2	$\eta_i^{3/2}$	$1 - \eta_i^2$	η_i
$\psi_{i,j}^{(m)}$	0,297	0,290	0,35	0,422	0,524	0,578	0,65
d_n / d_1	0,15	0,11	0,08	0,06	0,04	0,03	0,02

Выражения $\psi_{i,j}^{(m)}$ понадобятся далее для расчета высокоплотных гранулометрических полидисперсных смесей по числу в них бимодальных упаковок (двойных связей).

2. Методика расчета гранулометрического состава полидисперсной смеси с высокоплотной упаковкой в ней зерен

1. Расчет среднего размера зерен и количества каждой узкой фракции для получения высокоплотной смеси.

Расчет основан на установлении распределения зерен по среднему размеру каждой фракции, вводимой в будущую высокоплотную

$$d_n / d_1 = (2,549 / 10\eta_1)^{n-1} = (0,2549 / 0,58)^{n-1} = 1; 0,44; 0,193; 0,085; 0,037; 0,0164; 0,0072; 0,003...$$

Расчет заканчивают тогда, когда средний размер мелкой фракции $d_n = (d_n / d_1)d_1$ мм = 0,003 · 28,3 мм = 0,09 мм

смесь. Для этого предварительно выделяют наиболее крупную узкую фракцию заполнителя, например, для тяжелого бетона $d_1 = 40...20$ мм, для мелкозернистого бетона $d_1 = 10...5$ мм и определяют насыпную плотность при утряске или виброуплотнении, а далее рассчитывают плотность упаковки зерен:

$$\eta_n = \gamma_n / \rho,$$

где γ_n , ρ – насыпная и средняя плотность зерен данной фракции. Известно, что плотность упаковки зерен крупных фракций заполнителя, в зависимости от формы их зерен, колеблется в пределах $\eta_1 = 0,60...0,56$. Для расчета принимаем $\eta_1 = 0,58$ и $m = 3$:

ничен размером, рекомендуемым для заполнителей бетонов, например $d_n = 0,14...0,1$ мм. Тогда

размеры зерен каждой узкой фракции при $d_1 = 40...20$ мм будут равны:

$$d_1 = 40...20 \text{ мм} (1; 0,44; 0,193; 0,085; 0,037; 0,0169; 0,072; 0,003) = 40...20;$$

$$17,6...8,8; 7,72...3,86; 3,4...1,7; 1,48...0,74; 1,676...0,338; 0,128...0,064 \text{ мм},$$

где $\eta_1 = 0,58$; $\eta_2 = 0,59$; $\eta_3 = 0,60$; $\eta_4 = 0,61$; $\eta_5 = 0,62$; $\eta_6 = 0,62$; $\eta_7 = 0,60$ – определяются экспериментально.

2. Далее ведут подбор каждой фракции зернистого материала на стандартных ситах и определяют плотность упаковки их зерен по насыпной плотности при уплотнении их слоя в емкостях больших размеров или при увлажнении

$$\eta_i = \gamma_i / \rho.$$

3. В расчете количества каждой узкой фракции для получения высокоплотной зернистой смеси применяют любую произвольную величину G_1 массы наиболее крупной фракции, например 1 кг, 10 кг, 100 кг, или 100 мас. частей. Тогда количество каждой последующей мелкой фракции с учетом раздвижки зерен будет равно:

$$G_2 = \frac{100}{\gamma_1} \varepsilon_1 \beta_2 \gamma_3 = 100 \varepsilon_1 \beta_2 \frac{\eta_2}{\eta_1}.$$

Просуммируем количество всех фракций, вводимых в смесь, и запишем это выражение в общем виде:

$$G_n = (1 - \sigma_{n-1}) \beta_n \frac{\eta_n}{\sigma_{n-1}} \sum_{i=1}^{n-1} G_i, \quad (1)$$

где σ_{n-1} – плотность упаковки зерен в смеси, состоящей из $n - 1$ фракций; η_n – плотность упаковки зерен очередной узкой фракции, $\eta_1 = \sigma_1$; β_n – коэффициент раздвижки зерен в смеси, состоящей из $n - 1$ фракций, зернами вводимой очередной мелкой фракции.

В простейшем случае выражения для β_n принимают вид:

$\beta_n = 1$ – для жестких зернистых смесей;
 $\beta_n = \sigma_{n-1} / \eta_n$ – для подвижных зернистых смесей;
 для умеренно-подвижных и увлажненных смесей

$$\beta_n = \left(\frac{\sigma_{n-1}}{\eta_n} \right)^{\frac{1}{n-1}}.$$

Выражение (1) с учетом одного из выражений для β_n будет иметь вид

$$G_n = (1 - \sigma_{n-1}) \frac{\eta_n}{\sigma_{n-1}} \sum_{i=1}^{n-1} G_i, \quad \text{при } \beta_n = 1. \quad (2)$$

При введении каждой очередной фракции в смесь, состоящей из $n - 1$ фракций, экспериментально определяют плотность упаковки σ_{n-1} зерен в смеси для расчета количества каждой последующей фракции и плотности упаковки.

4. Расчет плотности упаковки зерен в смеси, состоящей из $n - 1$ фракций.

В основу расчета заложен принцип бимодальных упаковок для каждого класса m прерывистости в размерах зерен смеси. Количество таких бимодальных связей будет равно $n(n - 1)/2$, где n – число фракций в смеси, в том числе и вводимой очередной фракции:

$$\sigma_n = \sigma_{n-1} + \frac{1 - \sigma_{n-1}}{\beta_n} X_n, \quad (3)$$

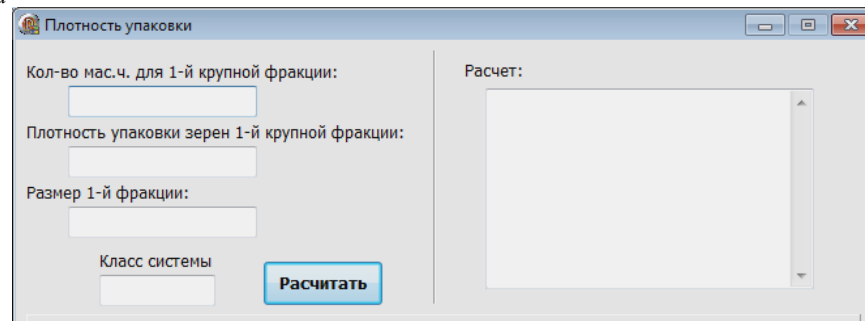
где X_n – степень заполнения свободного объема в зернистом слое при введении очередной фракции; определяется вероятностью распределения зерен в имеющихся пустотах между ними:

$$X_n = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \psi_{i,j}^m}{n(n-1)/2}. \quad (4)$$

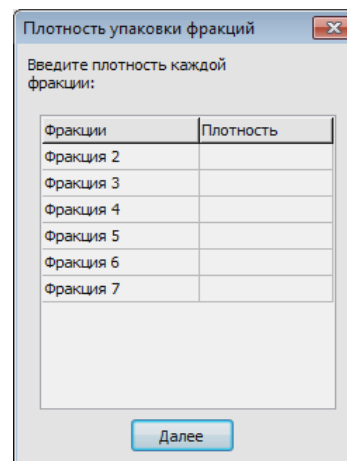
Значение $\psi_{i,j}^m$ для бимодальных упаковок в зависимости от m и d_n/d_1 приведены в табл. 1.

На основе разработанной методики расчета высокоплотной упаковки зерен мелкозернистого бетона написана компьютерная программа, позволяющая рационально подбирать состав будущей бетонной смеси. На рис. 1 представлены вид программы и результаты расчета.

а



б



в

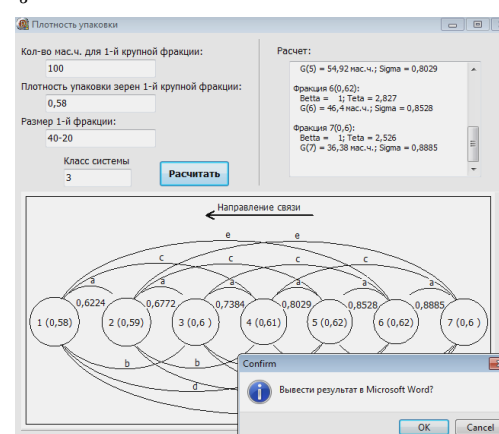


Рисунок 1. Программа расчета высокоплотной упаковки зерен мелкозернистого бетона:

a – главное окно программы;
 b – ввод значений плотности отдельных фракций;
 e – результат работы

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесовик, Р.В. Мелкозернистый сталефибробетон на основе техногенного песка для получения сборных элементов конструкций / 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.

2. Хархардин, А.Н. Структурная топология дисперсных систем: учеб. пособие / А.Н. Хархардин. – Белгород: Изд-во БГТУ, – 2007. – 128 с.

3. Хархардин, А.Н. Топологическое состояние и свойства композиционных материалов / А.Н. Хархардин // Изв. ВУЗов. Строительство. – Новосибирск, 1997. – №4. – С.72 – 77.

РАЗРАБОТКА СОСТАВА ФИБРОБЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ РЕМОНТА МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

kstik@mail.ru

В статье представлены результаты работы по получению высококачественного состава фибробетона на основе композиционного вяжущего, стальной фибры, отходов КМА и добавок, для ремонта и реконструкции мостовых конструкций, а также строительства новых зданий и сооружений.

Ключевые слова: высококачественный фибробетон, композиционное вяжущее, стальная фибра, ремонт мостовых конструкций.

В процессе эксплуатации мостовое сооружение, как и любая другая строительная конструкция, подвергается воздействию природно-климатических факторов, постоянных и временных нагрузок, химических веществ как следствие интенсивного движения автомобилей или ухода за сооружением. В результате в элементах мостового сооружения появляются повреждения и дефекты, материал конструкций претерпевает структурные преобразования (происходит их деструкция), повреждения развиваются с разной интенсивностью и могут, в конечном счете, вызвать разрушение конструкций. Таким образом, со временем сооружение неизбежно стареет, теряет свои первоначальные качества и, естественно, потребительские свойства. Все больше и больше затрат требуется на восстановление и поддержание (сохранение) его состояния [1].

Российская Федерация является крупнейшим государством мира с площадью 17 075 400 км² или 11,46 % площади всей суши Земли, или 12,65 % заселенной человеком суши, что почти вдвое больше, чем у занимающей второе место Канады. Общая протяженность дорог федерального и регионального значения в России, по данным Федерального дорожного агентства министерства транспорта Российской Федерации составляет 551607,5 км., а количество мостов 40007 штук, общей протяженностью 1774080,3 метров. Большое количество мостов было построено еще в прошлом веке и нуждается в ремонте или замене конструктивных элементов. При проведении ремонтных работ на данных объектах следует учитывать постоянно увеличивающийся транспортный поток, что в свою очередь, заставляет уделять повышенное внимание подбору материалов и методов применяемых при ремонтах такого вида. Также, при выборе материалов следует помнить о коррозии бетона [2].

Требования к бетону для мостовых конструкций могут быть удовлетворены путем применения высококачественных заполнителей

и, где это необходимо, высокомарочных и специальных цемента, современных добавок и технологий изготовления конструкций. Кроме того, использование высокомарочных цемента позволяет значительно снизить расход вяжущего в высокопрочных бетонах. [3]

В настоящее время, все большее распространение в мире получают фибробетоны. Фибробетон – разновидность цементного бетона, в котором достаточно равномерно распределены обрезки «фибры» или фиброволокна [4]. В качестве фиброармирующего компонента могут применяться стальные, базальтовые, полипропиленовые, стеклянные, арамидные, углеродные фибры, а также фибры получаемые путем переработки использованных автомобильных покрышек, или являющиеся отходом производства – гвоздевого, проволоки и металлокорда и т.п.

В качестве основных преимуществ в использовании фибробетона вместо традиционного бетона можно выделить следующие: повышенные предел прочности при сжатии, растяжении, изгибе, повышенные трещиностойкость, ударная прочность, истираемость, морозостойкость, долговечность, пониженные усадку и ползучесть. И это далеко не все преимущества фибробетона перед обычным.

Широкое применение, для получения фибробетона, получила стальная фибра. Среди многообразия видов стальной фибры, можно выделить следующие: стальная волновая, резанная стальная, стальная проволоочная анкерная, получаемая фрезированием из сляба, и др.

Для проведения экспериментов были выбраны 2 вида стальной фибры – волновая, производства ЗАО «Фибросталь» г. Москва и фибра стальная анкерная, производства ООО «РусФибра» г. Москва. Проведенные испытания выявили более высокие характеристики волновой фибры перед анкерной – прочность при сжатии образцов с использованием волновой фибры более чем на 10% больше, чем у образцов с использованием анкерной фибры. Таким образом,

для дальнейших экспериментов была выбрана фибра стальная волновая (рис. 1). Данная фибра имеет больше элементов механического анкерирования, а также большую поверхность сцепления с бетоном, но при этом ее длина не вызывает тех проблем, что связаны с использованием прямой фибры. Данный вид фибры дает возможность уже в начальной стадии образования трещины контролировать ее сдерживание, за счет более эффективного распределения напряжений в окружающей матрице, и, соответственно увеличить продолжительность службы бетона [2].

С целью получения высококачественных бетонов, было разработано композиционное вяжущее, получаемое путем совместного помола портландцемента и добавки. В результате механического взаимодействия минералов цементного клинкера с добавкой в процессе тонкого измельчения материал приобретает уникальные, специфичные свойства, отличающие его от обычного портландцемента. Полученное вяжущее имеет предел прочности при сжатии и изгибе, более чем на 85% и 68% соответственно, которые превосходят показатели, полученные на портландцементе. Проведенное исследование

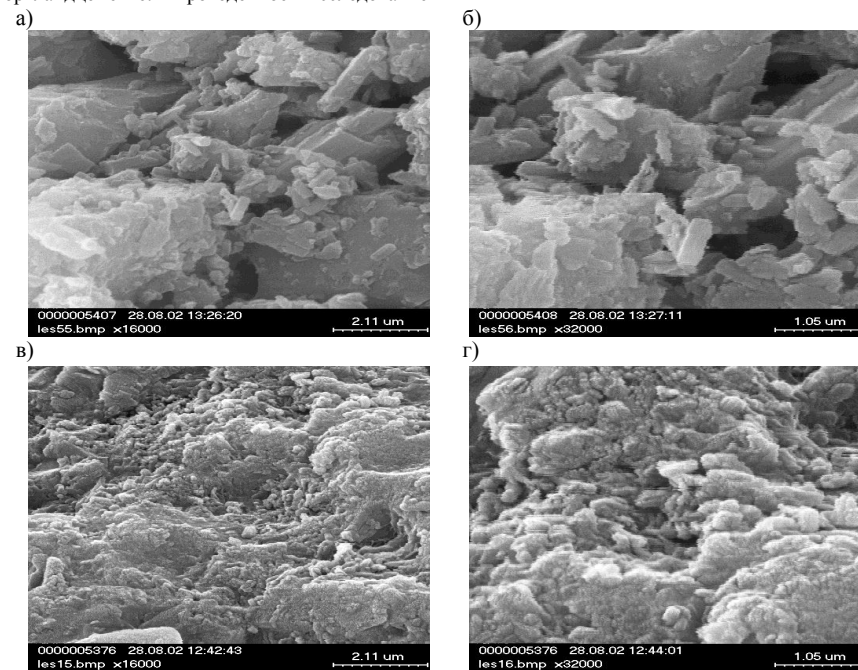


Рисунок 2. Микроструктура цементного камня:
а, б – на портландцементе; в, г – на композиционном вяжущем

микроструктуры показало, что цементный камень, на основе композиционного вяжущего обладает плотной структурой, с минимальным количеством пор и пустот, в то время как структура цементного камня на портландцементе имеет рыхлую структуру, с большим количеством пор (рис. 2).



Рисунок 1. Фибра стальная волновая

Немаловажное значение, при получении высокомарочных бетонов имеет применяемый заполнитель. В свете постоянного увеличения стоимости сырьевых ресурсов, перспективным направлением является применение различных видов отходов. В работе, в качестве заполнителя, применялся отсев дробления кварцитопесчанника мелкой фракции, Лебединского месторождения Курской Магнитной Аномалии. Исследо-

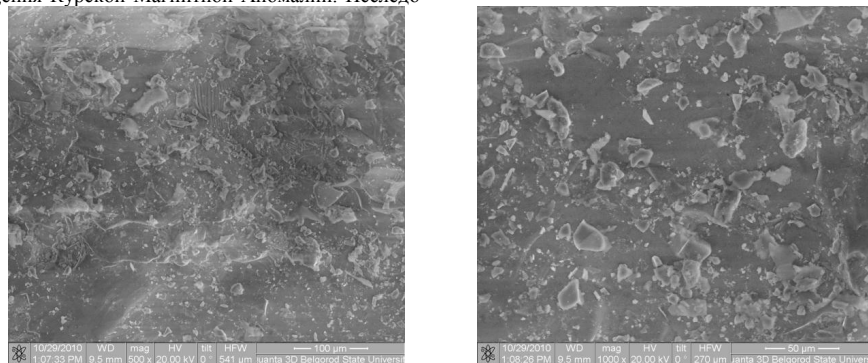


Рисунок 3. Микроструктура отсева дробления кварцитопесчанника

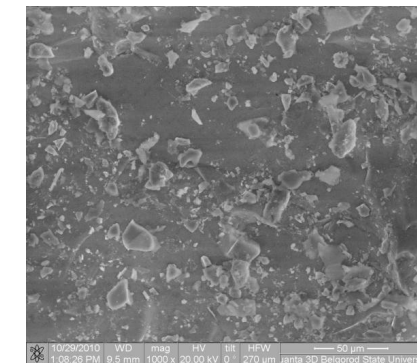
В ходе выполнения работы были изготовлены образцы 6 видов:

1. С использованием в качестве вяжущего портландцемента, без добавления добавок и фибры.
2. С использованием в качестве вяжущего композиционного вяжущего, без добавления добавок и фибры.
3. С введением в состав бетона гиперпластификатора.
4. С введением в состав бетона фиброармирующего компонента.
5. С введением в состав бетона микродисперсной добавки, получаемой из кварцитопесчанника.
6. С введением в состав бетона гиперпластификатора, фиброармирующего компонента и микродисперсной добавки, получаемой из кварцитопесчанника.

Анализ полученных результатов показал, что использование в качестве вяжущего компонента композиционного вяжущего позволило получить бетон, с показателем прочности при сжатии более чем на 48% большим, чем при использовании портландцемента (85,6 МПа - на композиционном вяжущем, 57,6 МПа - на портландцементе).

Введение в состав бетона гиперпластификатора позволяет снизить необходимое количество воды, при сохранении необходимой по-

вание отсева дробления КВП показало, что он имеет в своей структуре до 95% кварца. Проведенное изучение микроструктуры отсева дробления КВП выявило, что особенностью структуры является угловатая форма зерен с высокоразвитой поверхностью, способствующая повышенной адгезии к ним цементного камня (рис. 3).



движности, а как следствие, уменьшить пористость бетона, увеличить его физико-механические характеристики и долговечность. Проведенные эксперименты показали, что введение в состав бетона гиперпластификатора позволяет получить прочность при сжатии более чем на 25 % большую, чем бетона без гиперпластификатора

Введение фиброармирующего компонента позволило повысить физико-механические и эксплуатационные свойства бетона: прочность при сжатии более чем на 19 %, при изгибе более чем в 2 раза, призмная прочность на 20 % [2]. Исследование микроструктуры контактной зоны выявило, что контактная зона цементного камня на композиционном вяжущем и фибры имеет более плотную связь, и прочность сцепления, что также подтверждалось визуальным осмотром образцов после испытаний - фибра имела практически ровный вид, волновые участки были практически полностью сглажены, что подтверждает высокую силу сцепления композиционного вяжущего и фибры. Микроструктура цемент - фибра имеет менее прочную взаимосвязь. Структура контактной зоны рыхлая, чешуйчатая. Фибра, в образцах после испытаний, имела явно выраженные волновые участки, и заметно отличалась от фибры в образцах, выполненных с применением композиционного вяжущего (рис. 4).

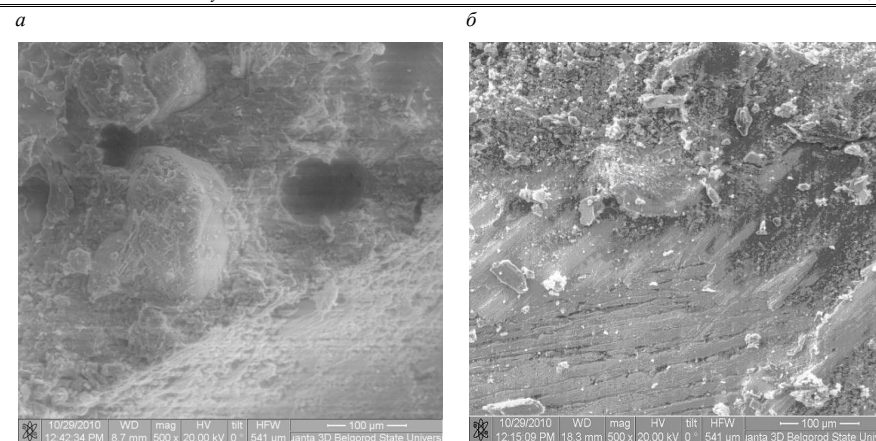


Рисунок 4. Микроструктура контактной зоны цементного камня и фибры:
а – портландцемент, б – композиционное вяжущее

В ходе выполнения работы, была получена и апробирована эффективная микродисперсная добавка из кварцитопесчанника. Введение в состав бетона данной добавки способствовало более эффективной и быстрой реакции. Добавка уплотнила цементный камень, заполнив пустоты и улучшив сцепление с заполнителем. Эффект заполнения пор, создаваемый микрочастицами добавки, способствует значительному уменьшению капиллярной пористости и проницаемости бетона. Низкая проницаемость и повышенная плотность обеспечивает высокую морозостойкость бетона. Данные свойства были получены без изменения удобоукладываемости бетонной смеси. Введение данной добавки в состав бетона

позволило увеличить его прочность более чем на 12 %.

Состав бетона с использованием композиционного вяжущего, гиперпластификатора, фиброармирующего компонента и микродисперсной добавки, получаемой из кварцитопесчанника показал наибольшие значения физико-механических и эксплуатационных характеристик – предел прочности при сжатии более 120 МПа, при изгибе – более 23 МПа, призмная прочность более 96 МПа, морозостойкость F600.

Проведение рентгенофазового анализа позволило сравнить мелкозернистый фибробетон с микродисперсной добавкой и гиперпластификатором и бетон на композиционном вяжущем (рис. 5).

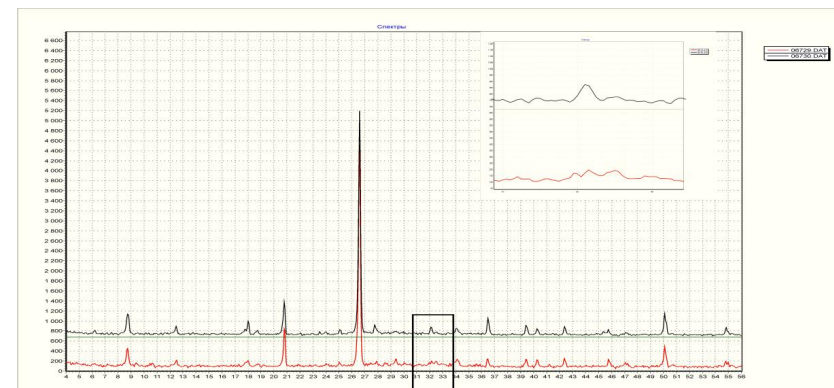


Рисунок 5. Рентгенограммы мелкозернистых бетонов

Так как на двух сравниваемых образцах количество портландита практически равное и по ним не четко видна гидратация клинкерных минералов сравнение проводили по основным отражениям алита и белита. На нижней рентгенограмме отмечена более полная гидратация клинкерных минералов, что позволило создать оптимальное соотношение клинкерных минералов и минералов гидросиликата кальция, при этом получена оптимальная структура с повышенными прочностными характеристиками.

Таким образом, в результате проведенной работы, была доказана возможность повышения эффективности бетонов путем оптимизации структуры цементного камня за счет применения композиционного вяжущего, введения гиперпластификатора, использования фиброармирующего компонента, и использования нанодисперсных добавок. Все это позволило добиться увеличения предела прочности при сжатии более чем на 50%. Полученные составы, по своим прочностным характеристикам, подходят в качестве ремонтных, а также для получения новых изделий и конструкций, к которым предъ-

являются повышенные требования по прочности и долговечности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральное дорожное агентство министерства транспорта РФ, ФГУП «Информационный центр по автомобильным дорогам» – «Автомобильные дороги и мосты. Управление состоянием мостовых сооружений на федеральной сети автомобильных дорог России», обзорная информация, Выпуск 2/2007.

2. Лесовик В.С., Ракитченко К.С., Сопин Д.М. Высокопрочный мелкозернистый фибробетон с нанодисперсным модификатором, Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, №2, 2010.

3. Черкашин Ю.Н., Лесовик Р.В., Сопин Д.М., Ластовецкий А.Н., Ракитченко К.С. – «Высококачественный бетон с использованием сырьевых ресурсов КМА», Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, №4, 2009.

4. Материал из Википедии – свободной энциклопедии: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Фибробетон>;

Филинских А. Д., аспирант

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

ТЕХНОЛОГИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ AUTODESK ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДИЗАЙН-ПРОЕКТОВ ВНУТРЕННИХ ПОМЕЩЕНИЙ

alexfil@yandex.ru

Рассмотрена технология создания дизайн-проектов внутренних помещений, основанная на использовании комплекса программных продуктов компании Autodesk. Описан практический курс для геометрической и графической подготовки специалистов в сфере компьютерного архитектурно-строительного моделирования и визуализации.

Ключевые слова: геометрическая и графическая подготовка, архитектурное проектирование, 3D-технологии, Autodesk, информационные технологии, визуализация.

Современный уровень архитектурного проектирования характеризуется использованием 3D-технологий, виртуальных и геоинформационных ИТ, мультимедиа, компьютерного дизайна. Эти информационные технологии обладают большой наукоемкостью, в них отражены многие методы современного математического и, в особенности, геометрического моделирования. На сегодняшний день сфера архитектурного проектирования и черчения очень востребована, так как в условиях большой конкуренции от убедительности представления зависит успех архитектурного проекта. Чтобы добиться желаемого результата необходимо иметь совокупность программных систем, методики их применения, а главное – людей, обладающих должной компетентностью.

В Нижегородском государственном техническом университете им.Р.Е.Алексеева разработан практический курс для геометрической и графической подготовки специалистов в сфере компьютерного архитектурно-строительного моделирования и визуализации. Данный курс является незаменимым руководством для специ-

алистов в области архитектуры и строительства. В нем собрана полезная информация, необходимая для поэтапной разработки комплекта базовой технической документации и архитектурной визуализации. Формат изложения материала совмещает в себе базовые требования к дизайну и эргономике помещения с современными тенденциями и требованиями к качеству и реалистичности выполнения интерьерной и архитектурной визуализации.

Представленный курс разработан с использованием комплекса программных продуктов компании Autodesk: AutoCAD 2011 и 3D Studio Max 2011. Возможности пакета AutoCAD 2011 проецируются, в основном, на вопросы архитектурного проектирования и создания конструкторской документации. 3D Studio Max 2011 используется для подготовки и создания визуализации архитектурных объемов.

В данном практическом курсе представлены следующие этапы проектирования:

1. Создание эскиза помещений, в соответствии с техническим заданием (рис.1).

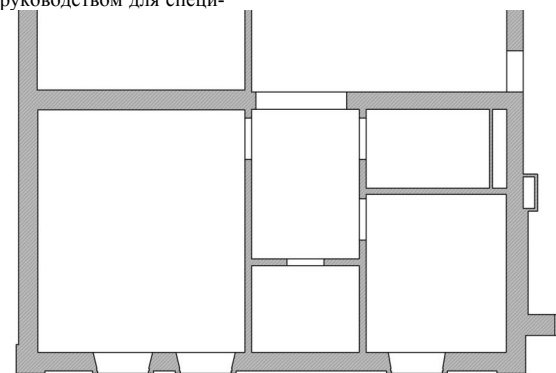


Рисунок 1. Создание эскиза

2. После создания эскиза помещений, в соответствии с техническим заданием, выполнением расстановку мебели, сантехнических

приборов, в соответствии с требованиями санитарных норм и требований к эргономики помещений (рис. 2).

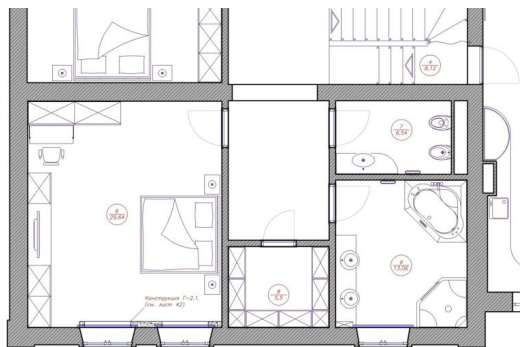


Рисунок 2. Детализовка планировочного решения

3. В AutoCAD 2011 выполняется план размещения электрооборудования, освещения и розеточной сети (рис. 3).

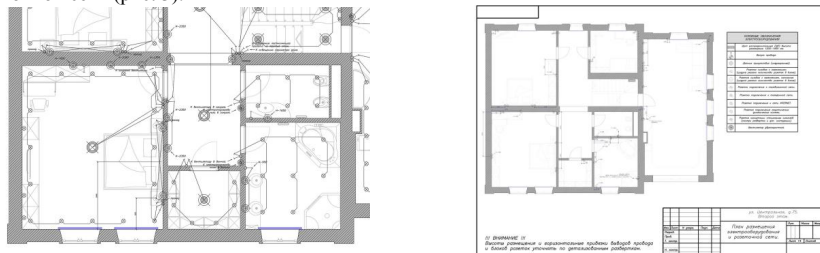


Рисунок 3. План размещения электрооборудования, освещения и розеточной сети

4. Расчет и построение 2D – эскизов декоративных элементов выполняется так же в AutoCAD 2011, с последующим импортом файлов

эскизов в формате DWG в программу 3D Studio Max 2011 для создания детальных 3D моделей декоративных элементов (рис. 4).

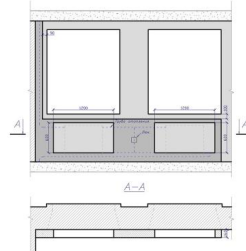
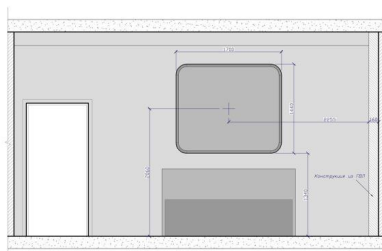


Рисунок 4. Детализовка декоративных элементов

5. Финальной, наиболее сложной и трудоемкой частью курса является создание визуализации архитектурных объемов в 3D Studio Max 2011. Максимальное количество времени уделено модулю Material Editor и модулю фотореали-

стичной визуализации MentalRay, отвечающему за вычисления комплексных, физически достоверных моделей освещения (рис. 5, 6, 7).

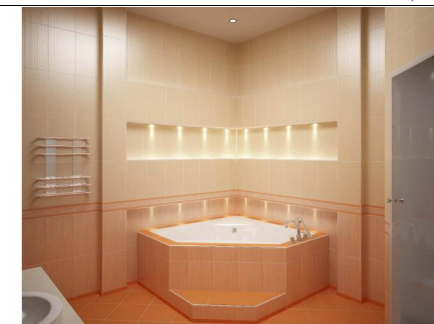


Рисунок 5. Архитектурная визуализация помещения ванной комнаты

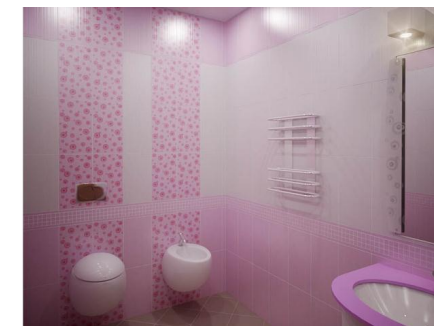


Рисунок 6. Архитектурная визуализация помещения сан. узла

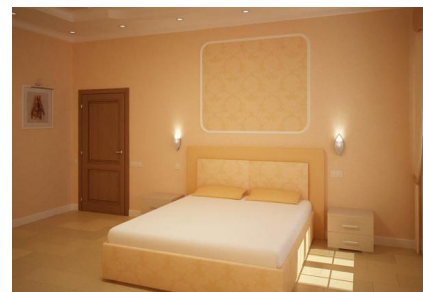


Рисунок 7. Архитектурная визуализация помещения жилой комнаты

Акценты в изложении материала поставлены на тех проблемах, которые отражают специфику создания проекта в среде. К ним можно отнести рассмотрение основных элементов здания, их конструктивные решения, создания трехмерных моделей элементов. Структура изложения материала построена так, чтобы отразить все особенности виртуального архитектурного проектирования.

Сформулированный практическом курсе перечень вопросов архитектурного проектиро-

вания показывает, что благодаря полной совместности программных продуктов и возможности обмена любой 2D и 3D информации через файл формата DWG, комплекс программных продуктов компании Autodesk: AutoCAD 2011 и 3D Studio Max 2011 – является уникальным средством, позволяющим дизайнеру – архитектору выполнить рабочее проектирование и визуализацию архитектурных объемов в сжатые сроки и с максимально возможным качеством.

Гарькина И. А., д-р техн. наук, доц.,
Данилов А. М., советник РААС, д-р техн. наук, проф.,
Логанина В. И., д-р техн. наук, проф.

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

ПРИЛОЖЕНИЕ МЕТОДА ПАТТЕРН К КОНСТРУИРОВАНИЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ*

fmatem@pguas.ru

Рассматриваются приложения метода ПАТТЕРН и его различных модификаций к конструированию композиционных материалов; приводится пример реализации.

Ключевые слова: синтез сложных систем, композиты, системный подход, модификации метода ПАТТЕРН.

Проектирование сложной системы – уникальная проблема, требующая не только разносторонней культуры, но и изобретательства и таланта. Налицо потребность и демонстрация возможностей разработок в области конструирования систем. Классическая наука добилась значительных успехов за счет существенных ограничений, в рамках которых невозможен востребованный разносторонний синтез систем. Основной проблемой при проектировании сложных систем является усиливающаяся фрагментация знания. Выбор, какие компоненты в данной системе считаются элементарными, относительно произволен и в большей степени определяется исследователем. Но всегда проектируемая сложная система будет результатом модернизации более простой системы; в большинстве случаев трудно рассчитывать, что спроектированная с нуля сложная система будет функционировать. Требуется аппарат синтеза, основанный на интеграции результатов междисциплинарных исследований с развитием до уровня математической теории, в основе которой лежит идеальный объект, заданный в системе аксиом и способный выходить на уровень приложений в различных областях. Еще в сороковых годах XX века Людвиг фон Берталанфи была выдвинута программа построения общей теории систем. Были сформулированы *общие принципы и законы поведения систем (независимо от вида и природы составляющих элементов и отношений между ними)*. Созданы основы синтеза научного знания в результате выявления и изоморфизма законов, относящихся к различным сферам реальности. При реализации этой программы одновременно выявились философско-методологические противоречия и трудности (связаны с *неправомерным* приданием *общей теории систем статуса философии современной науки*).

К настоящему времени уже накоплен значительный опыт конструирования сложных систем на основе *системного подхода*. Первым таким подходом можно считать метод ПАТ-

ТЕРН (Planning Assistance Through Technical Relevance Number, англ. – помощь планированию посредством относительных показателей технической оценки) для решения задач планирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок в условиях неопределенности.

Предусматривалось выделение в сложной противоречивой системе функциональных подсистем на основе четкой формулировки целей по уровням. Количество целей не ограничивалось, но предполагалась их детализация с указанием взаимосвязей. Использовался принцип деления сложной проблемы на более мелкие с использованием результатов количественной экспертной оценки каждой из подпроблем, исходя из различных критериев. Метод, в основном, предназначался для прогноза, насколько сформулированные цели могут быть достигнуты.

Определялись перечень конечных целей, суммарные веса целей (показатели научнотехнической значимости; сумма коэффициентов относительной важности для каждого уровня иерархии принимались равной единице). На заключительном этапе осуществлялось рациональное распределение ресурсов в соответствии с уровнем этих коэффициентов.

Системный подход позволяет уменьшить или даже исключить неопределенность, свойственную решаемой проблеме, реконструировать ее в моделях, отвечающих целям исследования; выявлять объекты, свойства и связи исследуемой системы с учетом взаимного влияния внешней среды.

Для повышения степени обоснованности принимаемого решения, выбора варианта из числа альтернативных (с указанием оптимальных) использовались модели, отражающие все те факторы и взаимосвязи реальной ситуации, которые могли проявиться в процессе осуществления решения.

Метод позволил определить классы критериев оценки относительной важности, взаимную

полезность, состояние и сроки выполнения научно-исследовательских разработок, а также необходимость разумного баланса между внутренней логикой науки и ее практической значимости (его нарушение приводит к безразличию общества к науке или потере перспективы в фундаментальных исследованиях).

Сложные иерархические структуры в соответствии с методикой ПАТТЕРН можно рассматривать и как набор определенным образом типологизированных элементов и связей между ними (многоуровневое представление структур). Переход с одного уровня на другой осуществляется путем выделения определенных подструктур, которые, в свою очередь, можно рассматривать в качестве *макроскопических* элементов, связанных между собой более простым и понятным образом. Элементы более низкого уровня могут рассматриваться как *микроскопические*. Тогда система при ее проектировании конфигурируется с использованием, так называемых, *паттернов* (англ. *pattern* – образец, пример, принцип; *не путать* с методикой ПАТТЕРН!). Паттерн можно рассматривать как некое удачное типовое решение проблемы или как систематически повторяющийся фрагмент или последовательность элементов системы (широко применяется при создании программного обеспечения). В общем случае *паттерн-проектирование* представляет собой формализованное описание часто встречающейся задачи проектирования. Важнейшим на начальном этапе при работе с паттернами является адекватное моделирование рассматриваемой предметной области. Низшим уровнем представления системы является описание ее в терминах классов (со своими атрибутами и операциями) и соответствующих им объектов, выступающих в качестве микроскопических элементов, и отношений между ними, играющих роль связей. Примером макроскопического элемента следующего уровня является системная архитектура, представляющая собой базовую подструктуру рассматриваемой системы. Высшим уровнем является интеграция отдельных систем, которые рассматриваются в качестве макроскопических элементов. Описание системы в терминах классов является низшим уровнем ее представления. При моделировании системы на уровне классов проводится дополнительная типологизация: описывается структура системы в терминах микроскопических элементов и указывается, насколько система соответствует требуемому значению функционала.

Модель системы, построенная в терминах паттернов проектирования, является структурированным выделением *значимых* при решении

поставленной задачи элементов и связей. Правильно сформулированный паттерн проектирования дает возможность *пользоваться* однажды удачно найденным решением *многократно*.

Рассмотрим возможность использования метода ПАТТЕРН при разработке композиционных материалов, исходя из представления их в виде *сложных систем* [1]. Многими авторами понятия «большая система» и «сложная система», несмотря на различия между ними, используются как синонимы.

Понятие «большая система» широко использовалось в период становления системных исследований (особенно после появления книги [2] для того, чтобы подчеркнуть принципиальные особенности объектов и проблем, требующих применения системного подхода). Понятие «большая система» связывается с величиной системы, количеством элементов (даже относительно однородных), или в качестве признаков большой системы рассматриваются наличие:

- иерархической структуры (сужается класс, отображающий систему, структур);
- больших потоков информации;
- большого числа алгоритмов ее переработки.

Одним из признаков рассматривается и эргатичность (взаимодействие технологических и человеческих факторов; трудноформализуемая). Ее другая особенность заключается в невозможности значительного уменьшения числа показателей без утраты качественной определенности системы (*без изменения ее свойств*). Иногда большой системой рассматривают ту, которую невозможно исследовать иначе, как по подсистемам.

Сложная система определяется как составной объект, части которого также можно рассматривать как системы, закономерно объединенные в соответствии с определенными принципами в единое целое или связанные между собой заданными отношениями. Ее можно (*не обязательно единственным образом*) расчленить на конечное число частей (подсистем). Каждую подсистему (высшего уровня) можно в свою очередь расчленить на конечное число более мелких подсистем и т. д., вплоть до получения подсистем первого уровня (элементов); объективно не подлежат расчленению на части, либо относительно их дальнейшей неделимости имеется соответствующая договоренность. Свойства каждого из элементов в общем случае зависят от условий, определяемых поведением других элементов. Свойства сложной системы определяются не только свойствами элементов, но и характером взаимодействия между ними.

Сложность системы проявляется в нелинейности, значительном числе степеней свободы, наличии «памяти» и других свойств, приводящих к слабой предсказуемости поведения системы. Две системы с попарно одинаковыми элементами, но с различными взаимодействиями между ними, должны рассматриваться как две разные системы.

Основное различие между большой и сложной системами заключается в характере их моделирования: большая система может быть описана на одном языке, с помощью единого метода моделирования, хотя и по частям, по подсистемам; модели же подсистем сложных систем разрабатываются и изучаются в рамках различных дисциплин (системный подход требует междисциплинарных исследований). В частности, формирование основных физико-механических характеристик композиционных материалов может изучаться на основе методов ретроспективной идентификации динамических систем [3]. Определение условий флокуляции в дисперсной системе возможно на основе ее представления как системы частиц, движущихся под действием сил гравитационного и парного взаимодействий, взаимодействия с границами и дисперсионной средой [4]. Эффективный подбор вида и количества модифицирующей добавки, например, для получения серого связующего с высокими показателями прочности и стойкости радиационно-защитного композита в различных агрессивных средах [5], возможно на основе изучения влияния модификатора на свойства серы. И так далее

Польза системного подхода зависит от того, насколько успешно выделен системообразующий фактор и насколько полно установлено его значение для формирования системы. Полезными будут лишь те математические выкладки, которые сформулированы с учетом важных системообразующих факторов.

Таким образом, систему следует рассматривать, как комплекс избирательно вовлеченных компонентов, у которых взаимодействие и взаимоотношения принимают характер взаимодействия компонентов на получение полезного результата. Системный подход позволяет разобраться в связях между отдельными фактами и на более высоком уровне осуществлять исследование. Теоретическое значение системного подхода состоит в определении общих закономерностей, изоморфных для различных классов (или явлений). Наиболее важным критерием изоморфности, естественно, является изоморфность системообразующего фактора.

Рассмотрим далее модификацию методики ПАТТЕРН, как одну из возможных методологий

конструирования систем. В ее основе – общая формулировка технического задания на проектирование (рис.1). Наблюдаемое в настоящее время усложнение решаемых задач приводит к увеличению сложности и стоимости проектирования; возрастают трудоемкость изготовления и время полного цикла создания. В частности, композиционные материалы нового поколения существенно отличаются от уже известных, традиционных, даже от их предшественников десяти-, двадцатилетней давности. Хотя цель проектирования остается прежней, но меняется подход и методология проектирования: разработка (синтез) проекта осуществляется методом моделирования (разработка частных моделей для описания отдельных свойств системы). Предполагается, множество взаимосвязанных моделей будет с необходимой точностью описывать систему, отражая всю совокупность ее свойств.



Рисунок 1. Синтез сложной системы

Сначала методом экспертных оценок осуществляется качественный анализ системы. По его результатам строится когнитивная карта (структурная схема причинно-следственных связей; в математике – знаковый взвешенный ориентированный граф (орграф)). На карте элементы системы A и B изображаются как вершины графа и соединяются ориентированной дугой: если A – причина, а B – следствие, и увеличение A ведет к увеличению (усилению) B , то связь $A \rightarrow B$ считается положительной, если увеличение A при прочих равных условиях приводит к уменьшению (ослаблению) B , то связь $A \rightarrow B$ будет отрицательной. При необходимости на каждой дуге указывается вес, характеризующий степень влияния; либо вводятся лингвистические переменные («сильно», «умеренно», «слабо» и т.п.), либо используется числовая

шкала с введением соответствующей метрики (качественным значениям переменных присваиваются числовые значения при выбранной шкале). На схеме знак «+/-» указывает на экстремальный характер зависимостей эксплуатационных свойств от рецептурных факторов. Оценка

влияния рецептурных факторов может проводиться и по комплексным факторам (состоящим из элементарных). Так, на рис. 2 приводится знаковый ориентированный граф для радиационно-защитного бетона.

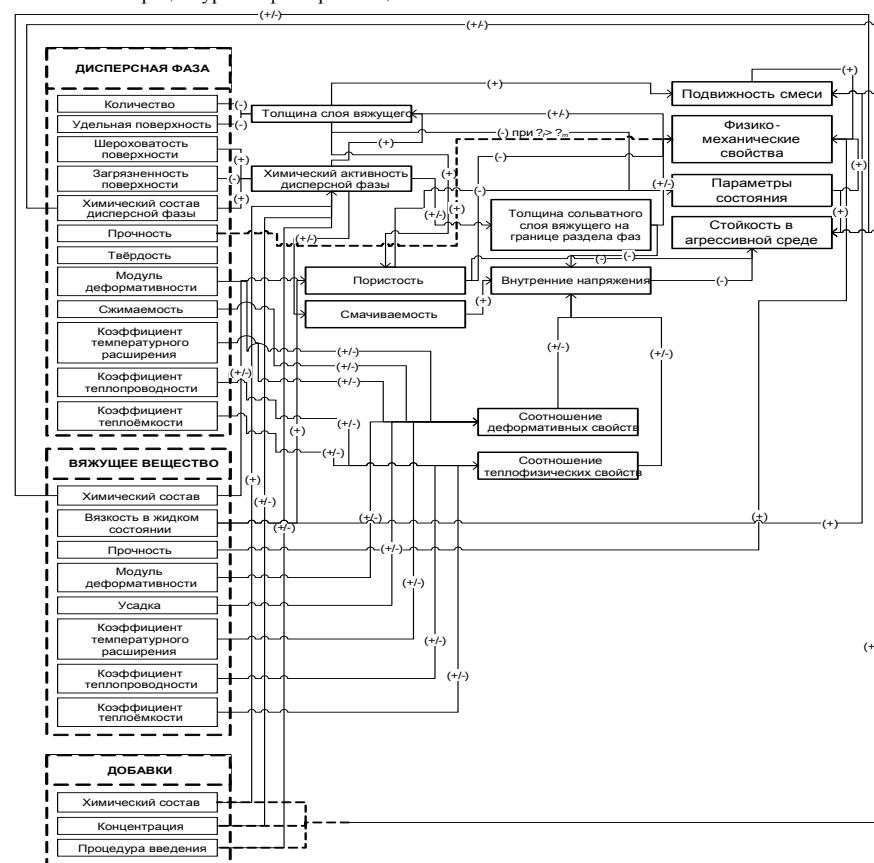


Рисунок 2. Знаковый ориентированный граф для радиационно-защитного бетона

Несомненна определяющая роль результатов когнитивного моделирования для составления иерархических структур критериев качества (рис. 3) и собственно композиционного материала, которые служат основой всего комплекса разработок.

В общем случае в иерархической структуре критериев качества на верхнем (первом) уровне находятся следующие основные критерии: полезность системы (выходные характеристики материала, важность, актуальность, перспективность, область применения (критерии второго

уровня)); качество функционирования (помехозащищенность, точность, надежность, чувствительность, качество управления); организация системы (совершенство структуры, сложность и т.д.); эволюционная эффективность (осуществимость, ресурсы, возможности модификаций и др. характеристики развития); экономическая эффективность. Декомпозиция системы в рамках этой иерархии продолжается до получения на нижнем уровне элементов, принадлежащих разработанному типу, или формулируются технические задачи по созданию необходимых эле-

ментов. При применении каждого критерия в отдельных задачах, возникающих на рассматриваемом этапе разработки материала, естественно, предусматриваются количественные показатели, единицы и способы измерения (расчетные, экспериментальные или экспертные оценки).

Альтернативой им являются лишь бездоказательные суждения о качестве системы. Зависимости между критериями определяются методами факторного анализа и математической статистики.

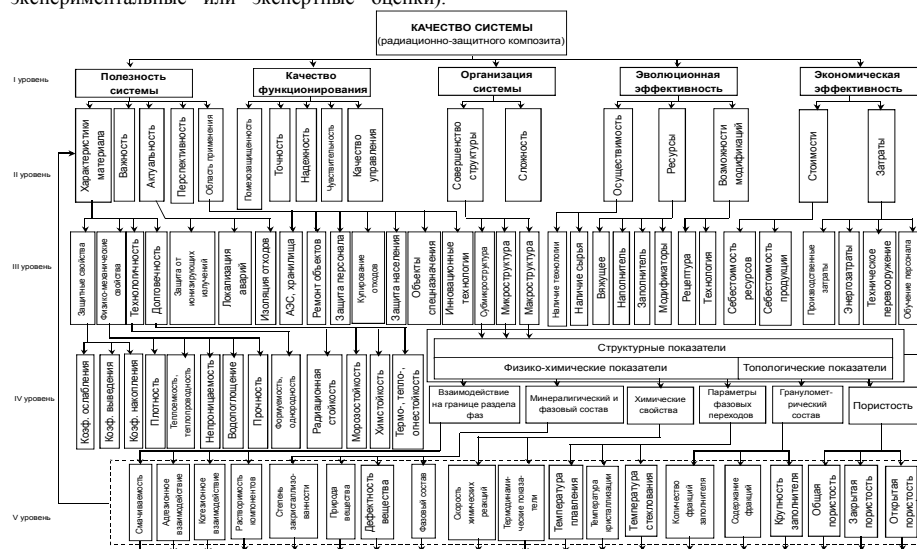


Рисунок 3. Иерархическая структура критериев качества радиационно-защитного композита

Таким образом, становится возможным с использованием результатов когнитивного моделирования и принципа моделируемости представить сложную систему как конечное множество моделей, отражающих определенную грань сущности системы. Каждое из свойств исследуется на одной или нескольких упрощенных (узуориентированных) моделях. Нарращивание множества упрощенных моделей позволяет выявить новые свойства часто и без построения обобщающей модели. Сложная система определяется как взаимодействие упрощенных моделей. Модель всегда проще самой системы, так как она ориентируется на определенную группу ее свойств. Создание полной модели практически невозможно, ибо она будет столь же сложной, как сама система.

Качество сложной системы как целого в общем случае определяется векторным критерием, а приближенно, исходя из принципа целенаправленности – некоторым обобщенным функционалом. Качество подсистем определяется частными критериями, которые не должны противоречить критерию качества всей системы (соблюдение организмического принципа [6]). Их балльная оценка может производиться на

основе областей равных оценок, построенных по разработанным функционалам качества, характеризующим каждое из свойств системы.

Отдельные вопросы создания специальных методов идентификации и обработки экспериментальных данных, а также разработка функционалов качества рассматривались в [1, 3, 7]. В силу некорректности обратных задач неизвестные параметры определялись на основе сравнения значений функциональных и структурных характеристик сложных систем, устанавливаемых экспериментально и в результате моделирования. Результаты использовались для определения поправок к первоначальным значениям параметров для обеспечения достаточной точности оценки неизвестных параметров методом последовательных приближений.

Таким образом, проектирование сложной системы фактически сводится к построению ее обобщающей модели: реализация проекта системы осуществляется с учетом частных, взаимосвязанных, взаимообусловленных моделей. Проект представляет собой ряд зависимостей между целями проектирования, возможными целями их достижения, окружающей средой и ресурсами. Его можно рассматривать и как

сложную модель, отражающую все интересующие свойства будущей реальной системы.

Выбор некоторого проектного решения из возможных альтернативных вариантов (средство достижения целей проектирования) осуществляется на основе некоторого показателя (критерия выбора), обобщенно характеризующего степень достижения поставленной цели тем или иным вариантом проекта. На этом этапе система рассматривается как совокупность взаимосвязанных, управляемых подсистем, объединенных общей целью функционирования для решения заданной проблемы в некотором диапазоне условий. При выборе рационального варианта и оптимизации его параметров желательно учесть показатель «эффективность-стоимость» (соотношение между эффективностью решения поставленной задачи и суммарными затратами на решение: обеспечение максимальной эффективности при заданных затратах или обеспечение минимальной стоимости при заданном уровне эффективности). При решении некоторых специальных задач, в том числе в интересах обороны страны, этот показатель иногда по существу и не учитывается.

При проектировании системы с длительным периодом эксплуатации следует учитывать не только сегодняшнее состояние среды, но и прогнозируемые изменения (долговечность): на систему влияют любые изменения внешней среды, а свойства внешней среды изменяются в результате работы системы.

Наконец, так как изменения параметров любого из компонентов сложной системы вызывают изменение работы всей системы и ее выходных параметров, то необходимо предусмотреть и возможные отказы (нарушение работоспособности) подсистем; обеспечить передачу функций одной подсистемы другой (в настоящее время широко используется при строительстве высотных зданий, стадионов и т.д.). Для этого можно предусмотреть резервирование подсистем (простейший случай - дублирование).

Естественно, отсутствие абсолютной уверенности в прогнозировании функционирования проектируемой системы приводит к необходимости предусмотреть возможность ее различных модификаций.

Выводы

1. Предложена модификация метода ПАТТЕРН для конструирования с системных пози-

ций (проектирование части целого как элемента целого; критерий оценки - обобщенный показатель, обеспечивающий в принятом смысле оптимальность всей системы) сложных систем (проектирование зданий и сооружений, разработка строительных материалов и др.).

2. Эффективность использования различных модификаций подтвердилась при разработке ряда композиционных материалов [1, 3, 7].

**Работа выполнена по заказу Минобрнауки РФ на 2011-2013 гг. (тема: «Физико-химические основы синтеза тонкодисперсных наполнителей на основе гидросиликатов для композиционных материалов. Разработка составов, технологий»)*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Гарькина, И.А.* Строительные материалы как системы [Текст] / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев // Строительные материалы. – 2006. – № 7. – С. 55-58
2. *Гуд, Г.Х.* Системотехника: Введение в проектирование больших систем [Текст] / Г.Х. Гуд, Р.З. Макол. – М.: Советское радио, 1962. – 383 с.
3. *Гарькина, И.А.* Управление качеством материалов со специальными свойствами [Текст] / И.А. Гарькина, А.М. Данилов // Проблемы управления. – 2008. – № 6. – С. 67-74.
4. *Гарькина, И.А.* Флокуляция в дисперсных системах [Текст] / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, В.А. Смирнов // Системы управления и информационные технологии. – 2008. – № 2.3(32). – С. 344-347.
5. *Гарькина, И.А.* Модификаторы для серых композитов специального назначения [Текст] / И.А. Гарькина // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2008. – № 5. Т.51 – С.70-75.
6. *Таран, В.А.* Эргатические системы управления: Оценка качества эргатических процессов [Текст] / В.А. Таран. – М.: Машиностроение, 1976. – 186 с.
7. *Гарькина, И.А.* Когнитивное моделирование при синтезе композиционных материалов как сложных систем [Текст] / И.А. Гарькина, А.М. Данилов, Е.В. Королев // Известия вузов. Строительство. – 2009. – №3/4. – С.30-37.

Алфимова Н. И., канд. техн. наук, доц.,
Вишневская Я. Ю., аспирант,
Трунов П. В., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЛИЯНИЕ СЫРЬЯ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И РЕЖИМОВ ТВЕРДЕНИЯ НА АКТИВНОСТЬ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ

alfimovan@mail.ru

В статье рассмотрена возможность повышения эффективности производства изделий на основе композиционных вяжущих, изготовленных с использованием сырья вулканического происхождения, за счет оптимизации режимов тепловлажностной обработки.

Ключевые слова: композиционные вяжущие, техногенное сырье, сырье вулканического происхождения, тепловлажностная обработка.

В настоящее время наиболее распространенным способом ускорения твердения бетона, позволяющим получать в короткий срок изделия с отпускной прочностью, при которой их можно транспортировать на строительную площадку и монтировать в зданиях и сооружениях, является тепловая обработка. В заводских условиях она осуществляется путем пропаривания изделий в камерах и автоклавах, обогрева в формующих агрегатах или на стендах. При изготовлении монолитных конструкций – путем электропрогрева, пропаривания и обогрева теплым воздухом.

Гидротермальная обработка является завершающей технологической операцией, ее цель – ускорение твердения бетона и получение необходимых свойств. Среди многочисленных факторов, определяющих основные свойства композита, большое значение имеют физико-химические и структурообразующие процессы. Изменение пористой структуры дисперсных тел, форм и видов связи поглощенной ими влаги находится в непосредственной зависимости от кинетики и динамики тепломассообменных процессов, протекающих при тепловой обработке коллоидных капиллярно-пористых тел. В процессе термообработки влажных материалов изменяются их технологические свойства. Во всех случаях оптимальный режим термообработки должен определяться свойствами сырьевых материалов, особенностями их поведения, а так же закономерностями процессов структурообразования изделий на их основе в условиях повышенной влажности и температуры.

Основным недостатком гидротермальных условий твердения является снижение прочности конечного изделия, обусловленного возникновением внутренних напряжений, вследствие неравномерности протекания усадочных деформаций по объему прогреваемого бетона, расширение паровоздушной фазы, перераспределение

влаги (разрыхляющих структуру материала), различие коэффициентов линейного температурного расширения компонентов бетона (в т. ч. мономинералов цементного клинкера и гидратных новообразований) и др., хотя они, бесспорно, имеют большое значение [1]. Дело в том, что для обеспечения необходимых прочностных свойств системы должно быть строгое соответствие «скоростей образования новой фазы и образования структуры твердения» (прочностных конденсационных контактов цементных зерен). При отсутствии такого соответствия «структура твердения будет иметь пониженную прочность или вообще не образуется».

Многочисленными исследованиями установлено, что тепловлажностная обработка поразному влияет на интенсивность твердения и конечную прочность различных цементов. Так, например, было выявлено, что пропаривание является эффективным способом ускорения твердения для шлакопортландцементов и пуццолановых портландцементов и не может быть рекомендовано для глиноземистых цементов.

В последнее время все большее распространение получают композиционные вяжущие (ВНВ и ТМЦ), поскольку благодаря их использованию возможно сократить расход портландцемента, и тем самым снизить пагубное влияние на окружающую среду заводов при производстве клинкера [2].

В настоящее время уже есть достаточно большое количество разработанных и апробированных в заводских условиях оригинальных в экономическом и экологическом аспектах КВ, где в качестве минерального компонента применяется широкий спектр как природного так и техногенного сырья [3].

Нами были проведены исследования влияния различных режимов твердения на активность ВНВ, изготовленного с использованием

песка и двух видов пеплов вулканического происхождения.

Сырье, использованное нами в качестве компонента композиционного вяжущего, представляет собой сформировавшиеся в результате вулканической деятельности пирокластическое вещество различной дисперсности (рис. 1) и степени закристаллизованности. Пепел кристаллический (№ 2), является крупной фракцией пирокластических выбросов, которая осаждалась в непосредственной близости от вулканического очага, характеризовалась медленной скоростью охлаждения. Вследствие чего, образовавшиеся пирокластические накопления современного проявления вулканической деятельности представляют собой полнокристаллический материал (рис. 2, в). При этом, пепел аэродисперсный (№1) – это мелкая фракция эффузивного пирокластического материала, являясь относительно седиментационно-устойчивой аэродисперсной системой, частично аморфизовывалась (рис. 2, а), из-за быстрого охлаждения в верхних слоях атмосферы, осаждалась на значительном удалении от очага извержения.

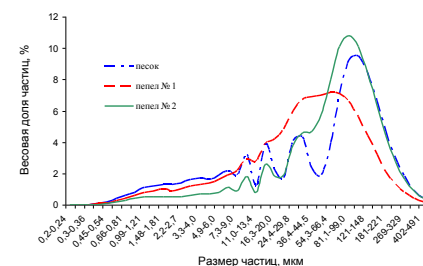


Рисунок 1. Распределение частиц пирокластических пород по размерам

Пирокластический песок представляет собой частично литифицированные (рис. 2, б) песчаные накопления аэродисперсного пепла четвертичного возраста (песок литокластический). Данное вещество сформировано в результате более древних эффузивных процессов.

Исходя из генетических особенностей был дан прогноз по эффективности использования данных пород при производстве строительных материалов на основе цемента. Наиболее эффективным был признан пепел №1. Наименее эффективным – пепел № 2, песок занимает промежуточную позицию.

Данный прогноз подтверждается результатами по определению коэффициента качества исследуемых пород как компонента композиционного вяжущего (табл. 1).

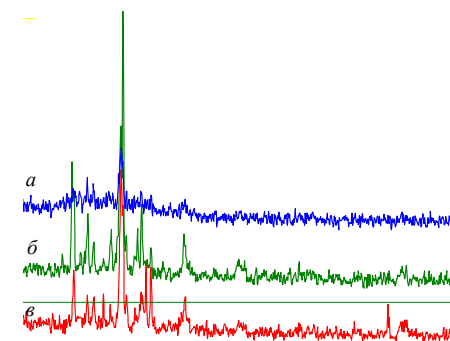


Рисунок 2. Рентгенофазовый анализ пород вулканического происхождения:
а – пепел №1; б – песок; в – пепел №2

Таблица 1

Показатели качества исследуемых пород как компонента композиционного вяжущего

№ п.п.	Наименование минерального компонента ТМЦ-50	К _к
1	Пепел № 1	1,29
2	Песок вулканического происхождения	1,25
3	Пепел № 2	1,15
4	Вольский песок	1

В качестве объектов исследования выступали композиционные вяжущие, имеющие наилучшие показатели активности: с содержанием минерального компонента 30 % от массы КВ и суперпластификатора Melflux 1641 F – 0,25 % от массы вяжущего (табл. 2).

Таблица 2

Показатели активности ВНВ-70

№ п.п.	Наименование минерального компонента ВНВ-70	R, МПа
1	Пепел № 1	63
2	Песок вулканического происхождения	59
3	Пепел № 2	57

Режим, по которому разработанные вяжущие проходили гидротермальную обработку был выбран в соответствии с наиболее распространенным на заводах по производству железобетонных изделий 2+3+6+2 при температуре изотермической выдержки 65 °С и 85 °С. Так же нами были исследованы образцы, прошедшие гидротермальную обработку при повышенном давлении 10 атм. В качестве контрольных выступали показатели активности вяжущих, твердеющих в нормальных условиях, ЦЕМ I 42,5 Н и ВНВ-70 с использованием природного песка.

Анализ полученных результатов (рис. 2) показал, что для ВНВ-70, изготовленного с использованием пепла №1 наиболее приемлемым режимом твердения является ТВО при температуре изотермической выдержки 65 °С. Для КВ с использованием пепла №2 – ТВО при температуре изотермической выдержки 85 °С. В то время как композиционное вяжущее с использованием вулканического пепла №2 и природного песка, является наилучшим с позиции автоклавной обработки. Это обусловлено тем, что в пепле №2 и природном песке больше кристаллической составляющей, в гидротермальных услови-

ях при повышенном давлении происходит увеличение ее растворимости, что в свою очередь приводит к более интенсивному взаимодействию с портландитом (рис. 3, б, в), выделяющимся в процессе гидратации клинкерных минералов и как следствие повышению активности. И в тоже время, частичная аморфизация вулканического песка и пепла №1 обеспечивает наилучшее структурообразование при более мягких режимах гидротермальной обработки, а увеличение аморфной составляющей в последнем способствует снижению температуры изотермической выдержки.

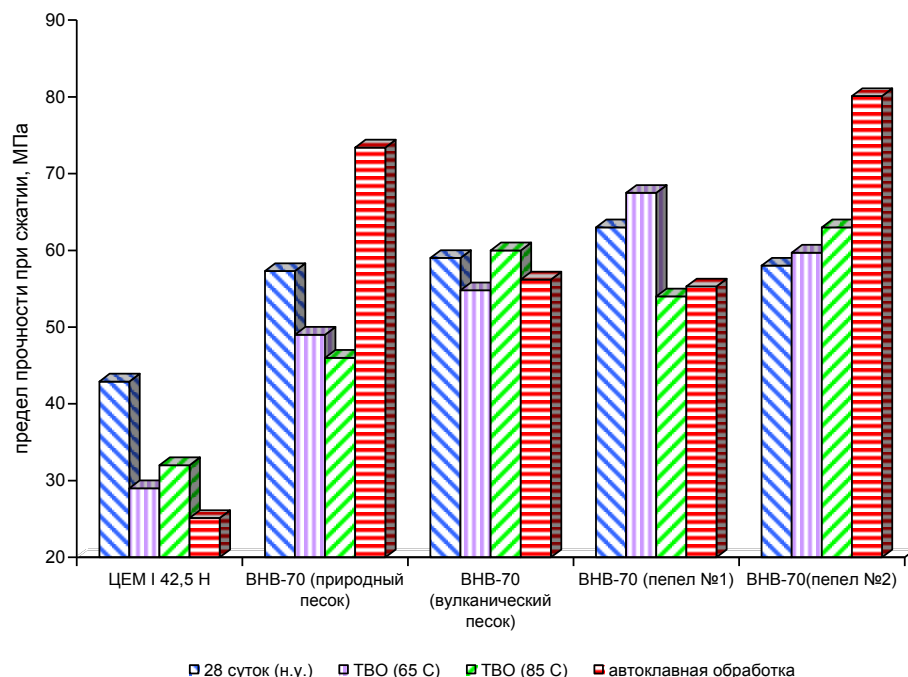


Рисунок 2. Предел прочности при сжатии в зависимости от условий твердения и вида минерального наполнителя композиционного вяжущего

Стоит так же отметить, что согласно данным термического анализа наибольшее связывание портландита для всех вяжущих происходит в гидротермальных условиях при повышенном давлении, о чем свидетельствует уменьшение площади эндотермического пика на деривотограммах в интервале температур 470–510 °С (рис. 3). Однако для КВ, изготовленных с использованием пепла №1 и вулканического песка, как уже отмечалось ранее, данный режим не

является оптимальным, что объясняется перекристаллизацией новообразований и как следствие снижением активности композиционных вяжущих.

Таким образом, была показана эффективность использования композиционных вяжущих, изготовленных с использованием сырья вулканического происхождения, имеющего различную генетическую историю, а так же подобраны оптимальные режимы их твердения.

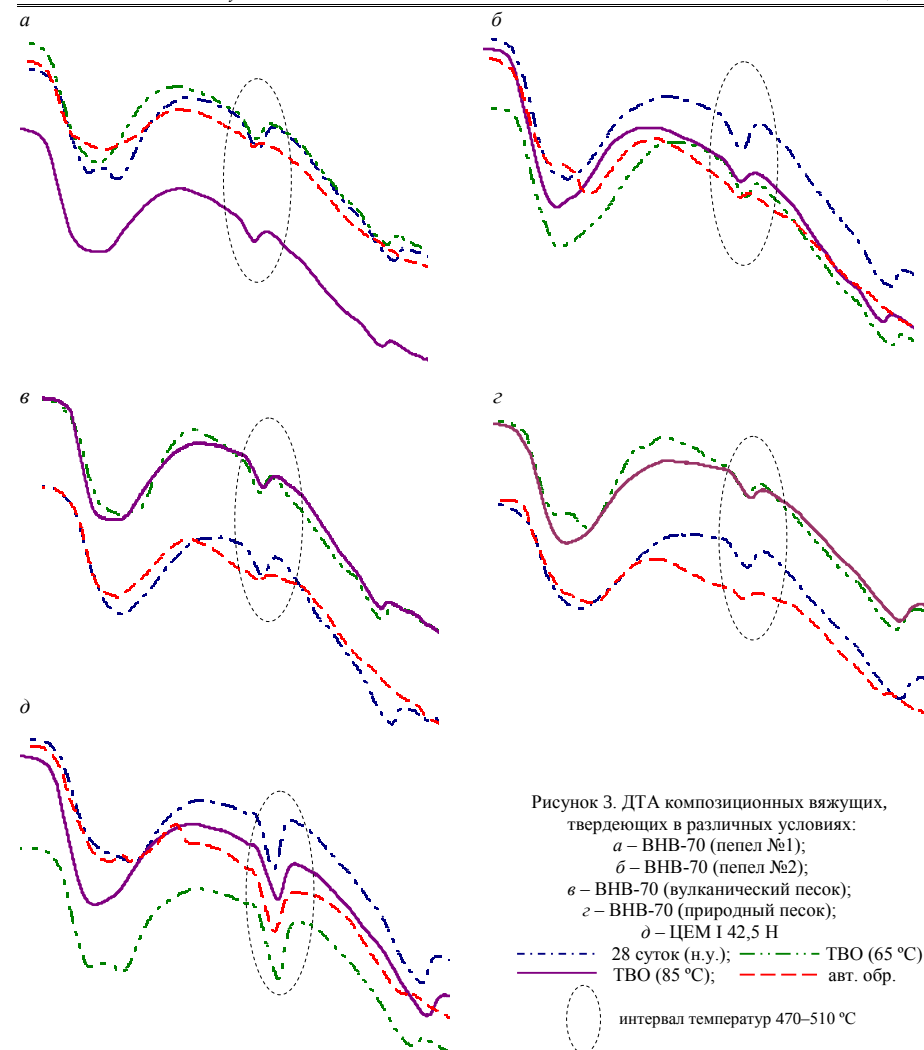


Рисунок 3. ДТА композиционных вяжущих, твердеющих в различных условиях:
 а – ВНВ-70 (пепел №1);
 б – ВНВ-70 (пепел №2);
 в – ВНВ-70 (вулканический песок);
 г – ВНВ-70 (природный песок);
 д – ЦЕМ I 42,5 Н
 — 28 суток (н.у.); — ТВО (65 °С);
 — ТВО (85 °С); — авт. обр.
 ○ интервал температур 470–510 °С

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пшеничный, Г.Н. Стадийность твердения цементных систем и ее практический аспект / Г.Н. Пшеничный. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2009. – 353 с.
2. Вишневская, Я.Ю. Влияние температуры изотермической выдержки на свойства композиционных вяжущих / Я.Ю. Вишневская, Н.И. Алфимова, М.А. Попов // Наука и молодежь в начале нового столетия: сб. мат. конф. III Меж-

дунар. научн.-практич. конф. студент., аспирант. и молодых учен., Губкин 8–9 апр. 2010 г. / Губкинский филиал Белгород. гос. технолог. ун-та. – Губкин: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2010. – С. 40–42.

3. К проблеме повышения эффективности композиционных вяжущих / Н.И. Алфимова [и др.] // ИТЖ «Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова». №1. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. – С. 30–33.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Романович А. А., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕДУПЛОТНЕНИЯ АНИЗОТРОПНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРЕСС-ВАЛКОВОМ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ

malet31@yandex.ru

В статье представлены аналитические выражения для расчета валкового устройства для питания пресс-валкового агрегата, которое обеспечивают равномерное распределение слоя шихты по ширине рабочих органов ПВИ, эффективное предуплотнение и направленную подачу слоя материала в межвалковое пространство.

Ключевые слова: измельчение, пресс-валковый измельчитель, валки, предуплотнение, разрушение.

При разработке и совершенствовании конструкций пресс-валковых измельчителей (ПВИ), широко используемых для измельчения материалов с различными физико-механическими характеристиками, важное значение имеет изучение процесса направленного и равномерного питания рабочих органов ПВИ и предварительного уплотнения материалов. Существующий парк дробильно-помольного оборудования, в том числе и ПВИ, как у нас в стране, так и за рубежом не учитывает особенностей исходного сырья, а это имеет важное значение как для создания рациональных условий измельчения материала, так и для обеспечения эксплуатационной надежности агрегата.

Особая актуальность возникает в направленном и равномерном питании агрегатов используемых для разрушения материалов имеющих анизотропную структуру, так как создается возможность обеспечения направленного силового воздействия на измельчаемый материал в направлении его наименьшей прочности, что позволит значительно снизить энергозатраты на измельчение.

Многочисленные исследования учёных [1, 2] подтверждают прямую зависимость коэффициента анизотропии $K_{ан}$:

$$K_{ан} = \frac{\sigma_{\perp}}{\sigma_{\parallel}},$$

где $\sigma_{\perp}, \sigma_{\parallel}$ - соответственно, предел прочности

анизотропного материала в направлении, перпендикулярном слоистости минерала и предел прочности материала в направлении, параллельном слоистости минерала.

Анализ и комплексные научно-технические исследования процессов разрушения изотропных и анизотропных материалов в различных дробильно-помольных агрегатах [3–6] показывает, что при организации процесса крупного и мелкого дробления анизотропных материалов необходимо учитывать не только их специфические особенности, но и условия организации самого процесса измельчения:

- условия загрузки материалов лещадной формы и направленного их движения;
- направления приложения силовой нагрузки и др.;

Проведенный анализ условий истечения шихты и ее измельчение сжатием в пресс-валковых агрегатах свидетельствует о целесообразности использования питающего устройства валкового типа, которое обеспечивают равномерное распределение слоя шихты по ширине рабочих органов ПВИ, эффективное её предуплотнение и направленную подачу слоя материала в межвалковое пространство. Однако отсутствие научно обоснованной методики расчета усилия предуплотнения материалов в валковом устройстве препятствует его внедрению в производство.

Рассмотрим условия предуплотнения и равномерного распределения шихты в ПВИ с валковым устройством (рис. 1)

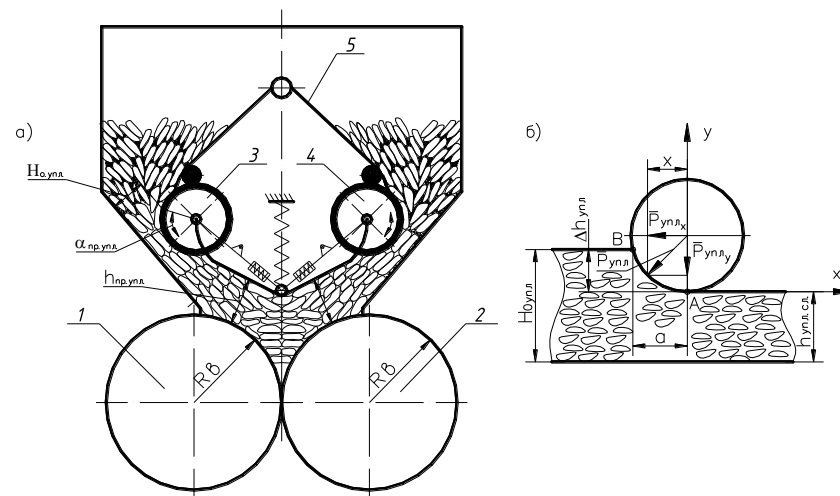


Рисунок 1. Схема к расчету усилия предуплотнения шихты.
1, 2 – валки ПВИ, 3 4 – валки предизмельчителя, 5 – направляющие пластины бункера.
а) расчетная схема процесса движения шихты
б) схема к расчету предуплотнителя.

Введем следующие обозначения:

где, $R_B, r_{в.п.}$ - соответственно, радиус валков ПВИ и предуплотнителя, м; b, B - ширина валка предуплотнителя и измельчителя, м; $H_{осл}$ - исходная толщина слоя шихты, м; $H_{0улл}$ - исходная толщина уплотняемого слоя шихты, м; $h_{улл.сл.}$ - толщина уплотненного слоя шихты, м; $\alpha_{пр.улл.}$ - угол предварительного уплотнения слоя шихты, град; $\bar{P}_{улл.}$ - давление уплотнения со стороны валка предуплотнителя, Н/м²; $P_{сдв.}$ - сопротивление сдвигу деформированию слоя шихты, Н·с/м²; $\Delta h_{улл.}$ - величина уплотнения слоя шихты, м; a - расстояние от центра валка предуплотнителя до крайней точки уплотняемого слоя (начала уплотнения), м; $v_B, v_{в.у.}$ - соответственно, окружная скорость валка ПВИ и предуплотнителя, м/с;

При исследовании условий деформации и движения уплотняемой шихты использовались классические положения механики зернистых сред, а именно предварительное уплотнение шихты характеризуется скоростью деформации частиц [7, 8]:

$$v_{деф.х} = \frac{1}{P_{сдв.}} \cdot \frac{\partial P_{улл.}}{\partial x} \cdot \frac{1}{2} \cdot y^2 + C_1 \cdot y + C_2, \quad (1)$$

где $P_{сдв.}$ - величина сопротивления сдвигу деформированию слоя анизотропных тел может быть определена по формуле:

$$P_{сдв.} = k_{пр} \cdot \frac{\bar{P}_{прео} \cdot t}{47\sqrt{v}},$$

где $k_{пр}$ - коэффициент пропорциональности, для хрупких тел $k_{пр} = 0,1 \div 0,15$; $\bar{P}_{прео}$ - предельное давление, при котором происходит разрушение слоя деформируемых тел, Н/м²; t - время деформирования слоя, с; v - поправка энергетического критерия Губера-Мизеса-Генки, характеризующая отношение предела прочности хрупкого тела при растяжении $\sigma_{раст}$ к пределу прочности при сжатии $\sigma_{сж.}$. Для анизотропных хрупких тел $v \ll 1$, так как $\sigma_{раст} = 10^{-2} E$, где E - модуль упругости деформируемого тела.

Для решения интересующего нас случая в (1) необходимо положить: $C_2 = 0$;

$$C_1 = \frac{\omega}{H_{0\text{упл.}}} \cdot (H_{0\text{упл.}} - h_{\text{упл.сл.}}) - \frac{1}{P_{\text{сдв.}}} \frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} \cdot \frac{H_{0\text{упл.сл.}}}{2}, \quad (2)$$

где ω - угловая скорость вала предуплотнителя; (рад/с), тогда

$$v_{\text{деф.}x} = \frac{1}{2P_{\text{сдв.}}} \cdot \frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} \cdot y^2 + \omega \cdot \left(1 - \frac{h_{\text{упл.сл.}}}{H_{0\text{упл.}}}\right) \cdot y - \frac{h_{\text{упл.сл.}}}{2P_{\text{сдв.}}} \cdot \frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} \cdot y$$

После преобразования получаем:

$$v_{\text{деф.}x} = \frac{1}{2P_{\text{сдв.}}} \cdot \frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} \cdot (y^2 - H_{0\text{упл.}} \cdot y) + \omega \cdot y \left(1 - \frac{h_{\text{упл.сл.}}}{H_{0\text{упл.}}}\right), \quad (4)$$

Для определения второй составляющей скорости частиц при их уплотнении используем известное уравнение непрерывности

$$\frac{\partial v_{\text{деф.}x}}{\partial x} + \frac{\partial v_{\text{деф.}y}}{\partial y} = 0. \quad (5)$$

Продифференцируем соотношение (4) по x :

$$\frac{\partial v_{\text{деф.}x}}{\partial x} = \frac{1}{2P_{\text{сдв.}}} \left[\frac{\partial^2 \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x^2} \cdot (y^2 - H_{0\text{упл.}} \cdot y) + \frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} \left(-y \frac{dH_{0\text{упл.}}}{dx} \right) \right] + \omega \cdot y \left(\frac{h_{\text{упл.сл.}}}{H_{0\text{упл.}}} \cdot \frac{dH_{0\text{упл.}}}{dx} \right)$$

Согласно расчетной схеме, представленной на рис. 1 б, находим, что

$$H_{0\text{упл.}} = h_{\text{упл.сл.}} + \Delta h_y,$$

$$\Delta h_y = r_{\text{в.л.}} - y = r_{\text{в.л.}} - \sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}$$

$$\text{Тогда } \frac{dH_{0\text{упл.}}}{dx} = \frac{x}{\sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}} \quad (7)$$

Подставляя (6) с учетом (7) в выражение (5) получим соотношение:

$$\frac{1}{2P_{\text{сдв.}}} \left[\frac{\partial^2 \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x^2} \cdot (y^2 - H_{0\text{упл.}} \cdot y) - \frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} y \frac{x}{\sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}} \right] + \omega \cdot y \frac{h_{\text{упл.сл.}}}{H_{0\text{упл.}}} \frac{x}{\sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}} + \frac{\partial v_{\text{деф.}y}}{\partial y} = 0, \quad (8)$$

откуда после преобразований и интегрирования по переменной « y » получим:

$$v_{\text{деф.}y} = \frac{-1}{2P_{\text{сдв.}}} \left[\frac{\partial^2 \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x^2} \cdot \left(\frac{y^3}{3} - H_{0\text{упл.}} \cdot \frac{y^2}{2} \right) - \frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} \frac{y^2}{2} \frac{x}{\sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}} \right] - \frac{\omega \cdot y^2}{2} \frac{h_{\text{упл.сл.}}}{H_{0\text{упл.}}} \frac{x}{\sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}} + C, \quad (9)$$

Решая уравнение (9) с учетом условий при $y = 0$; $v_{\text{деф.}y} = 0$; $C = 0$, при $y = H_{0\text{упл.}}$;

$$v_{\text{деф.}y} = -\omega x.$$

получим:

$$\omega x = \frac{1}{2P_{\text{сдв.}}} \left[\frac{\partial^2 \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x^2} \cdot \left(\frac{H_{0\text{упл.}}^3}{3} - \frac{H_{0\text{упл.}}^3}{2} \right) - \frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} \frac{H_{0\text{упл.}}^2}{2} \frac{x}{\sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}} \right] + \frac{\omega \cdot H_{0\text{упл.}}^2}{2} \frac{h_{\text{упл.сл.}}}{H_{0\text{упл.}}} \frac{x}{\sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}}, \quad (10)$$

После соответствующих преобразований и полагая что $\frac{\partial \bar{P}_{\text{упл.}}}{\partial x} = \alpha_{\text{нр.упл.}}$ получим неоднородное дифференциальное уравнение от относительно неизвестной функции $\alpha_{\text{нр.упл.}}$

$$\frac{\partial \alpha_{\text{нр.упл.}}}{\partial x} + \frac{3x \cdot \alpha_{\text{нр.упл.}}}{H_{0\text{упл.}} \sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}} = \frac{12P_{\text{сдв.}} \omega}{H_{0\text{упл.}}^3} \left(\frac{h_{\text{упл.сл.}}}{2} \frac{x}{\sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2}} - x \right), \quad (11)$$

Решение данного неоднородного дифференциального уравнения ищем методом вариации произвольной постоянной выражение (11) примет вид:

$$\alpha_{\text{нр.упл.}}(x) = \frac{d\bar{P}_{\text{упл.}}}{dx} = \frac{6P_{\text{сдв.}} \omega}{H_{0\text{упл.}}^3} [a^2 - x^2] \quad (12)$$

Рассмотрим соотношение:

$$r_{\text{в.л.}} - \sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2} = r_{\text{в.л.}} - r_{\text{в.л.}} \cdot \left(1 - \frac{x^2}{r_{\text{в.л.}}^2}\right)^{1/2} \quad (13)$$

Считая величину $\frac{x}{r_{\text{в.л.}}} \ll 1$ соотношение

(13) принимает вид:

$$r_{\text{в.л.}} - \sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2} \approx r_{\text{в.л.}} - r_{\text{в.л.}} + \frac{r_{\text{в.л.}}}{2} \cdot \frac{x^2}{r_{\text{в.л.}}^2} = \frac{x^2}{2r_{\text{в.л.}}} \quad (14)$$

Согласно (7) находим, что

$$H_{0\text{упл.}}^{-3} = \left(h_{\text{упл.сл.}} + r_{\text{в.л.}} - \sqrt{r_{\text{в.л.}}^2 - x^2} \right)^{-3} \approx \left(h_{\text{упл.сл.}} + \frac{x^2}{2r_{\text{в.л.}}} \right)^{-3} = h_{\text{упл.сл.}}^{-3} \left(1 + \frac{r_{\text{в.л.}}}{2h_{\text{упл.сл.}}} \cdot \frac{x^2}{r_{\text{в.л.}}^2} \right)^{-3}$$

$$h_{\text{упл.сл.}}^{-3} \left(1 - \frac{3}{2} \cdot \frac{r_{\text{в.л.}}}{h_{\text{упл.сл.}}} \cdot \frac{x^2}{r_{\text{в.л.}}^2} \right)$$

Тогда в рассматриваемом приближении

$$\frac{a^2 - x^2}{H_{0\text{упл.}}^3} = (a^2 - x^2) H_{0\text{упл.}}^{-3} \approx (a^2 - x^2) \times h_{\text{упл.сл.}}^{-3} \left(1 - \frac{3}{2} \frac{r_{\text{в.л.}}}{h_{\text{упл.сл.}}} \times \frac{x^2}{r_{\text{в.л.}}^2} \right) \\ = h_{\text{упл.сл.}}^{-3} \left(a^2 - x^2 - \frac{3}{2} a^2 \frac{r_{\text{в.л.}}}{h_{\text{упл.сл.}}} \cdot \frac{x^2}{r_{\text{в.л.}}^2} + \frac{3}{2} \frac{r_{\text{в.л.}}}{h_{\text{упл.сл.}}} \cdot \frac{x^4}{r_{\text{в.л.}}^2} \right)$$

Тогда интегрирование соотношения (12) в определенных пределах приводит к следующему выражению:

$$\int_0^{\bar{p}_{\text{упл.сл}}} d\bar{p}_{\text{упл.сл.}} = \frac{6p_{\text{сдв.}} \cdot \omega}{h_{\text{упл.сл.}}^3} \int_{-a}^x \left(a^2 - x^2 - \frac{3}{2} \frac{a^2}{h_{\text{упл.сл.}}} \cdot \frac{x^2}{r_{\text{в.л.}}^2} + \frac{3}{2} \frac{x^4}{h_{\text{упл.сл.}}} \cdot \frac{1}{r_{\text{в.л.}}^2} \right) dx$$

Вычисление интегралов позволяет получить следующий результат:

$$\bar{p}_{\text{упл.сл.}} = \frac{4p_{\text{сдв.}} \cdot \omega a^3}{h_{\text{упл.сл.}}^3} \left(\frac{3a^2}{10h_{\text{упл.сл.}} \cdot r_{\text{в.л.}}} - 1 \right) \quad (15)$$

По установленному значению максимального усилия предуплотнения $P_{\text{упл.сл.}}^{\text{max}}$ рассчитываем подшипниковые опоры вала предуплотнителя и демпфирующие устройства (пружины).

Таким образом, проведенные теоретические исследования позволили установить аналитическое выражение для расчета максимального усилия предуплотнения шихты со стороны уплотняющих валков. Ввиду возможных колебаний сопротивления со стороны уплотняемой шихты, уплотняющие валки целесообразно оснащать амортизационными устройствами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Исследование процесса измельчения анизотропных материалов в пресс-валковых агрегатах/ Гридчин А.М. [и др.]. // Известия ВУЗов. Строительство. – 2007. – № 9. – С. 71-78.
2. Лесовик, В.С. Об использовании в производстве строительных материалов кристаллических сланцев железорудных месторождений

КМА/ В.С.Лесовик, А.П. Кузнецова, Н.А. Соколов // Комплексное использование нерудных пород КМА в строительстве. – М.; Транспорт. – 1976. – С. 112–119.

3. Севостьянов, В.С. Расчёт и проектирование пресс-валковых измельчителей. – Белгород: Изд. БТИСМ, 1994. – 136 с.

4. Романович, А.А. Повышение эффективности работы оборудования для измельчения материалов / А.А. Романович // Строительные материалы. – 2005, №5, с.7-8.

5. Романович, А.А. Критический анализ помольных агрегатов и возможности их совершенствования / А.А. Романович, А.М. Шестаков // Известие ВУЗов. – 2000 – №10, – С.108–110.

6. Романович, А.А. Некоторые вопросы измельчения материалов в пресс-валковом измельчителе. Современные проблемы строительного машиностроения: Материалы седьмых академических чтений РААСН / Белгород. Гос. техн. акад. строит. мат. – Белгород, 2001. – Ч.2. С. 2-465.

7. Дерисевич, Г.А. Механика зернистой среды. // Проблемы механики. – Л.: 1961. – вып. 3. – 91 С.

8. Ландау, Е.М. Механика сплошных сред / Е.М. Ландау, Э.Л. Лившиц // Гостехиздат. – М. – 1954. – 795 с.

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 ВЕЛИЧИНЫ РАБОТЫ ЗАТРАЧИВАЕМОЙ НА РАЗРУШЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПРИ КАСКАДНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

v.s.bogdanov@mail.ru

В статье представлен расчет работы совершаемой при расширении зоны деформации материала. Получена математическая зависимость величины данной работы от свойств измельчаемого материала, от величины действующей силы на материал и размера вновь образованных частиц в результате разрушения зоны деформации.

Ключевые слова: сила, объем зоны деформации, работа, количество энергии, напряжение деформации.

Одним из важнейших факторов определяющих эффективность работы шаровой барабанной мельницы, является режим работы ее дробящей среды. В зависимости от скорости вращения барабана мельницы можно наблюдать три основных режима работы дробящей среды: каскадный, водопадный и смешанный. Каскадный режим работы дробящей среды применяют в основном при тонком измельчении материала, прошедшего уже предварительное измельчение. При малых скоростях вращения барабана мельницы шаровая загрузка поднимается в сторону вращения на угол 35–45°, и образуется наклонная поверхность, по которой поднимающиеся по круговым траекториям (вместе с барабаном)

шары скатываются вниз. При реализации каскадного режима работы мельницы разрушение материала происходит, в основном, истиранием и раздавливанием. Пусть на материал, помещенный между двумя шарами (рис. 1, а) радиусы, которых равны « r » подвергается воздействию сжимающей нагрузки, порождаемой силами F_n и F_{n+1} , соответственно со стороны « n » и « $n+1$ » слоя. Одновременно рассматриваемый объем материала подвергается воздействию пары сил T_n и T_{n+1} , порождаемые действием сил трения в результате движения шаров по траекториям « n » и « $n+1$ » слоя.

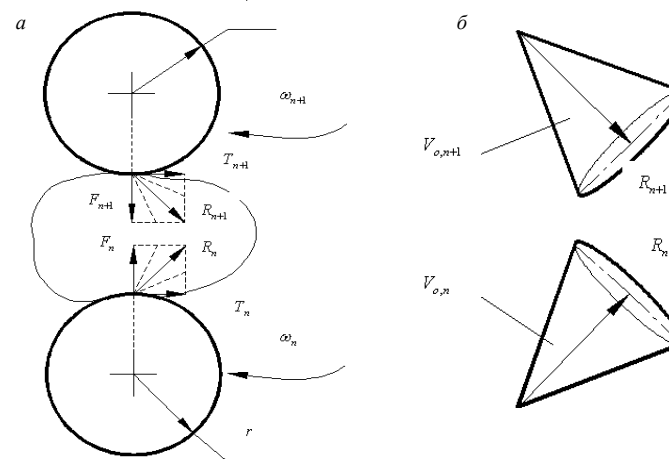


Рисунок 1. Схема разрушения материала истиранием при каскадном режиме движения загрузки: а – схема воздействия сжимающей нагрузки; б – схема зоны деформации материала

Следовательно, действие сил F_n и T_n в сумме дают результирующую силу R_n для «п» слоя и R_{n+1} для «п+1» слоя. Модули результирующих сил R_n и R_{n+1} соответственно будут равны:

$$R_n = \sqrt{F_n^2 + T_n^2}. \quad (1)$$

$$R_{n+1} = \sqrt{F_{n+1}^2 + T_{n+1}^2}. \quad (2)$$

Величины сил F_n и F_{n+1} представляют собой значения центробежных сил, которые возникают в результате вращения шаров по эллиптической траектории. На основании сказанного находим что:

$$F_n = M_{1-n} \cdot \omega_n^2 \cdot r_n, \quad (3)$$

где M_{1-n} - суммарная масса шаров и материала с первого по «п» слой включительно. В данном выражении отсчет слоев ведется от центра тяжести загрузки к периферии барабана мельницы.

Суммарная масса загрузки, находящаяся с первого по «п» слой будет в дискретном приближении определяться соотношением:

$$M_{1-n} = \sum_{i=1}^n M_i, \quad (4)$$

$$R_n = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \sqrt{1+f^2} \cdot r^3 \cdot \rho_w \cdot \omega_n^2 \cdot r_n \cdot \sum_{i=1}^n \kappa_i \cdot \left(1 + 0,0331 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_w} \cdot \left(1 - \frac{1}{\kappa_i}\right)\right). \quad (8)$$

Аналогично соотношение (2) можно привести к следующему виду:

$$R_{n+1} = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \sqrt{1+f^2} \cdot r^3 \cdot \rho_w \cdot \omega_{n+1}^2 \cdot r_n \cdot \sum_{i=1}^{n+1} \kappa_i \cdot \left(1 + 0,0331 \cdot \frac{\rho_m}{\rho_w} \cdot \left(1 - \frac{1}{\kappa_i}\right)\right). \quad (9)$$

Под действием пары результирующих сил (8) и (9) в материале образуются две зоны деформации объемами $V_{o,n}$ и $V_{o,n+1}$ (рис.1, б), поперечное расширение которых может превысить порог прочности материала, что приводит к отделению (сколу) части материала. Крупные и прочные материалы разрушаются постепенно (циклически) за несколько циклов воздействия. Разрушение материала раздавливанием и истиранием осуществляется путем передачи механической энергии движущейся шаровой загрузки материалу. Ввод энергии происходит с поверхности материала. Рассмотрим процесс ввода энергии в материал под действием сил (8) и (9). Пусть количество энергии, Q_i передаваемое ма-

териалу под действием силы R_i некоторого «i» - слоя шаровой загрузки задается следующим соотношением:

$$Q_i = R_i \cdot h_i, \quad (10)$$

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

В силу того, что мелющее 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 рас-

стояния 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 , то объем данного конуса будет равен:

$$V_{o,i} = \frac{\pi}{3} \cdot \rho_i^2 \cdot h_i, \quad (11)$$

где ρ_i - радиус основания конуса.

При расширении объема (11) на величину $dV_{o,i}$ на основании работы [3] будет совершаться работа:

$$A_i = P_i \cdot \gamma_i \cdot V_{o,i} \cdot Q_i - \frac{P_i^2 \cdot V_{o,i}}{2 \cdot E_0}, \quad (12)$$

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

$$\gamma_i = \frac{1}{V_{o,i}} \cdot \frac{\partial V_{o,i}}{\partial Q_i}. \quad (13)$$

Величина E_0 согласно [2] задается соотношением:

$$E_0 = \frac{E}{3 \cdot (1 - 2\mu)}, \quad (14)$$

где E - модуль Юнга материала.

μ - коэффициент Пуансона.

Первое слагаемое в (12) определяет работу зоны уплотнения объемом, данная величина работы затрачивается на «прорастание» трещин в объеме (11). Второе слагаемое в (12) определяет величину запасенной энергии упругой деформации в объеме (11) под действием напряжения P_i .

Вычислим величину относительной деформации:

$$d\varepsilon_i = \frac{dV_{o,i}}{V_{o,i}} = \left(1 - \frac{2}{\mu}\right) \cdot d\varepsilon_{hi}. \quad (15)$$

Рассмотрим процесс затухания силы R_i в массиве материала, исходя из соображения, что при углублении в материал на расстояние dh_i сила в массиве материала уменьшается на величину dR_i . Согласно сказанному имеем следующее уравнение:

$$-dR_i = \sigma_0 \cdot dS. \quad (16)$$

Знак минус в (16) устанавливает тот факт, что с увеличением расстояния от поверхности материала вглубь действие силы R_i уменьшается.

Интегрирование дифференциального уравнения (16) в определенных пределах приводит к результату:

$$-\int_{R_i}^0 dR_i = \sigma_0 \int_0^{\rho_i} \rho \cdot d\rho \int_0^{2\pi} d\chi. \quad (17)$$

В результате интегрирования соотношения (17) находим что:

$$\rho_i = \sqrt{\frac{R_i}{\pi \cdot \sigma_0}}. \quad (18)$$

В выражении (18) величина, находящаяся в правой части, представляет собой значение радиуса основания конической поверхности, на которой напряжения деформации зоны уплотнения принимают значения σ_0 .

Далее, если учесть что:

$$dQ_i = -\pi \cdot h_i \cdot \rho_i^2 \cdot E \cdot d\varepsilon_{hi} = -3 \cdot V_{o,i} \cdot E \cdot d\varepsilon_{hi}. \quad (19)$$

Подстановка в (13) соотношений (15) и (19) позволяет получить следующее соотношение:

$$\gamma_i = \frac{d\varepsilon_i}{dQ_i} = \frac{(2-\mu)}{3 \cdot \mu \cdot V_{o,i} \cdot E}. \quad (20)$$

С учетом (20) выражение (12) приводится к виду:

$$A_i = P_i \cdot \left(\frac{2-\mu}{3 \cdot E \cdot \mu} \cdot Q_i - \frac{3 \cdot P_i \cdot V_{o,i} \cdot (1-2\mu)}{2 \cdot E} \right). \quad (21)$$

Для нахождения напряжений P_i (реакций материала) действующих на боковую поверхность конуса (11) воспользуемся соотношением, связывающим равенство напряжений сжатия и растяжения на боковой поверхности зоны уплотнения объемом $V_{o,i}$:

$$P_i \cdot S_k = \sigma_0 \cdot Sd, \quad (22)$$

где величина боковой поверхности конуса (11) задается соотношением:

$$S_k = \pi \cdot \rho_i \cdot \sqrt{h_i^2 + \rho_i^2}. \quad (23)$$

Величина Sd представляет собой полную поверхность частиц материала, образовавшихся в процессе разрушения зоны уплотнения (11).

Если предположить, что в процессе разрушения зоны уплотнения объемом $V_{o,i}$ образуются частицы сферической формы с диаметром d_i , тогда:

$$S_d = \pi \cdot d^2 \cdot j, \quad (24)$$

где j - количество частей вновь образовавшихся частиц, которое можно определить, исходя из следующего соотношения:

$$j = \frac{\pi/3 \cdot \rho_i^2 \cdot h_i}{\pi \cdot d_i^3} = \frac{2 \cdot \rho_i^2 \cdot h_i}{d_i^3}. \quad (25)$$

С учетом (25) соотношение (24) приводится к виду:

$$S_d = 2 \cdot \pi \cdot \rho_i^2 \cdot \frac{h_i}{d_i}. \quad (26)$$

На основании соотношения (22) с учетом (23) и (26) находим:

$$P_i = 2 \cdot \frac{\sigma_0}{d_i} \cdot \frac{\rho_i \cdot h_i}{\sqrt{h_i^2 + \rho_i^2}}. \quad (27)$$

На основании результата работы [2] в массиве материала в направлении перпендикулярном действию силы возникают растягивающие напряжения:

$$\sigma_\rho = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{R_i \cdot \rho_i^2}{(h_i^2 + \rho_i^2)^2}. \quad (28)$$

$$A_i = \frac{2^{3/4} \cdot \sqrt{\sqrt{2} - 1}}{E} \cdot \sqrt{\frac{R_i \cdot \sigma_0}{\pi \cdot d_i^2}} \cdot \left(\frac{2 - \mu}{3\mu} \cdot Q_i - \frac{(\sqrt{2} - 1) \cdot (1 - 2\mu) \cdot R_i^2}{\pi \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma_0 \cdot d_i} \right). \quad (34)$$

Таким образом, в результате действия сил вблизи поверхности материала возникают зоны деформации материала, при расширении каждой под действием силы R_i будет совершаться работа величина, которой определяется выражением (34). Величина данной работы, зависит от свойства измельчаемого материала, которые задаются такими величинами, как E , μ , σ_0 , а также от величины действующей силы R_i и размера « d_i » вновь образованных частиц в результате разрушения зоны деформации.

На боковой поверхности объема конуса с геометрическими размерами ρ_i , h_i должно выполняться следующее равенство:

$$\sigma_\rho = \sigma_0. \quad (29)$$

На основании соотношений (28) и (29) получаем равенство:

$$\frac{2}{\pi} \cdot R_i \cdot \frac{\rho_i^2}{(h_i^2 + \rho_i^2)^2} = \sigma_0. \quad (30)$$

Рассматривая выражение (30), как уравнение относительно неизвестной величины h_i получаем:

$$h_i^2 = \sqrt{\frac{2R_i}{\pi\sigma_0}} \cdot \rho_i - \rho_i^2. \quad (31)$$

Подстановка выражения (18) в (31) приводит к следующему результату:

$$h_i = \sqrt{(\sqrt{2} - 1) \cdot \frac{R_i}{\pi \cdot \sigma_0}}. \quad (32)$$

Таким образом, полученные соотношения (18) и (32) определяют предельно допустимые геометрические размеры зоны деформации материала.

С учетом полученного выражения (32) и (18) формула (27) приводится к следующему виду:

$$P_i = 2^{3/4} \cdot \sqrt{\sqrt{2} - 1} \cdot \sqrt{\frac{R_i \cdot \sigma_0}{\pi \cdot d_i^2}}. \quad (33)$$

На основании полученных соотношений (11), (18), (32), (33) выражение (21) принимает следующий вид:

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лозовая, С.Ю. Определение массы загрузки в деформируемой рабочей камере мельницы для свертонного помола / С.Ю. Лозовая, В.П. Воронов, Л.В. Рядинская // Межвузовский сборник статей Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов. – Белгород, 2009. – С. 157-161.
2. Безухов, Н.И. Основы теории упругости пластичности и ползучести / Н.И. Безухов // Высшая школа. М. – 1961. – 538 с.
3. Шаронов, Р.Р. Шаровая мельница замкнутого цикла: монография / Р.Р. Шаронов – Белгород, 2008. – 412 с.

Шаронов Р. Р., д-р техн. наук, доц.
Кабанов С. Ю., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ УЛАВЛИВАНИЯ ПЫЛИ НАСЫПНЫМИ КЛИНКЕРНЫМИ СЛОЯМИ

v.s_bogdanov@mail.ru

Рассмотрены вопросы моделирования процессов улавливания пыли насыпными клинкерными слоями на основе аппроксимации результатов эксперимента.

Ключевые слова: эффективность осаждения, зерна клинкера, клинкерный слой, цементная пыль.

Используемые для пылеулавливания пористые перегородки – зернистые слои, ткани, волокнистые слои имеют высокую пористость, что обусловлено большими по сравнению с размерами частиц пыли расстояниями между зернами, нитями или волокнами.

В связи с этим одним из основных механизмов улавливания пыли является осаждение частиц при обтекании запыленным газом структурных элементов пористых перегородок.

Существуют три механизма осаждения пыли на зернах, нитях или волокнах: инерция, касание и диффузия частиц. Вклад каждого из них различен и зависит от режима обтекания препятствий, который определяется числом Рейнольдса $Re = u d \rho / \mu$. Выделяют два основных режима обтекания: первый – вязкое, ползучее обтекание ($Re \leq 1$), для которого определяющее значение имеет вязкость газа и второй – идеальное потенциальное обтекание ($Re \geq 1000$), в котором влияние вязкости пренебрежимо мало [1–3].

Установлено, что эффективность инерционного осаждения частиц определяется значением безразмерного критерия – числа Стокса Stk , которое характеризует отношение силы инерции к силе аэродинамического сопротивления газа:

$$Stk = \frac{\delta^2 \rho_a u}{18 \mu d} K_c, \quad (1)$$

где u – скорость набегающего потока запыленного газа, K_c – поправка Каннингема:

$$K_c = 1 + \frac{2\lambda}{\delta} \left(1,25 + 0,4 \exp \left(-0,55 \frac{\delta}{\lambda} \right) \right). \quad (2)$$

Здесь λ – длина свободного пробега молекул (при $t = 20^\circ \text{C}$, $P_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $\lambda = 6,5 \cdot 10^{-8} \text{ м}$).

Инерционное осаждение частиц начинает проявляться при $Stk > Stk_{кр}$, где $Stk_{кр}$ – критическое значение числа Стокса. Для вязкого обтекания $Stk_{кр} = 0,6 \dots 4,3$, для потенциального $Stk_{кр} = 0,04 \dots 0,125$. Установлено, что эффективность инерционного осаждения частиц возрастает с увеличением размера частиц, их плотности, скорости фильтрации, а также уменьшением размеров зерен насыпного слоя. Инерционное осаждение характерно для частиц с размерами $\delta > 1 \text{ мкм}$.

Если достаточно мелкая частица не сталкивается с препятствием, но проходит достаточно близко от него, то ее осаждение возможно за счет касания (зацепления) (рис. 1).

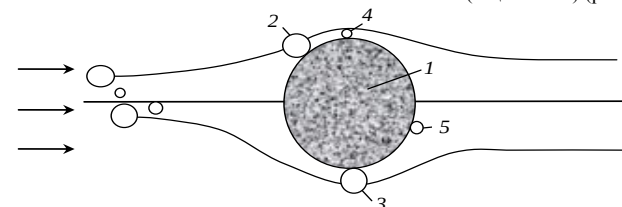


Рисунок 1. Схема осаждения частиц пыли в зернистой среде:

1 – зерно насыпного слоя; 2 – частица, осаждающаяся за счет инерции; 3 – частица, осаждающаяся в результате касания; 4 – частица, осаждающаяся в результате седиментации; 5 – частица, осаждающаяся из-за диффузии

Эффективность осаждения частиц за счет касания η зависит от отношения $R_k = \delta/d$ и возрастает при вязком режиме обтекания. В этом случае

$$\eta_k = R_k^2 \text{Re}^{0,0625}. \quad (3)$$

Гравитационное осаждение (седиментация) частиц пыли в зернистом слое заметно проявляется лишь при малых скоростях фильтрации ($w \leq 0,02$ м/с). Его эффективность, возрастает с увеличением параметра

$$G = \text{Stk}/\text{Fr},$$

где $\text{Fr} = u^2/2gd$ – число Фруда.

Экспериментально установлено, что эффективность гравитационного осаждения в зернистых насыпных фильтрах значительно возрастает, если поток запыленного газа направлен вертикально вниз, т.е. по направлению сил тяжести.

Частицы субмикронных размеров ($\delta \ll 1$ мкм) вовлекаются в броуновское движение и мигрируют к поверхности зерен насыпного слоя за счет молекулярной диффузии.

Эффективность диффузионного захвата частиц возрастает при уменьшении безразмерного критерия Пекле

$$\text{Pe} = du/D, \quad (4)$$

где D – коэффициент молекулярной диффузии частиц пыли, который определяется формулой Эйнштейна

$$D = \frac{kT K_c}{3\pi\mu\delta}. \quad (5)$$

Здесь $k = 1,38 \cdot 10^{-22}$ Дж/К – постоянная Больцмана.

Заметное влияние на процесс улавливания пыли в зернистых слоях могут оказать электрические силы. Зерна фильтрующего слоя могут электризоваться за счет трения, или быть поляризованными под действием внешнего электрического поля. Частицы пыли могут быть предварительно заряжены с помощью коронных ионизаторов [4].

Таким образом, в зернистых фильтрах осаждение частиц происходит в результате действия инерции, зацепления, гравитации, диффузии, электрических сил, поэтому относительно проскок пыли через зернистый фильтр

$$K = Z_k/Z_m, \quad (6)$$

а также связанная с ним эффективность очистки запыленных газов являются функциями критериев, определяющих рассмотренные выше основные механизмы улавливания пыли, и некоторых других безразмерных величин [5].

$$\eta = 1 - K. \quad (7)$$

В частности, экспериментально установлено, что степень пылеочистки зависит от критерия гомотронности $Ho = w\tau/d_k$, отношения Z_n/ρ , а также геометрических факторов δ_{50}/δ_k и δ_k/H . Здесь Z_n, Z_k – начальная и конечная концентрация пыли, кг/м³; w, τ – скорость фильтрования и его продолжительность, H – высота (толщина) зернистого слоя.

Таким образом

$$K = f(\text{Re}, \text{Stk}, Ho, \delta_{50}/d_k, \delta_{50}/H, \dots) \quad (8)$$

При установлении вида зависимости (8) необходимо учитывать то, что общая эффективность зернистого фильтра должна быть больше эффективности любого отдельно взятого механизма улавливания пыли, но меньше их суммы (суммирование эффективностей имело бы место при параллельном и независимом друг от друга действии всех механизмов улавливания пыли, чего в действительности нет).

Нужно также иметь в виду, что в реальных условиях действие всех механизмов улавливания пыли сопровождается рядом побочных малоизученных явлений, таких как адгезия, отскок крупных частиц от зерен, вторичный унос осажденных частиц и др.

Кроме этого, рассмотренные выше закономерности осаждения частиц пыли относятся лишь к начальному периоду работы зернистого фильтра, т.е. к чистому зернистому слою, поскольку с течением времени на его лобовой поверхности образуется слой уловленных частиц – автослой, а поровые каналы между зернами фильтра постепенно зарастают пылевыми отложениями, что приводит к снижению проскока пыли и повышению гидравлического сопротивления слоя.

Эти обстоятельства крайне затрудняют теоретический вывод зависимости (8) и выдвигают на первый план экспериментальные методы исследования процессов очистки запыленных газов зернистыми слоями.

Применяются различные подходы к выводу эмпирических зависимостей проскока пыли от свойств фильтрующей насадки, свойств запыленного газа и режима фильтрации.

Так, путем обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов для гравийного насыпного фильтра получено соотношение [6]:

$$K = \exp(-c(a + b\tau)), \quad (9)$$

где $a = 0,877 \cdot 10^{-7}$, $b = 2,57 \cdot 10^{-11}$ – эмпирические константы, K – коэффициент захвата частиц:

$$c = \frac{H^{0,25} \delta_{50} \rho_{\text{ч}}}{w^{0,5} d_3^{1,5} \mu}. \quad (10)$$

Формула (10) получена для следующей области изменения параметров: $d_3 = 1,5 \dots 5$ мм, скорость фильтрования $w = 0,1 \dots 0,3$ м/с;

$$\delta_{50} = 5 \dots 30 \text{ мкм}; \quad \rho_{\text{ч}} = 2600 \dots 3000 \text{ кг/м}^3, \\ \mu = (1,8 \dots 2,5) \cdot 10^{-5} \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Для условий улавливания цементной пыли ($\delta_{50} = 30$ мкм; $\rho_{\text{ч}} = 2600$ кг/м³, $\mu = 1,8 \cdot 10^{-5}$ Па·с) насыпным слоем клинкера ($H = 0,15$ м, $d = 0,005$ м; $w = 0,15$ м/с, $c \approx 1,97 \cdot 10^7$) формула (9) принимает вид:

$$K = \exp(-1,97(0,877 + 2,57 \cdot 10^{-4} \tau)). \quad (11)$$

Согласно формуле (11) проскок цементной пыли через насыпной клинкерный фильтр снижается с 17,8 % при чистом слое ($\tau=0$) до 2,9 % через 1 час (3600 с) после начала фильтрации (рис. 2), что существенно выше наблюдаемых значений.

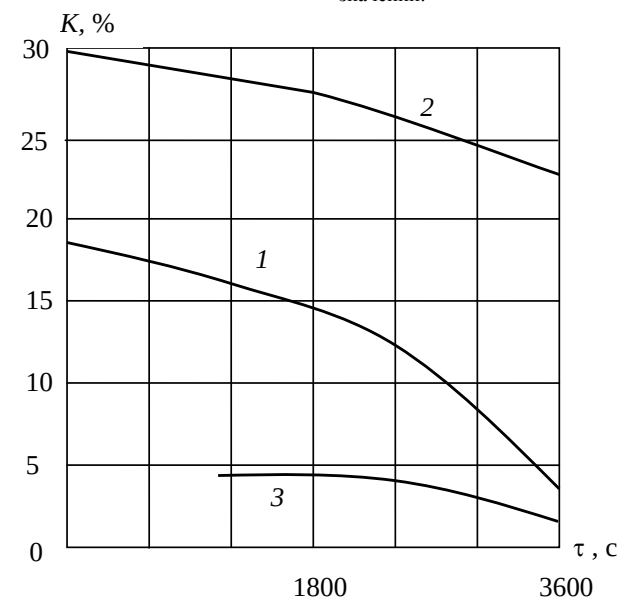


Рисунок 2. Зависимости проскока пыли от времени, рассчитанные по формулам: (11) – кривая 1; (12) – кривая 2; (13) – кривая 3

Особенностью формулы (11) является ее некритерийный характер: коэффициент захвата частиц пыли K является размерной величиной, не имеющей определенного физического смысла.

Структуру, аналогичную (2.9), имеет формула, входящая в методику расчета насыпных зернистых фильтров Н.М. Самохвалова [7]:

$$K = \exp \left(-2,3 K_y \frac{H^{0,8}}{w} \left(1 + K_y \left(\frac{\tau}{\tau_{\text{пр}}} \right)^{0,16} \right) \right),$$

где $K_y = 34500 \mu \delta_{50}^{0,25} (1 - \varepsilon) / (\rho_{\text{н.н}} d_3^{2,05})$ – коэффициент эффективности захвата частиц пыли, $K_y = 0,00132 P_a^n / (\delta_{50} \rho_{\text{н.н}} g t g \alpha_0)$ – коэффициент уноса пыли из зернистого слоя,

$\tau_{пр} \geq 4,3 \cdot 10^{-6} \rho_n / \delta_{50}$ – время пребывания пылевого потока в зернистом слое. Здесь $\rho_{н.п}$ – насыпная плотность пыли, кг/м^3 (для цементной пыли $\rho_{н.п} = 1300 \text{ кг/м}^3$), P_a – адгезионная прочность пылевого слоя, Па; n – показатель степени, зависящий от величины P_a (для цементной пыли $P_a = 600 \text{ Па}$, $n = 0,7$; g – ускорение силы тяжести; α_0 – угол естественного откоса пыли, град. (для цементной пыли $\alpha_0 = 40^\circ$). Для условий улавливания цементной пыли насыщенным слоем клинкера $\delta_{50} = 30 \text{ мкм}$; $H = 0,15 \text{ м}$, $w =$

$$K = \exp \left(-5,693 + 1,7 \cdot 10^5 / Ho + 1,2 \cdot 10^2 \left(\frac{d_k}{H} \right) + 5,8 \cdot 10^5 \left(\frac{d_k}{H} \right) / Ho - 3,9 \cdot 10^9 / Ho^2 - 1,65 \cdot 10^3 \left(\frac{d_k}{H} \right)^2 \right), \quad (13)$$

где $Ho = w\tau/d_k$ – критерий гомотокности.

Формула (13) получена для условий $10^5 \leq Ho \leq 3 \cdot 10^6$, $7,35 \cdot 10^{-3} \leq \frac{d_k}{H} \leq 4,3 \cdot 10^{-2}$.

Зависимость проскока цементной пыли от времени, рассчитанная по формуле (13) для приведенных выше условий, показана на рис. 2.

Приведенный выше анализ показывает, что эмпирические формулы, полученные для определенных видов пыли и определенных фильтрующих сред, мало пригодны для описания процессов улавливания других пылей другими зернистыми фильтрами.

Для изучения закономерностей улавливания пылей цементного производства насыщенными

0,15 м/с, $\tau_{пр} = 372,6 \text{ с}$, $K_s = 0,35$, $K_y = 0,36$ за время фильтрации $\tau = 3600 \text{ с}$ проскок пыли снижается с 31 % (для чистого слоя) до 17 %, что не соответствует экспериментальным данным (см. рис. 2, кривая 2).

Экспериментальным данным по улавливанию цементной пыли лучше соответствует эмпирическая зависимость, полученная Ю.В. Красовицким для пылей огнеупорного производства [8]:

клинкерными слоями применялось статистическое планирование экспериментальных исследований. Предварительный поиск влияющих факторов показал, что основными факторами, определяющими процессы пылеулавливания, являются $d_3, w, \delta_{50}, H, Z_n$ и τ . На основе этих факторов были выявлены доминирующие критерии – $Re, Stk, Ho, d_k/H, Z_n/\rho$.

В результате обработки данных экспериментов, поставленных по специальному плану, получена зависимость величины проскока пыли через слой от основных факторов:

$$K = 0,0246 \left(\frac{d_3}{d_{30}} \right)^{0,245} \left(\frac{w}{w_0} \right)^{0,292} \left(\frac{\delta_{50}}{\delta_0} \right)^{-0,223} \left(\frac{Z_n}{Z_{n0}} \right)^{-0,451} \left(\frac{\tau}{\tau_0} \right)^{-0,372}, \quad (14)$$

где $d_{30} = 0,01 \text{ м}$; $w_0 = 0,3 \text{ м/с}$; $\delta_0 = 15 \cdot 10^{-6} \text{ м}$; $Z_{n0} = 0,01 \text{ кг/м}^3$; $\tau_0 = 1800 \text{ с}$.

Уравнение (14) установлено для следующей области факторного пространства: $0,005 \leq d_3 \leq 0,02 \text{ м}$; $0,15 \leq w \leq 0,6 \text{ м/с}$;

$7,5 \cdot 10^{-6} \leq \delta_{50} \leq 30 \cdot 10^{-6} \text{ м}$; $0,005 \leq Z_n \leq 0,02 \text{ кг/м}^3$; $900 \leq \tau \leq 3600 \text{ с}$.

Критериальная зависимость проскока цементной пыли, аппроксимирующая результаты эксперимента имеет вид:

$$K = 1,43 \cdot 10^{-4} Re^{0,775} Stk^{-0,112} Ho^{-0,372} \left(\frac{d_k}{H} \right)^{-1,014} \left(\frac{Z_n}{\rho} \right)^{-0,451}. \quad (15)$$

Влияние основных факторов на величину проскока пыли через насыпной клинкерный фильтр показано на рис. 3.

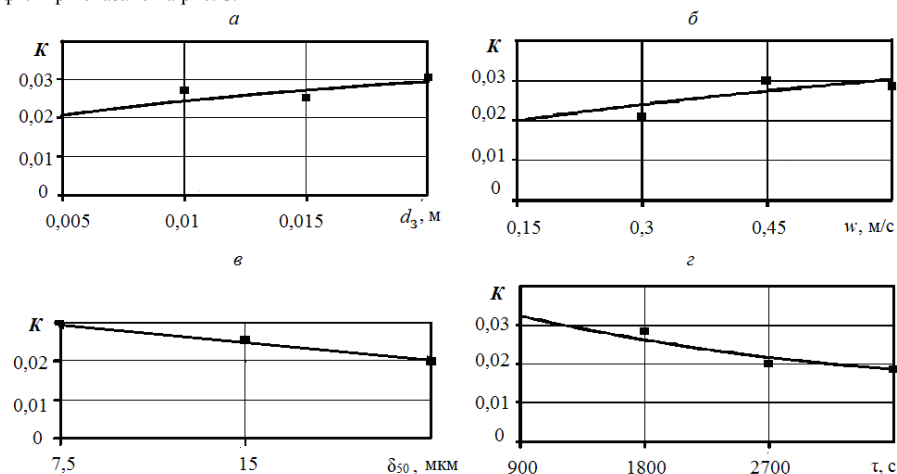


Рисунок 3. Зависимость величины проскока пыли через клинкерный зернистый слой от основных влияющих факторов:

$a - w = 0,3 \text{ м/с}$; $\delta_{50} = 15 \text{ мкм}$; $\tau = 1800 \text{ с}$;
 $б - d_3 = 0,01$; $\delta_{50} = 15 \text{ мкм}$; $\tau = 1800 \text{ с}$; $w = 0,3 \text{ м/с}$;
 $в - d_3 = 0,01$; $\delta_{50} = 15 \text{ мкм}$; $w = 0,3 \text{ м/с}$;
 $г - d_3 = 0,01$; $\delta_{50} = 15 \text{ мкм}$; $w = 0,3 \text{ м/с}$;
 — расчет; ■ — эксперимент

Анализ формулы (15), а также кривых на рис. 3 позволяет спроектировать любой зернистый фильтр в зависимости от требований реального производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фукс Н.А. Механика аэрозолей. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 351 с.
2. Райт П. Аэрозоли. Введение в теорию. – М.: Мир, 1987. – 280 с.
3. Белоусов В.В. Теоретические основы газоочистки. – М.: Metallurgy, 1988. – 256 с.
4. Ужов В.Н. Очистка промышленных газов электрофильтрами. – М.: Химия, 1967. – 344 с.

5. Красовицкий Ю.В., Дуров В.В. Обеспыливание газов зернистыми слоями. – М.: Химия, 1991. – 192 с.

6. Мазус М.Г., Мальгин А.Д., Маргулис Л.М. Фильтры для улавливания промышленных пылей. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.

7. Самохвалов, Н.М. Методика расчета насыпных зернистых фильтров при улавливании пыли / Н.М. Самохвалов, Е.В.Скачков // Экология и промышленность России. – 2009. – №4. – С. 33–35.

8. Красовицкий Ю.В., Балтрешас П.Б., Энтин В.И. Обеспыливание промышленных газов в огнеупорном производстве. – Вильнюс: Техника, 1996. – 364 с.

Минин В. В., канд. техн. наук, доц.,
Носков М. В., д-р физ.-мат. наук, проф.,
Сибирский федеральный университет

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНОГО МАЛОГАБАРИТНОГО ПОГРУЗЧИКА ПО КОМПЛЕКСНОМУ КРИТЕРИЮ

mininV@rambler.ru, mvnoskov@yandex.ru

Предложен метод оценки технического уровня универсальных малогабаритных погрузчиков с бортовым поворотом на основе применения безразмерных критериев взаимосвязи его конструктивных и эксплуатационных параметров. Выявлена закономерность влияния точности оценки отдельного параметра на результирующую функцию.

Ключевые слова: технический уровень, безразмерный критерий, малогабаритный погрузчик, точность расчета.

Универсальные малогабаритные погрузчики с бортовым поворотом (УМП) изобретены и внедрены в практику выполнения транспортно-технологических операций с середины XX в.

Прототип сегодняшнего УМП (произведен в 1957 г. компанией Merloe, США) появился под маркой Bobcat. Одним из достоинств машин данного типа является выполнение технологических операций в стесненных условиях и при ограничениях по давлению на опорную поверхность.

Наличие значительного количества сменных рабочих органов, высокая мобильность и маневренность, в сочетании с простотой управления в позволило эффективно механизировать ручную труд при выполнении малых объемов

работ на различных рассредоточенных объектах. По оценкам экспертов УМП составляют конкуренцию машинам средней и большой мощности работающим в однотипных условиях. В настоящий момент времени в мире производится более 100 тыс. машин в год, которые используются во многих отраслях: строительство и реконструкция зданий и сооружений, дорожное и коммунальное хозяйство, сельское хозяйство и т. д.

В России производство (например, рис. 1) и применение УМП активно началось в 1990-х гг., что связано с необходимостью модернизации промышленного сектора экономики и появлением рыночных отношений.



Рисунок 1. Универсальный малогабаритный погрузчик «Соболь», разработка Сибирского Федерального университета и Красноярского завода прицепной техники (г. Сосновоборск)

Недостатками, снижающими эффективность применения УМП являются: значительная величина отношения стоимости машины и комплекта сменного рабочего оборудования к заработной плате оператора, короткобазовое шасси, ограничивающее грузоподъемность; высокая динамическая нагруженность машины и плохая управляемость машины на твердых скользких поверхностях; жесткое, безрессорное крепление колес к раме; закопотиванное пространство энергетической установки и гидропередач, снижающее теплообмен с окружающей средой; значительные затраты энергии и ресурсов по сроку службы шин при обеспечении бортового поворота; затрудненный и небезопасный вход в кабину оператора со стороны рабочего оборудования и др.

Фирмы-изготовители постоянно совершенствуют конструктивные схемы и отдельные подсистемы машин, но варианта, решающего все вышеперечисленные недостатки так и не найдено. Устраняются лишь отдельные недостатки УМП.

При проектировании машин данного типа требуется обеспечить точность и достоверность принятых значений основных параметров, которые в конечном счете определяют эффективность их применение.

Традиционная постановка задачи проектирования для малогабаритных и универсальных машин по теоретическим положениям и методикам, апробированным для машин среднего и тяжелого классов не всегда применима ввиду существенной нелинейной зависимости конструктивных параметров от главного параметра машины – эксплуатационной массы.

Значительное (около 70 наименований) количество дополнительного сменного рабочего оборудования циклического и непрерывного действия усложняет задачу определения приемлемого варианта сочетания конструктивных параметров. В связи с этим задача формирования критериев оценки технического уровня и эффективности для УМП требует обеспечения заданной точности расчетов на ранних стадиях проектирования, когда возможно менее затратное перепроектирование образца.

В случае определения эффективности работы УМП математическая постановка задачи не сводится к описанию в виде функциональных уравнений (обычно [1, 2], дифференциальных) и задачам линейного и нелинейного программирования. Математическая формулировка осложняется необходимостью учета детерминированных и стохастических рабочих процессов.

Для определения рациональных параметров УМП хорошо себя зарекомендовали статистиче-

ские методы [3] и метод размерностей. Анализ размерностей конструктивных и эксплуатационных параметров, входящих в целевую функцию (критерий) оценки степени совершенства (эффективности) позволяет определить структуру математической модели в виде зависимости между безразмерными комбинациями, составленными из этих параметров [2]. Целью данной работы является разработка метода оценки технического уровня УМП с учетом погрешности в определении значений конструктивных параметров входящих в безразмерные комплексы, принимаемые в качестве критерия.

Многообразие методик приводит к неоднозначной величине, рассчитываемого параметра. По результатам статистического анализа (решение задачи получено с применением программного продукта Data Fit версии 9.0 фирмы Oakdale Engineering, где расчет коэффициентов уравнений регрессии производился по методу наименьших квадратов) получены уравнения, представленные на рис. 2, 3. Вид уравнения регрессии принимался по критериям минимума стандартной и относительной ошибок аппроксимации, а надежность полученных результатов – по значению коэффициента детерминации R^2 . Для исследования были приняты параметры моделей УМП, выпускаемых фирмами-производителями: J I Case Company; Clark Equip. Co. (Bobcat); Davis Welding & Mfg. Co.; John Deere; Erickson Corp.; Ford; Gehl Co.; Hydra – Mac Inc.; International Harvester; Northwestern Motor Co.; Owatonna Mfg. Co.; Prime Mover Co.; Sperry New Holland; TCI Inc.; Thomas Equip. Ltd. Анализ зависимостей показывает, что для заданного значения эксплуатационной массы (силы тяжести) G грузоподъемная сила Z и установочная мощность двигателя N имеют как минимум 30 % диапазон разброса значений.

Количественную оценку степени совершенства конструкции УМП на данной стадии проектирования возможно проводить по критерию стоимости потерь мощности Π_{CN} [2]:

$$\Pi_{CN} = \frac{\{CP + C_s(1-P)\} \cdot \{1 - \bar{\eta}(1 - k_{om})\}}{N\bar{\eta}(1 - k_{om})}, \text{ руб./кВт},$$

где C – стоимость УМП и комплекта сменного рабочего оборудования, руб.; C_s – стоимость эксплуатации машины, руб.; P – вероятность безотказной работы машины; N – установочная мощность двигателя, кВт; $\bar{\eta}$ – математическое ожидание КПД на режиме работы; k_{om} – коэффициент отбора мощности на вспомогательное оборудование.

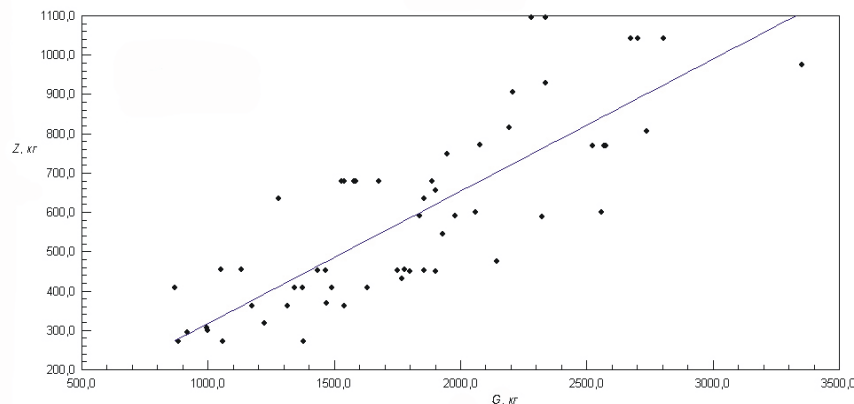


Рисунок 2. Зависимость грузоподъемной силы Z от эксплуатационной массы (силы тяжести) G машины:
 $Z = 0,336 \cdot G - 18391$; $R^2 = 0,6619$

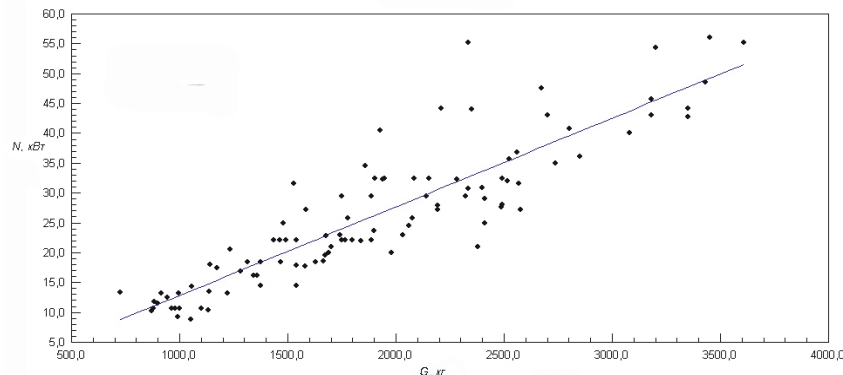


Рисунок 3. Зависимость установочной мощности двигателя N от эксплуатационной массы (силы тяжести) G машины: $N = 0,015 \cdot G + 2,02$; $R^2 = 0,7909$

Универсальная машина со сменными рабочими органами выполняет различные технологические операции (разнородные по количественному показателю). Объемы этих работ могут выражаться различными единицами измерения. Принимая во внимание, что производительность универсальной машины на объекте с разнородными работами – это произведение в единицу времени количество работы (продукции), исчисляемое в единицах измерения объема работы по конечному (готовому) сооружению (строительному объекту). Формула для расчета имеет вид [3]

$$Q_j = 1 / \sum_{j=1}^k \frac{\delta_j}{Q_{ij}}$$

где $\delta_j = V_j / V$ – доля отдельного j -го объема работ в общем объеме работ на объекте; Q_{ij} – производительность i -го рабочего оборудования при выполнении j -го вида работы, включая время замены данного оборудования на другое.

Эксплуатационная масса (сила тяжести) агрегатированного сменным рабочим оборудованием УМП определяется по формуле:

$$G_T = G_6 + G_{po},$$

где G_6 – масса (сила тяжести) базовой машины без рабочего органа, G_{po} – масса (сила тяжести) сменного рабочего оборудования.

Стоимость УМП со сменным рабочим органом определяют в виде суммы стоимостей ба-

зовой машины C_6 и сменного рабочего органа (оборудования) C_{po} :

$$C = C_6 + C_{po}.$$

В данной работе, ввиду сложности математического описания разнородных рабочих процессов, принята методика выявления структуры модели на основе теории размерностей.

В общей форме математическая модель взаимосвязи параметров с учетом технико-экономического подобия и эффективности на основе критерия стоимости потерь мощности (Π_{CN}) записывается в виде:

$$\Xi = \Xi(\Pi_{CN}, G, C, Q, A),$$

где Π_{CN} – стоимость потерь мощности, руб./кВт; G – эксплуатационная масса (сила тяжести) машины, кг; C – стоимость машины или затраты на ее эксплуатацию, руб.; Q – секундная теоретическая производительность, кг/с; A – удельная энергоёмкость рабочего процесса, Н/м².

Руководствуясь теоремами теории подобия и размерности по существующей методике разработан безразмерный критерий:

$$\pi_{CN} = \frac{AG^2}{Q^3} \sqrt{\frac{C}{\Pi_{CN} \cdot Q}}.$$

$$\Delta_{AG^2 \sqrt{\frac{C}{\Pi_{CN} \cdot Q}}} = \sqrt{\left(\frac{G^2 \cdot \sqrt{\frac{C}{Q \Pi_{CN}}}}{Q^3} \right)^2 \cdot \Delta_G^2 + \left(\frac{2AG \cdot \sqrt{\frac{C}{Q \Pi_{CN}}}}{Q^3} \right)^2 \cdot \Delta_A^2 + \left(\frac{3AG^2 \cdot \sqrt{\frac{C}{Q \Pi_{CN}}}}{Q^4} - \frac{ACG^2}{2Q^5 \Pi_{CN} \cdot \sqrt{\frac{C}{Q \Pi_{CN}}}} \right)^2 \cdot \Delta_Q^2 + \left(\frac{AG^2}{2Q^4 \Pi_{CN} \cdot \sqrt{\frac{C}{Q \Pi_{CN}}}} \right)^2 \cdot \Delta_C^2 + \left(\frac{ACG^2}{2Q^4 \Pi_{CN} \cdot \sqrt{\frac{C}{Q \Pi_{CN}}}} \right)^2 \cdot \Delta_{\Pi_{CN}}^2}.$$

Установлено, что критерий π_{CN} на порядок менее чувствителен к погрешностям, входящих в него конструктивных и технологических параметров (значениях погрешностей в определении производительности машины Δ_Q и удельной энергоёмкости рабочего процесса Δ_A).

Рассматриваемый вопрос оценки эффективности и технического уровня с учетом влияния погрешностей параметров решен путем формирования критерия в безразмерном виде, отражающего физические процессы работы УМП, где погрешность определяется самой еди-

Направления повышения эффективности УМП определяются при условиях стремления критериев к своим предельным значениям с учетом ограничений, определяемых для конкретных условий эксплуатации:

$$\pi_{CN} \rightarrow \min \text{ при } \begin{cases} A \rightarrow \text{const} \\ G \rightarrow \min \\ Q \rightarrow \max \\ \Pi_{CN} \rightarrow \min \\ C \rightarrow \min \end{cases}$$

Данный критерий оценки технического уровня и эффективности отражает актуальную проблему ресурсо- и энергосберегающих технологий при проектировании и эксплуатации УМП.

Для расчета абсолютной погрешности безразмерной критериальной функции используем следующую формулу [4]:

$$\Delta_x = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f(\pi)}{\partial x_i} \right)^2 \Delta_{x_i}^2},$$

где $f(\pi)$ – функция в виде безразмерного комплекса; x_i – значения i -го конструктивного параметра; Δ_{x_i} – погрешность вычисления значений i -го параметра.

Тогда

ницей измерения, а погрешность уравнения следует принимать с учетом результатов исследований, представленных на рис. 4. Установлено, что критерий эффективности и оценки технического уровня является устойчивым по отношению к погрешностям исходных данных, а также способностью нивелирования этих погрешностей и определяет направления совершенствования конструкций с учетом ресурсо- и энергосберегающих технологий при проектировании и в эксплуатации.

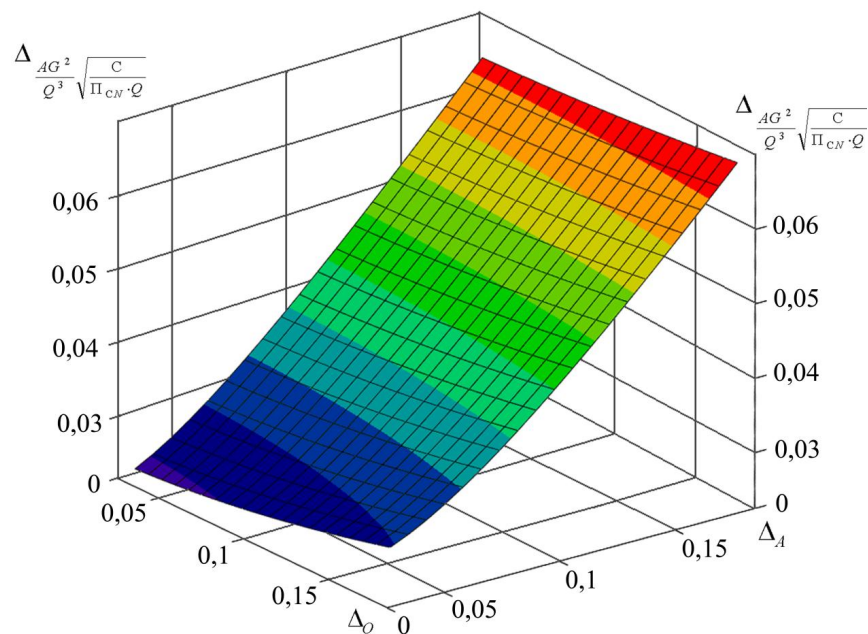


Рисунок 4. Зависимость абсолютной погрешности безразмерного критерия π_{CN} от погрешностей значений производительности Q и удельной энергоёмкости рабочего процесса A

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Минин, В.В. Оптимизация параметров привода малогабаритных погрузчиков: монография / В.В. Минин, Г.С. Мирзоян. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1987. – 160 с.
2. Минин, В.В. Оптимизация параметров гидропривода малогабаритных погрузчиков / В.В. Минин, В.П. Павлов // Строительные и дорожные машины. – 2010. – № 7. – С. 34–37.
3. Попов, В.Г. Оценка эффективности подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: учеб. пособие / В.Г. Попов. – Череповец: Изд. ГОУ ВПО ЧГУ, 2005. – 184 с.
4. Зайдель, А.Н. Погрешности измерений физических величин / А.Н. Зайдель. Л.: Наука, 1985. – 112 с.

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

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ДЕЗИНТЕГРАТОР С ВНУТРЕННЕЙ КЛАССИФИКАЦИЕЙ ИЗМЕЛЬЧАЕМОГО МАТЕРИАЛА

semikopenkos.i.s@mail.ru

В данной работе предлагается описание конструкции камеры помола дезинтегратора, в которой предусмотрено совмещение процессов измельчения и классификации материала. Получена математическая зависимость, определяющая количественные соотношения между конструктивным параметром δ , граничным размером конечного продукта d_p и коэффициентом трения материала вдоль рабочей поверхности ударного элемента.

Ключевые слова: ударный элемент, прутковая решетка, разгрузочный патрубок

Среди широкого спектра оборудования ударно-центробежного действия для помола и активации мягких малоабразивных материалов наибольший интерес представляют дезинтеграторы [1].

В дезинтеграторах обработка материала осуществляется свободным несмесным соударением частиц измельчаемого материала с ударным элементом. Основные особенности и эффекты обработки определяются скоростью и характером этих соударений. Одним из недо-

статков работы дезинтеграторов при центральной загрузке является отсутствие классификации материала в процессе его измельчения, что сказывается на увеличении энергетических затрат и несколько расширяет гранулометрический состав готового продукта.

В данной работе предлагается описание конструкции камеры помола дезинтегратора, в которой предусмотрено совмещение процессов измельчения и классификации материала (рис.1).

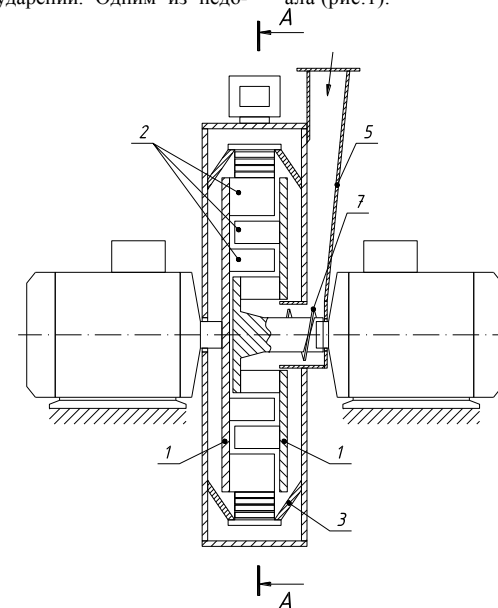


Рисунок 1. Камера помола дезинтегратора с внутренней классификацией измельчаемого материала

Дезинтегратор представляет собой два вращающиеся в противоположные стороны роторы 1 с ударными элементами 2 прямоугольной формы, которые расположены по concentрическим окружностям. Ударные элементы одного ротора располагаются между ударными элементами другого ротора. Роторы насажены на валы электродвигателей, расположенные на одной геометрической оси.

В периферийной части корпуса жестко смонтирован классифицирующий узел 3 (сепаратор), представляющий собой прутковую

решетку, при этом отражательные прутки расположены между собой на расстоянии, позволяющем ограничить конечный размер частиц измельченного продукта. В сепараторе имеется тангенциальный патрубок 4 для разгрузки наиболее крупных кусков материала. В верхней части корпуса располагается загрузочный патрубок 5, для разгрузки готового продукта имеются два нормально расположенных патрубка 6. Поперечный разрез камеры помола представлен на рис. 2.

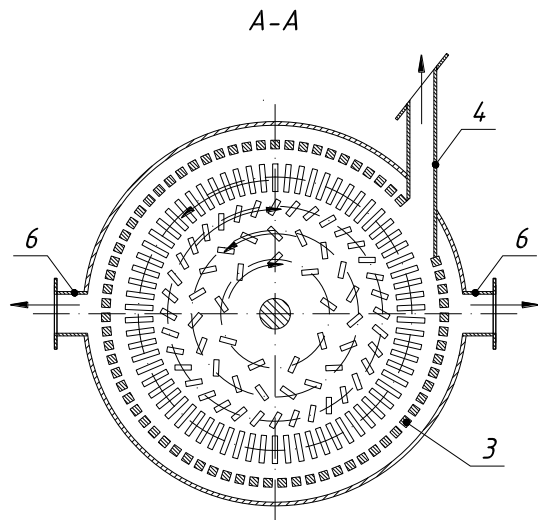


Рисунок 2. Поперечный разрез камеры помола

Дезинтегратор работает следующим образом. Исходный материал направляется через загрузочный патрубок 5 в зону действия шнека 7, расположенного на одном из приводных валов и затем в центральную часть помольной камеры. В камере помола материал под действием центробежных сил отбрасывается на периферию, где происходит измельчение путем воздействия на частицы материала со стороны ударных элементов 2. Измельченный материал под действием центробежной силы направляется в зону действия прутковой решетки 3. Наиболее крупные куски материала под действием центробежной силы направляются в тангенциальный разгрузочный патрубок 4 и затем на дополнительное измельчение в загрузочный патрубок.

Частицы мелкой фракции материала подхватываются воздушным потоком и начинают

вращаться внутри камеры помола вдоль ряда отражательных прутков, многократно ударяясь об них. При этом, согласно исследованиям М.А. Гольдштика [2], траектория движения частиц вдоль ряда отражательных прутков представляет собой скачкообразную нисходящую спираль. За счет центробежной силы у поверхности отражательных прутков создается зона повышенного давления воздуха. Это приводит к тому, что воздух вместе с частицами мелкой фракции материала проходят через зазоры между отражательными прутками и выводятся в нормально расположенные патрубки 6. Вследствие того, что тангенциальная скорость воздуха и частиц материала у отбойной поверхности отражательных стержней значительно выше, чем их радиальная скорость в зазорах δ , то радиальный поток воз-

духа будет подхватывать только частицы мелкой фракции материала, размер которых меньше размера зазоров δ .

Согласно исследованиям [3], основное влияние на размер граничного зерна разделения

оказывают радиальная и тангенциальная скорости движения частицы материала в зоне действия прутковой решетки (рис. 3).

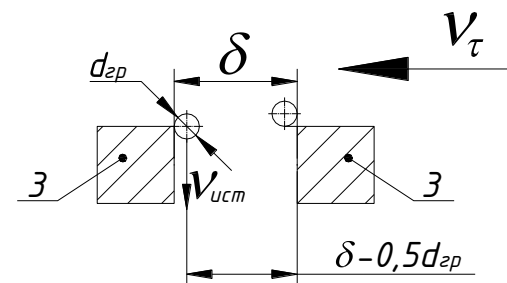


Рисунок 3. Схема движения частицы материала в зоне действия прутковой решетки

Если соударение частицы с рабочей поверхностью прутковой решетки принять неупругим, то данная частица материала за время t прохождения отрезка $\delta - 0,5d_{zp}$ успеет в радиальном направлении переместиться на величину $S > d_{zp}/2$, и будет вынесена из камеры помола в готовый продукт.

Радиальная составляющая скорости частицы, вылетающей с ударного элемента последнего ряда, согласно результатам работы [4], определяется по формуле

$$V_R = R_0 \omega \frac{\cos \beta_0 - \mu \sin \beta_0}{2\mu}. \quad (1)$$

При радиальном расположении ударных элементов в соотношении (1) угол $\beta_0 = 0$, что приводит к следующему выражению:

$$V_R = R_0 \omega = \text{const}. \quad (2)$$

Считая, что радиальная составляющая скорости частицы в соотношении (2) является постоянной величиной вдоль радиального направления движения, тогда за время t прохождения пути $\delta - 0,5d_{zp}$ частице материала для прохода межпруткового зазора необходимо пройти путь не менее чем $0,5d_{zp}$.

На основании сказанного можно записать следующее выражение

$$\frac{d_{zp}}{2} \leq \frac{\delta - 0,5d_{zp}}{2\mu}. \quad (3)$$

Согласно (3) находим, что

$$\delta \geq \frac{d_{zp}}{2} (1 + 2\mu). \quad (4)$$

Таким образом, выражение (4) устанавливает количественные соотношения между конструктивным параметром δ , граничным размером конечного продукта d_{zp} и коэффициентом трения материала вдоль рабочей поверхности ударного элемента.

В результате применения классифицирующего узла внутри камеры помола дезинтегратора уменьшаются затраты энергии на помол и повышается тонкость готового продукта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Основы производства силикалитных изделий. М.-Л.: Стройиздат, 1962. – 636 с.
2. Гольдштик, М.А. Вихревые потоки. Новосибирск: Наука, 1981. – 386с.
3. Левадский, Э.И. Разработка газодисперсных аппаратов для разделения крупнодисперсных гетерогенных систем. Диссертация д.т.н.: 05.17.08. – Минск, 1989. – 395с.
4. Воронов, В.П. Теоретические исследования скорости движения частиц материала вдоль поверхности ударного элемента мельницы дезинтеграторного типа / В.П. Воронов, И.А. Семикопенко П.П. Пензев // Известия ВУЗов. Строительство, № 11–12, 2008, С. 93–96.

РАСЧЕТ СРЕДНЕВЗВЕШЕННОГО ДИАМЕТРА МЕЛЮЩЕГО ШАРА ТРУБНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ ПРИ ВОДОПАДНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ

v.s_bogdanov@mail.ru

В данной работе предлагается расчет средневзвешенного диаметра мелющего шара трубной шаровой мельницы в первой ее камере, т.е. при водопадном режиме работы мелющих тел. Получена математическая зависимость среднего диаметра мелющего тела $\bar{d}$ от размеров частиц исходного материала R_2 и среднего размера частиц конечного продукта d_0 .

Ключевые слова: диаметр, мелющий шар, материал, энергия.

Несмотря на успехи достигнутые в области развития оборудования для помола различных материалов, а именно разработку новых агрегатов таких, как валковые и струйные мельницы, агрегаты для предварительного измельчения – пресс – валки, однако в России как и во всех других странах основным помольным агрегатом остаются трубные шаровые мельницы. Их характеризует высокая производительность, надежность в работе, простота конструкции, но кроме преимуществ они обладают и рядом недостатков: низкий КПД, большие удельные энергозатраты.

Наиболее распространенным способом повышения эффективности работы трубных шаровых мельниц является замкнутый цикл измельчения. Однако переоборудование открытого цикла в замкнутый требует значительных капитальных вложений на приобретение сепаратора, что на данном этапе развития экономики вызывает затруднение. Совершенствование работы трубных мельниц идёт по нескольким направлениям: совершенствование конструкции и надежности межкамерных перегородок, внутримельничных классифицирующих устройств и футеровок, подбор рационального режима аспирации и работы мелющих тел [1].

При работе ТШМ используется шаровая загрузка барабана мельницы, состоящая из набора мелющих шаров различного диаметра. В силу того, что при водопадном режиме работы ТШМ разрушение материала, в основном, происходит за счет кинетической энергии, накопленной мелющим телом в конце движения по параболической траектории.

При этом, согласно результатам работы [2] разрушение материала при ударе шаром происходит только в том случае, если энергия передаваемая мелющим шаром материалу будет больше некоторого минимального значения. На основании сказанного выше можно ввести понятие

среднего значения диаметра мелющего шара $\bar{d}$. При этом кинетическая энергия шара, имеющего диаметр $\bar{d}$ должна равняться минимальному значению энергии, которое необходимо передать материалу, чтобы происходило разрушение.

Так как массу мелющего шара, имеющего диаметр $\bar{d}$ и плотность ρ можно определить согласно соотношению:

$$m = \frac{\pi \cdot (\bar{d})^3}{6} \cdot \rho, \quad (1)$$

Тогда значение кинетической энергии мелющего тела в конце параболического участка траектории задается следующим соотношением:

$$T = \frac{m \cdot g^2}{2}, \quad (2)$$

где, g – скорость шара, имеющего диаметр $\bar{d}$ в точке контакта с материалом определяется, следующим соотношением:

$$g = \psi \cdot \sqrt{g \cdot R \cdot (9 - 8 \cdot \cos^2 \alpha)}, \quad (3)$$

здесь g – ускорение свободного падения;

R – радиус барабана ТШМ;

α – угол отрыва мелющего тела от корпуса барабана ТШМ, который с относительной частотой вращения мельницы связан соотношением:

$$\alpha = \arccos \psi^2, \quad (4)$$

С учетом соотношений (1), (3), (4) выражение (2) можно представить в следующем виде:

$$T = \frac{\pi \cdot (\bar{d})^3}{12} \cdot \psi^2 \cdot (9 - 8 \cdot \psi^4) \cdot \rho \cdot g \cdot R, \quad (5)$$

С другой стороны на основании результата работы [1] необходимый минимум энергии, который нужно передать частице материала, что-

бы произошло ее разрушение определяется следующим соотношением:

$$A_{\min} = \frac{12\pi \cdot \mu_2 \cdot (1 - 2 \cdot \mu_2) \cdot \delta^{\frac{1}{2}} \cdot \sigma \cdot R_2^4}{(2 - \mu_2) \cdot \sqrt{2 \cdot (1 + 2 \frac{R_2}{\bar{d}})} \cdot d_0}, \quad (6)$$

где μ_2 – коэффициент Пуассона для материала;

σ – предельно допустимое значение растягивающего напряжения, при котором происходит разрушение материала;

d_0 – средний размер диаметра частиц, образовавшихся в процессе разрушения исходной частицы;

R_2 – радиус сферической частицы исходного материала

$$\delta = \left(\frac{5}{4} \cdot \pi \cdot A \cdot g^2 \cdot \rho \cdot \frac{\sqrt{1 + \frac{2 \cdot R_2}{\bar{d}}}}{\left(1 + \frac{\rho \cdot 8 \cdot R_2^3}{\rho_1 \cdot (\bar{d})^3}\right)} \right) \quad (7)$$

здесь ρ_1 – плотность материала, а

$$A = \frac{1 - \mu_1^2}{E_1} + \frac{1 - \mu_2^2}{E_2}, \quad (8)$$

где E_1, E_2 – модуль Юнга соответственно шара и частицы материала;

μ_1 – коэффициент Пуассона мелющего шара.

Равенство соотношений (5) и (6) приводит к следующему результату:

$$\frac{(\bar{d})^3}{12} \cdot \psi^2 \cdot (9 - 8 \cdot \psi^4) \cdot \rho \cdot g = \frac{12 \cdot \mu_2 \cdot (1 - 2 \cdot \mu_2) \cdot \delta^{\frac{1}{2}} \cdot \sigma \cdot R_2^4}{(2 - \mu_2) \cdot \sqrt{2 \cdot (1 + \frac{2 \cdot R_2}{\bar{d}})} \cdot d_0} \quad (9)$$

С учетом (7) и (3) соотношение (9) можно представить в следующем виде:

$$\frac{(\bar{d})^3}{12} \cdot \psi^2 \cdot (9 - 8 \cdot \psi^4) \cdot \rho \cdot g \cdot R = \frac{12 \cdot \mu_2 \cdot (1 - 2 \cdot \mu_2) \cdot \sigma \cdot R_2^4}{(2 - \mu_2) \cdot d_0} \cdot \left(\frac{5}{4} \cdot \pi \cdot A \cdot g \cdot R \cdot \psi^2 \cdot (9 - 8 \cdot \psi^4) \cdot \rho \cdot \frac{\sqrt{1 + \frac{2 \cdot R_2}{\bar{d}}}}{\left(1 + \frac{\rho \cdot 8 \cdot R_2^3}{\rho_1 \cdot (\bar{d})^3}\right)} \right)^{\frac{1}{5}} \cdot \sqrt{2 \cdot (1 + \frac{2 \cdot R_2}{\bar{d}})} \quad (10)$$

Выражение (10) после несложных математических преобразований можно привести к следующему виду:

$$\frac{(\bar{d})^3}{12} \cdot (\psi^2 \cdot (9 - 8 \cdot \psi^4) \cdot \rho \cdot g \cdot R)^{\frac{4}{5}} = \frac{12 \cdot \mu_2 \cdot (1 - 2 \cdot \mu_2) \cdot \sigma \cdot R_2^4}{\sqrt{2} \cdot (2 - \mu_2) \cdot d_0} \cdot \frac{\left(\frac{5}{4} \cdot \pi \cdot A \cdot \left(1 + \frac{\rho \cdot 8 \cdot R_2^3}{\rho_1 \cdot (\bar{d})^3}\right) \right)^{\frac{1}{5}}}{\left(1 + \frac{2 \cdot R_2}{\bar{d}}\right)^{\frac{3}{10}}} \quad (11)$$

Полученное соотношение (11) можно рассматривать как уравнение относительно неизвестной величины $\bar{d}$.

В частности для значений $A = 2,38 \cdot 10^{-11}$ Па·с;

$\psi = 0,76$; $R = 2$ м; $g = 9,81$ м/с²;

$\rho = 7800$ кг/м³; $\rho_1 = 3300$ кг/м³;

$$\mu_2 = 1/3; \sigma = 20 \text{ мПа.}$$

Соотношение (11) приводится к следующему виду:

$$1.4651 \cdot 10^5 \cdot (\bar{d})^3 = \frac{6.998 \cdot 10^5 \cdot \left(\frac{\sqrt{1 + \frac{2 \cdot R_2}{\bar{d}}}}{1 + 18.9091 \cdot R_2^3 / (\bar{d})^3} \right)^{\frac{1}{5}} \cdot R_2^4}{d_0 \cdot \sqrt{2 + \frac{4 \cdot R_2}{\bar{d}}}} \quad (12)$$

Полученное соотношение (12) можно рассматривать как функциональную зависимость среднего диаметра мелющего шара $\bar{d}$ в зависи-

мости от размеров частиц исходного материала R_2 и среднего размера частиц конечного продукта d_0 (рис. 1).

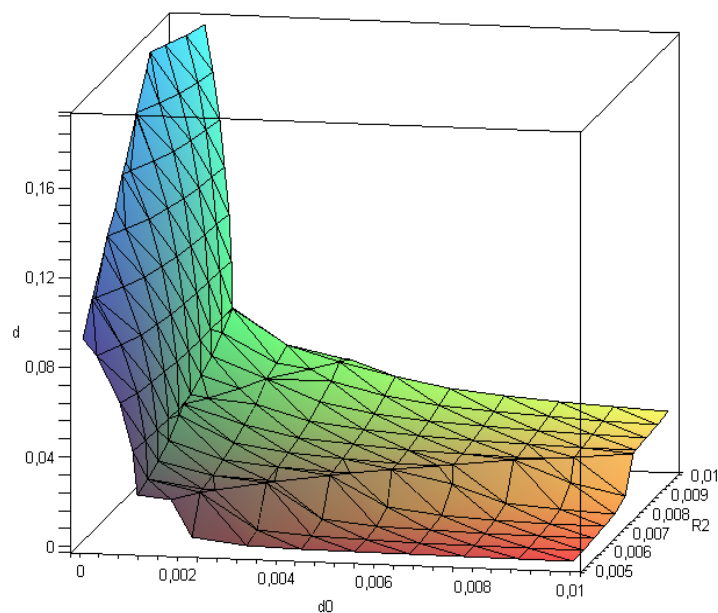


Рисунок 1. Зависимость среднего диаметра мелющего шара $\bar{d}$ от размеров частиц исходного материала R_2 и среднего размера частиц конечного продукта d_0

Как следует из приведенной графической зависимости, с увеличением среднего размера частиц готового продукта величина средневзвешенного диаметра мелющего тела уменьшается, а с увеличением начального размера частиц материала растет. Причем это изменение осуществляется по существенно нелинейному закону.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Богданов, В. С. Пути модернизации помольного оборудования. / В.С. Богданов, Р.Р. Шарапов, Ю.М. Фадин // Информсмент. – М.: Изд-во ООО «Цемклуб», 2010 – №1(26) – С. 5-19.
2. Шарапов, Р. Р. Шаровые мельницы замкнутого цикла. / Р.Р. Шарапов. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008 - 270 с.

Севостьянов В. С., д-р техн. наук, проф.,
Ильина Т. Н., канд. техн. наук, проф.,
Севостьянов М. В., канд. техн. наук, доц.,
Шкарпеткин Е. А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРОЦЕССА МИКРОГРАНУЛИРОВАНИЯ В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ

Ilina50@rambler.ru

Проведены аналитические исследования процессов фильтрации газообразной и жидкой фаз при вибро-валковом уплотнении дисперсных систем. Исследованы условия упругого последействия в сформованном микрогрануляте. Получены уравнения для расчёта конструктивно-технологических параметров уплотняющего устройства.

Ключевые слова: микрогранулирование, уплотнение, деформация, фильтрация, релаксация напряжений, уплотняющие валки, виброжёлёб.

Результаты экспериментальных исследований процесса формирования порошкообразных материалов с различными физико-механическими свойствами свидетельствуют о необходимости аналитического описания основных закономерностей указанного процесса [1]. Следует отметить, что в существующих подходах к описанию процессов уплотнения порошкообразных смесей не учитываются специ-

фические особенности процесса гранулообразования трехфазных шихт при малых давлениях формирования. Постадийный процесс уплотнения дисперсной системы, состоящей из трехфазной шихты, включает стадии удаления газообразной фазы и перемещения жидкости в поровом пространстве, формирования образца и упругой деформации (рис. 1).

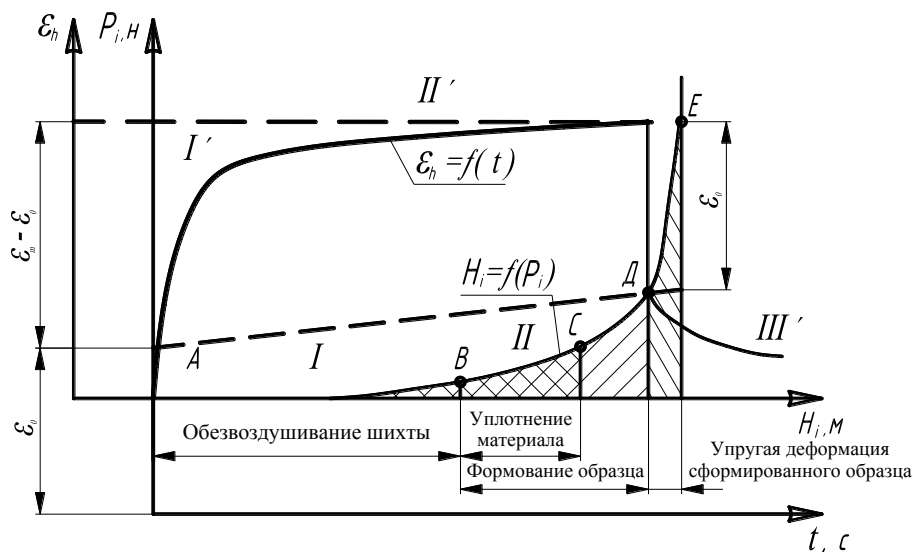


Рисунок 1. Схема постадийного процесса уплотнения трехфазной шихты

Скорости абсолютной (g_a) и относительной ($g_{отн}$) деформации равны

$$g_a = \frac{d(\Delta H)}{dt}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}; \quad g_{отн} = \frac{d(\varepsilon_H)}{dt}, \text{ с}^{-1}. \quad (1)$$

Так как $d(\varepsilon_H) = \frac{d(\Delta H)}{H_{обр}}$, где $H_{обр}$ - высота деформируемого образца, м, тогда

$$g_{отн} = \frac{d(\Delta H)}{dt} \cdot \frac{1}{H_{обр}} = \frac{g_a}{H_{обр}}, \text{ с}^{-1}. \quad (2)$$

Из приведенных выражений можно сделать следующие выводы: скорость абсолютной деформации формируемого образца изменяется пропорционально степени его уплотнения, т.е. уменьшению высоты образца. Установленные нами экспериментально общие закономерности процесса уплотнения порошкообразных шихт с различными физико-механическими характеристиками свидетельствуют о снижении величины абсолютной деформации формируемого тела с ростом внешнего усилия [2].

Величину относительной деформации шихты можно установить из выражения [3]:

$$\varepsilon_H = \frac{\bar{P}_i}{E_1} + \frac{\bar{P}_i - \bar{P}_k}{E_2} \left[1 - \exp\left(-\frac{E_2 \cdot t}{\eta_1}\right) \right], \quad (3)$$

которое свидетельствует о наличии при уплотнении шихты упругой составляющей деформации (первый член - E_1 , E_2 - модуль упругости и эластичности, соответственно) и вязко-пластической составляющей (второй член - η_1 - пластическая вязкость, P_k - предел текучести).

После дифференцирования выражения (3) по t получим

$$\bar{P}_i = E_1 \cdot g_{отн} \cdot t + \bar{P}_i - \frac{E_1(\bar{P}_i - \bar{P}_k)}{\eta_1} \cdot t \left[1 - \exp\left(-\frac{E_2 \cdot t}{\eta_1}\right) \right]. \quad (7)$$

Учитывая, что в результате преобразования уравнения (6) значение $\bar{P}_{\varepsilon=const}$ - напряжение при постоянной деформации, является составной частью выражения (7), соответственно, имеем:

$$\bar{P}_i = \bar{P}_{\varepsilon=const} + E_1 \cdot g_{отн} \cdot t. \quad (8)$$

Анализ исследуемых нами процессов уплотнения и деформации трехфазной шихты,

$$g_{отн} = \frac{g_{\varepsilon_H}}{E_1} + \frac{\bar{P}_i - \bar{P}_k}{\eta_1} \exp\left(-\frac{E_2 \cdot t}{\eta_1}\right), \quad (4)$$

где g_{ε_H} - скорость нарастания напряжения в процессе уплотнения частиц сформованного тела, $\text{Н/м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$.

При реализации процесса формирования шихты способом гранулообразования в отличие от процесса прессования, как правило, используются незначительный диапазон внешнего силового воздействия в различных вариантах его реализации (окашивание, виброгранулирование, экструдирование, центробежное формирование и др.), что свидетельствует о необходимости изучения условий напряженного состояния сформованных тел при прекращении внешнего силового воздействия.

При вышеуказанном условии $g_{отн} = 0$ выражение (4) принимает вид:

$$0 = \frac{g_{\varepsilon_H}}{E_1} + \frac{\bar{P}_i - \bar{P}_k}{\eta_1} \exp\left(-\frac{E_2 \cdot t}{\eta_1}\right), \quad (5)$$

откуда скорость падения напряжения при прекращении силового воздействия

$$g_{\varepsilon_H} = -E_1 \cdot \frac{\bar{P}_i - \bar{P}_k}{\eta_1} \cdot \exp\left(-\frac{E_2 \cdot t}{\eta_1}\right). \quad (6)$$

Отсюда следует важный для практики формирования смесей вывод о том, что при постоянной скорости их деформации скорость падения напряжения в материале пропорциональна скорости пластических деформаций. При создании технических средств для реализации процесса формирования необходимо обеспечить временные условия для релаксации напряжений в материале, возникающих при его деформировании, т.е. время релаксации должно быть достаточным для превращения упругих деформаций в пластические:

описанных аналитическими выражениями, показывает, что при внешнем давлении уплотнения, не превышающем предела текучести упруго-вязко-пластической шихты (на стадии ее обезвоздушивания), скорость ее деформации существенно не влияет на сопротивление деформации (напряжения) со стороны уплотняемой шихты.

При внешнем давлении, превышающем предел текучести влажной шихты, сопротивление деформации зависит от скорости деформации, требующей определенного времени релаксации упруго-вязко-пластической структуры.

Указанные общие закономерности необходимо учитывать при разработке процессов формирования гранул и технических средств для его реализации.

Из известных технологических приемов удаления газообразной фазы при формировании порошкообразных смесей (виброуплотнение, вакуумирование, шнековое предуплотнение и др.), наиболее целесообразно применять способ комбинированного воздействия. Это может

обеспечить не только рациональный способ предподготовки уплотняемой смеси к гранулообразованию при минимальных энергозатратах, но и позволит сочетать два технологических приема: удаление газообразной фазы и получение микроразродышей (микрогранулята), являющихся центрами гранулообразования.

Техническим решением указанного технологического приема может служить вибровальковый способ предварительного уплотнения шихты, который позволит сочетать удаление газообразной фазы и получение микроразродышей (микрогранулята), являющихся центрами гранулообразования, за счёт профильной поверхности валков (рис. 2).

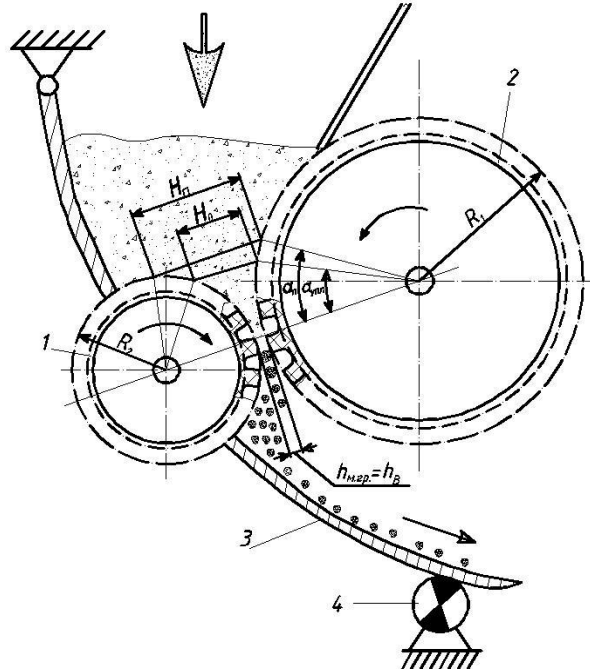


Рисунок 2. Схема процесса предварительного уплотнения: 1, 2 – уплотняющие валки; 3 – виброжелоб; 4 – вибратор

На процесс предварительного уплотнения шихты большое влияние оказывают ее физико-механические параметры: сыпучесть материала, зависящая от гранулометрического состава и влажности материала, формы его частиц; коэффициенты внутреннего и внешнего трения, скорость удаления газообразной фазы и др.

Сыпучесть порошкообразных материалов q можно представить для нашего случая в виде функции [4].

$$q = f \left(Ar, \frac{h_{м.зр}}{H_0}, f_i, \frac{h_{м.зр}}{d_{ср.взв}} \right), \quad (9)$$

где Ar – критерий Архимеда; $h_{м.зр}$ – толщина уплотненного между валками слоя материала (микрогранулята), м; H_0 – толщина исходного слоя материала, м; f_i – коэффициент внутренне-

го трения; $d_{ср.взв}$ – средневзвешенный размер частиц, м.

Массовый расход материала с учетом его сыпучести q через межвальковый зазор равен

$$G_q = Bh_B \cdot q. \quad (10)$$

Массовый расход материала при его микрогранулировании

$$G_{м.зр} = B \cdot h_B \cdot \mathcal{G}_{м.зр\max} \cdot \rho_{м.зр}. \quad (11)$$

С учетом закона сохранения массы $G_q \geq G_{м.зр}$ или с учетом значений (10) и (11) получим численное значение минимальной скорости микрогранулирования

$$\mathcal{G}_{м.зр\min} = \frac{q}{\rho_{м.зр}}. \quad (12)$$

$$\mathcal{G}_{з.ф} = \mathcal{G}_{\max} \left(\frac{\rho_{м.зр}}{\rho_0} - 1 \right) \frac{h_{м.зр}}{h_{м.зр} + (R_1 + R_2)(1 - \cos \alpha_{\text{упл.о}})}. \quad (14)$$

С учетом $Re_{кр} = \frac{\mathcal{G}_{кр} \cdot d_{ср.взв}}{\nu}$, а также выражений (13) и (14) получим максимальную скорость предварительного уплотнения шихты

$$\mathcal{G}_{\max} = \frac{Ar^{0,68} \cdot H_0 \cdot \nu \cdot \rho_0}{600 \cdot h_{м.зр} \cdot (\rho_{м.зр} - \rho_0) d_{ср.взв}}. \quad (15)$$

Таким образом, при разработке конструктивно-технологических решений процесса микрогранулирования порошкообразных частиц в устройствах валькового типа необходимо соблюдать условие $\mathcal{G}_{м.зр\min} \leq \mathcal{G}_f \leq \mathcal{G}_{м.зр\max}$ т.е.

$$\frac{q}{\rho_{м.зр}} \leq \pi D_1 n_e \leq \mathcal{G}_{\max} = \frac{Ar^{0,68} \cdot H_0 \cdot \nu \cdot \rho_0}{600 \cdot h_{м.зр} \cdot (\rho_{м.зр} - \rho_0) d_{ср.взв}},$$

откуда частота вращения формирующего вала

$$n_e \geq \frac{q}{\pi D_1 \rho_{м.зр}}, \quad (16)$$

$$n_e \leq \frac{Ar^{0,68} \cdot H_0 \cdot \nu \cdot \rho_0}{1884 \cdot D_1 \cdot h_{м.зр} \cdot (\rho_{м.зр} - \rho_0) d_{ср.взв}}.$$

Максимальное значение скорости микрогранулирования $\mathcal{G}_{м.зр\max}$ ограничивается скоростью фильтрации газообразной фазы (воздуха), движущейся навстречу уплотняемому слою порошкообразного материала и затрудняющей его доставку в зону уплотнения между валками.

Критическая скорость фильтрации газообразной фазы через слой порошкообразного материала ограничивает значение $\mathcal{G}_{м.зр\max}$ и определяется значением критерия Рейнольдса [4]:

$$Re_{кр} = \frac{Ar^{0,68}}{600} \left[\frac{H_{\text{пл}}}{h_{м.зр} + (R_1 + R_2)(1 - \cos \alpha_{\text{упл.о}})} \right]. \quad (13)$$

Полагая, что расход газообразной фазы через верхнее сечение зоны уплотнения шириной $H_0 = h_{м.зр} + (R_1 + R_2)(1 - \cos \alpha_{\text{упл.о}})$ составляет $Q_{з.ф} = BH_0 \mathcal{G}_{з.ф}$, определяем критическую скорость фильтрации газообразной фазы

Если процесс предварительного уплотнения формируемой порошкообразной смеси не сопровождается значительными энергозатратами, то процесс деформирования уплотненной влагонасыщенной шихты сопровождается как структурно-механическими изменениями формируемых образцов (переориентацией и упаковкой полидисперсных частиц, их адгезионо-аутогезионным взаимодействием и др.), так и миграцией жидкой фазы из зон наибольшего напряжения.

Для описания этого процесса использовано уравнение фильтрации Дарси, при решении которого получено уравнение для расчёта необходимого времени фильтрации жидкости через зернистый слой формируемой смеси:

$$\tau_{\text{ф}} = 0,5 \eta_{\text{ж}} \cdot r_0 \cdot X_0 \frac{V_{\text{ж}}^2}{S^2 \cdot \Delta P}. \quad (17)$$

где r_0 , X_0 – удельное сопротивление и приведенная толщина слоя зернистой среды, м^{-1} , соответственно.

В силу несжимаемости жидкой фазы и недостаточности времени ее фильтрации в слое формируемой смеси при $\Delta P = \text{const}$ значительно возрастают упругие деформации в формируемом теле, что не способствует наиболее плотной

упаковке частиц, а следовательно, проявлению сил сцепления между ними.

Проведенные нами теоретические исследования процесса постадийного уплотнения влагонасыщенных порошкообразных материалов свидетельствуют о необходимости при формировании микрогранулята обеспечивать определенную выдержку формируемой шихты под давлением. Это способствует не только созданию благоприятных условий для окончательного удаления газообразной фазы из формируемого материала, но и обеспечению релаксации появившихся напряжений в микрогранулах, а также создает необходимые условия для фильтрации жидкой фазы в межпоровом пространстве.

Изучение процессов деформирования порошкообразных материалов и их релаксации после снятия напряжения позволило установить необходимое время упругой релаксации материала:

$$\tau_{упр.р} = \frac{(\ln \sigma_0 - \ln \sigma_\tau) \Theta}{\ln l}, \quad (18)$$

где σ_0 - начальное напряжение материала, Н/м²; σ_τ - текущее напряжение в слое формируемого материала, Н/м²; Θ - период упругой релаксации

$$\frac{\Theta(\ln \sigma_0 - \ln \sigma_\tau)}{\ln l} \leq \frac{2}{\pi n_{ф.в.}} \sqrt{\frac{P(1-\mu^2)}{\pi E_{ф.в.} R_{ф.в.}}} \geq 0,5 \eta_{ж} g_0 X_0 \frac{V_{ж}^2}{S^2 \Delta P}, \quad (20)$$

откуда, для обеспечения упругой релаксации материала

$$n_{ф.в.} \leq \frac{2 \ln l \cdot \sqrt{P(1-\mu^2)}}{\pi (\ln \sigma_0 - \ln \sigma_\tau) \Theta \cdot \sqrt{\pi E_{ф.в.} R_{ф.в.}}}. \quad (21)$$

Для обеспечения условий фильтрации жидкой фазы

$$n_{ф.в.} \leq \frac{2 \cdot \sqrt{P(1-\mu^2)} \cdot S^2 \Delta P}{0,5 \eta_{ж} r_0 X_0 V_{ж}^2 \cdot \sqrt{\pi E_{ф.в.} R_{ф.в.}}}. \quad (22)$$

Для обеспечения заданной производительности гранулятора при получении качественной продукции необходимо учитывать требуемые значения $n_{ф.в.}$.

На структурообразование гранул при их постадийном формировании важное значение оказывает процесс микрогранулирования (образования уплотненных зародышей), который в

ции формируемого материала, с, l - длина площади контакта между формирующими вальками, м.

Кроме того, как показали проведенные нами исследования, при гранулировании влагонасыщенных материалов с развитой поверхностью, таких как: перлит, вермикулит, волокнистые целлюлозно-бумажные отходы, высокодисперсные материалы ($S_{ж0} > 500-600$ м²/кг) с повышенной водопотребностью (зольные отходы ТЭС, карбонатно-глинистый и алюмосиликатные материалы, пылеунос сушильных и обжиговых агрегатов и др.) для снижения упругой деформации жидкой фазы в зернистом слое необходимо определенное время уплотнения и деформации. С использованием теории упругости и пластичности [5] получено уравнение для определения времени уплотнения деформации.

$$\tau_{упл.д} = \frac{2}{\pi n_{ф.в.}} \sqrt{\frac{P(1-\mu^2)}{\pi E_{ф.в.} R_{ф.в.}}}, \quad (19)$$

где $E_{ф.в.}$ - модуль упругости, коэффициент Пуассона материала формирующих валков радиусом $R_{ф.в.}$, соответственно.

Тогда при заданных условиях можно установить $\tau_{упр} \leq \tau_{упл.д} \geq \tau_{ф.т.}$, т.е.

дальнейшем стабилизирует качественные характеристики гранул (их геометрические размеры, форму, плотность и др.)

В этой связи при рассмотрении условий микрогранулирования материала при его предварительном уплотнении было получено следующее выражение:

$$n \leq \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{[K_{м.к.} - \sigma_r(1+K_\varphi)\zeta]}{[K_{упл.} \cdot \rho_0 \cdot r_{0,м.к.} (r_0 + r_{0,м.к.})] (1+K_\varphi)}}, \quad (23)$$

где $K_{м.к.} = 2K_{сш} \cos \varphi$ и $K_\varphi = \sin \varphi$ (φ - угол внутреннего трения материала, $K_{сш}$ - коэффициент сцепления) [6], где $\zeta = \frac{2\kappa_\varphi}{1+\kappa_\varphi} = \frac{2 \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$.

Окончательно получим

$$n \leq \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2K_{сш} \cos \varphi - \sigma_r(1+K_\varphi)\zeta}{K_{упл.} \cdot \rho_0 \cdot r_{0,м.к.} (r_0 + r_{0,м.к.}) (1 + \sin \varphi)}}. \quad (24)$$

Это выражение, характеризующее общие условия процесса микрогранулирования частиц способом их объемного сжатия, позволяет установить не только скоростной параметр динамического воздействия на уплотняемые частицы для данного технического решения (уплотняющих валков), но и позволяет определить влияние других физико-механических характеристик материала и технологических параметров уплотняющего устройства на процесс гранулообразования.

С увеличением коэффициента уплотнения смеси $K_{упл}$ значения « H_0 » (см. рис. 2) должны быть уменьшены, т.к. для достижения большей степени деформации уплотняемых частиц необходим больший период динамического воздействия (время формования), а это может быть достигнуто лишь при меньшей частоте вращения уплотняющих валов, либо при увеличении их геометрических размеров. Для уплотняющих валков большего диаметра, соответственно, возрастает и время деформации материала.

Данное утверждение подтверждается полученным аналитическим выражением, согласно которому длина зоны уплотнения и деформации частиц равна $L_{упл.д} = \frac{2\pi r_1 \alpha_0}{360}$, а длительность процесса

$$t = \frac{\alpha_0}{360n} = \frac{\arccos \left[1 - \frac{H_0 - 2(r_{м.к.} - R_{ср} - r_1)}{2R_{ср}} \right]}{360n}. \quad (25)$$

С увеличением геометрических размеров микрогранул (до $r_{м.к.}$) время динамического воздействия на уплотняемые частицы также должно быть увеличено, а частота вращения уплотняющих валков, соответственно, уменьшена. Это обусловлено необходимостью создания благоприятных условий для удаления газообразной

фазы из уплотняемой смеси, осуществления миграционных процессов жидкой фазы, а также обеспечения равномерного распределения напряжений по объему формируемых микрогранул.

Таким образом, проведенные нами теоретические исследования позволяют научно обоснованно подходить к разработке конструктивно-технологических решений для реализации процесса гранулообразования в дисперсных системах с различными физико-механическими свойствами материалов, учитывая условия уплотнения и упругого последствия в сформованном микрогрануляте.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильина, Т.Н. Процессы агломерации в технологиях переработки дисперсных материалов : Монография / Т.Н. Ильина. – Белгород : Изд. БГТУ, 2009. – 229 с.
2. Ильина, Т.Н. Механизм постадийного гранулообразования полидисперсных материалов / Т.Н. Ильина, В.С. Севостьянов, В.И. Уральский, М.В. Севостьянов, Е.А. Шкарпеткин // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2010. - № 4. – С.3 – 7.
3. Ничипоренко, С.П. Основные вопросы теории процессов обработки и формования керамических масс. – Киев: Изд. АН УССР, 1960. – 112 с.
4. Генералов, М. Б. Расчет оборудования для гранулирования минеральных удобрений / М.Б. Генералов, П.В. Классен, И.П. Шомин. – М.: Машиностроение, 1984. – 192с.
5. Рындин, Н.И. Краткий курс теории упругости и пластичности. – Л.: Изд. Ленинград. ун-та, 1974. – 134 с.
6. Терцаги, К. Теория механики грунтов. – М.: Гостройиздат, 1961. – 86 с.

Ханина О. С., канд. техн. наук, ст. преп.,
Воронов В. П., канд. физ.-мат. наук, проф.,
Ханин Д. С. аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСЕВОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА ВО ВРАЩАЮЩЕМСЯ БАРАБАНЕ*

Unique.ox@gmail.com

Установлены закономерности изменения осевой скорости движения сыпучего материала и времени его пребывания во вращающемся барабане в зависимости от его конструктивных параметров.

Ключевые слова: скорость движения, вращающийся барабан, сыпучий материал, время пребывания.

Рассмотрим движение сыпучего материала вдоль оси вращения барабана. Введем, согласно расчетной схеме (рис.1), двумерную систему координат XOY.

Пусть барабан трубной шаровой мельницы вращается с частотой ω , тогда слой сыпучей среды материала, прилегающий к барабану, будет вовлекаться во вращательное движение с частотой:

$$\omega' = \alpha \cdot \omega, \quad (1)$$

где α – коэффициент, учитывающий величину проскальзывания загрузки относительно барабана.

Обозначим через v_x скорость осевого движения материала внутри барабана, тогда для некоторой выделенной в начале координат массы сыпучего материала на основании второго закона Ньютона можно записать:

$$m \frac{d\vec{v}_x}{dt} = \vec{F}_n + \vec{F}_c, \quad (2)$$

где m – выделенная масса сыпучего материала, кг; $\vec{F}_n$ – сила подпора сыпучего материала по длине барабана, Н; $\vec{F}_c$ – сила сопротивления движению материала барабана, Н.

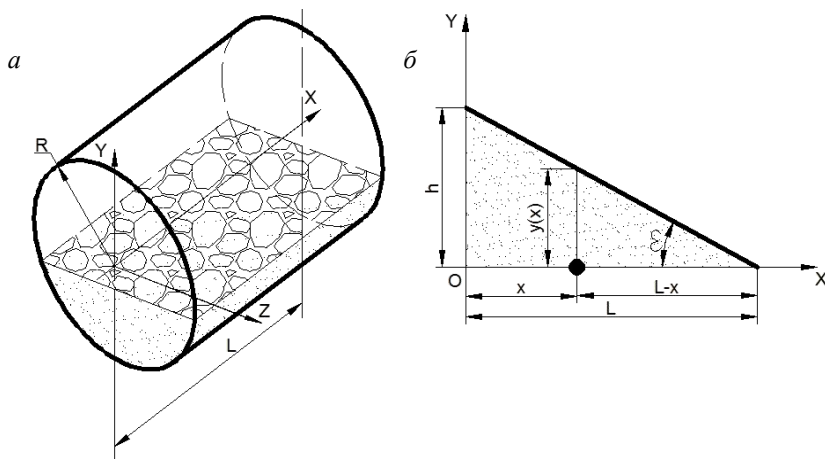


Рисунок 1. Расчетные схемы, задающие:

a – конструктивные R и L, б – технологические параметры h, ε сыпучего материала

Значения сил, действующих на выделенную в начале координат массу сыпучей среды, определяются следующими соотношениями:

$$\vec{F}_n = -\text{grad}U, \quad (3)$$

$$\vec{F}_c = m \cdot \omega' \cdot \vec{v}_x. \quad (4)$$

Соотношение (4) записано в предположении, что сила сопротивления осевому движению материала носит «стоковский характер» и поэтому пропорциональна скорости осевого движения сыпучей среды, а коэффициент пропорциональности в свою очередь зависит от выделенной массы сыпучего материала и ее частоты вращения, определяемой выражением (1). В правой части выражения (3) стоит величина U , которая представляет собой значение потенциальной энергии сыпучей среды в произвольной точке «х» на интервале значений от нуля до L [2]. Согласно расчетной схеме (рис. 1, б) величина потенциальной энергии в произвольной точке «X» задается следующим соотношением:

$$U(x) = m \cdot g \cdot y(x), \quad (5)$$

где g – ускорение свободного падения; $y(x)$ – функция, характеризующая высоту слоя сыпучего материала в произвольной точке «х».

$$y(x) = \frac{h \cdot (L - x)}{L}, \quad (6)$$

где h и l – параметры, характеризующие сыпучий материал (см. рис.1).

Если учесть, что

$$\text{tg}(\varepsilon) = \frac{h}{L}, \quad (7)$$

где ε – угол естественного откоса сыпучего материала [1], рад; то с учетом (6) и (7) соотношение (5) принимает следующий вид:

$$U(x) = m \cdot g \cdot (L - x) \text{tg}(\varepsilon), \quad (8)$$

На основании соотношения (8) выражение (3) для силы подпора приводится к следующему виду:

$$\vec{F}_n = m \cdot g \cdot \text{tg}(\varepsilon) \cdot \vec{i}, \quad (9)$$

здесь $\vec{i}$ – единичный орт вдоль оси OX.

С учетом соотношений (4) и (9) проекция векторного уравнения (2) на ось OX приводится к следующему виду:

$$\frac{dv_x}{dt} = -\omega' \cdot v_x + g \cdot \text{tg}(\varepsilon). \quad (10)$$

Полученное уравнение (10) описывает движение сыпучей среды вдоль оси барабана мельницы в зависимости от частоты вращения

сыпучего материала и угла естественного откоса.

Решение уравнения (10) будем искать в следующем виде:

$$v_x = c(t) \cdot e^{-\omega' \cdot t}, \quad (11)$$

где неизвестная функция $c(t)$ должна удовлетворять следующему дифференциальному уравнению:

$$c'(t) = g \cdot \text{tg}(\varepsilon) \cdot e^{\omega' \cdot t}, \quad (12)$$

Решение уравнения (12) имеет вид:

$$c(t) = \frac{g}{\omega'} \cdot \text{tg}(\varepsilon) \cdot e^{\omega' \cdot t} + C_0, \quad (13)$$

Подстановка (13) в (11) приводит к следующему результату:

$$v_x = \frac{g}{\omega'} \cdot \text{tg}(\varepsilon) + C_0 e^{-\omega' \cdot t}, \quad (14)$$

Постоянную интегрирования, входящую в выражение (14) можно определить исходя из следующего начального условия:

$$t=0; v_x=0. \quad (15)$$

Применяя (15) к соотношению (14) позволяет, находим, что:

$$C_0 = -\frac{g}{\omega'} \cdot \text{tg}(\varepsilon), \quad (16)$$

Подстановка выражений (16) и (1) в (14) позволяет последнее представить в окончательном виде:

$$v_x = v_0 (1 - e^{-\alpha \cdot \omega \cdot t}), \quad (17)$$

где введено следующее обозначение:

$$v_0 = \frac{g \cdot \text{tg}(\varepsilon)}{\alpha \cdot \omega}, \quad (18)$$

Графическая зависимость, построенная по соотношению (17) представлена на рис. 2.

Анализ графической зависимости, представленной на рис. 2, позволяет сделать вывод о том, что по истечении неустановившегося режима (около 3 секунд) осевая скорость движения сыпучей среды стремится к своему предельному постоянному значению v_0 . Тогда путь, пройденный материалом в барабане вдоль оси OX за время t , будет определяться следующим уравнением:

$$x = v_0 \cdot t. \quad (19)$$

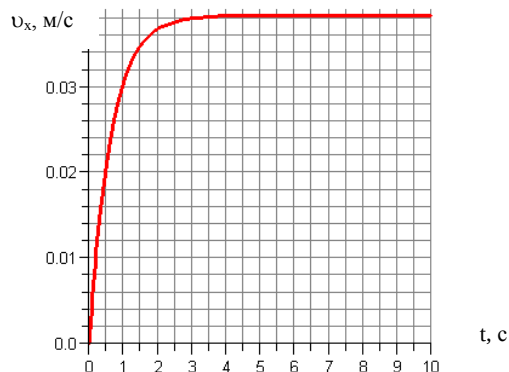


Рисунок 2. Зависимость скорости движения сыпучего материала в направлении продольной оси барабана от времени его пребывания в барабане для значений $L=8$ м; $h=0,05$ м; $v_0=0,038$ м/с

На основании соотношений (18) и (19) находим, что время пребывания материала в трубной мельнице, имеющей длину L , равно:

$$t(L) = \frac{\alpha \cdot L \cdot \omega}{g \cdot \tan(\varepsilon)}. \quad (20)$$

С учетом (7) соотношение (20) принимает вид:

$$t(L) = \frac{\alpha \cdot L^2 \cdot \omega}{g \cdot h}. \quad (21)$$

Графическая зависимость, построенная по соотношению (21) приведена на рис. 3.

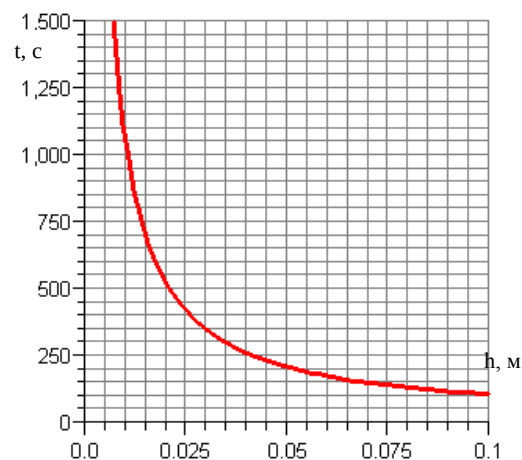


Рисунок 3. Зависимость времени пребывания сыпучего материала во вращающемся барабане от высоты подачи сыпучей среды при $\alpha=0,8$; $\omega=2$ с⁻¹; $L=8$ м

Если измерять частоту вращения барабана в долях от критической частоты вращения, чтобы:

$$\omega = \psi \cdot \omega_k = \psi \sqrt{\frac{g}{R}}, \quad (22)$$

то подстановка соотношения (22) в (21) приводит его к окончательному виду:

$$t(L) = \frac{\alpha \cdot L^2 \cdot \psi}{\sqrt{g \cdot R \cdot h}}, \quad (23)$$

где R – радиус барабана, м.

Таким образом, согласно проведенным расчетам можно заключить, что время пребывания сыпучего материала во вращающемся барабане

пропорционально квадрату его длины, частоте вращения и обратно пропорционально высоте подачи сыпучего материала.

На рис. 4 приведена графическая зависимость времени пребывания сыпучего материала от его конструктивных параметров.

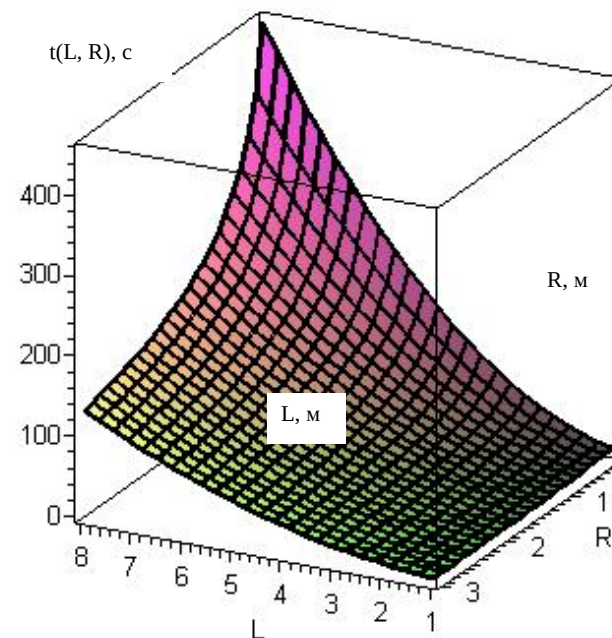


Рисунок 4. Зависимость времени пребывания сыпучего материала во вращающемся барабане от его длины и радиуса при $h=0,05$ м; $\psi=0,76$ н.п.; $\alpha=0,8$

Определение скорости и времени движения сыпучего материала во вращающемся барабане необходимо для установления основных параметров, характеризующих процессы его измельчения и классификации в агрегатах барабанного типа.

**Статья подготовлена и опубликована при финансовой поддержке Федерального агентства по науке и инновациям совместно с Советом по грантам при Президенте Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (грант МК-3414.2009.8).*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гячев, Л.В. Основы теории бункеров./Л. В. Гячев. – Новосибирск: Изд-во Носиб. ун-та, 1992. – 312 с.
2. Зенков, Г.Л. Механика насыпных грунтов (основания расчета погрузочно-разгрузочных и транспортных устройств) / Г.Л. Зенков. – М.: Машиностроение, 1964. – 252 с.

К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРОЦЕССОВ РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦАХ

kyudin@mail.ru

В статье автором предлагается методика определения оптимальных воздействий мелющих тел на измельчаемый материал в шаровых мельницах на основе лабораторных испытаний и моделирования ударных и истирающих воздействий мелющих тел на единичные частицы материала.

Ключевые слова: математическое моделирование, шаровая мельница, гранулометрический состав, ударные воздействия, истирающие воздействия.

Моделирование – воспроизведение свойств исследуемого объекта в специально построенной модели. Посредством моделирования могут решаться различные задачи по модернизации конкретного оборудования и производства в целом.

В настоящее время возрастает значение математического моделирования и, в частности, моделирования процессов разрушения материалов в шаровых барабанных мельницах. Большой опыт использования шаровых мельниц позволяет позиционировать их в качестве основных помольных агрегатов. Моделирование предопределяет разумный компромисс между сложностью моделей и их детерминированностью, с одной стороны, и прогностическими возможностями и простотой численного эксперимента, с другой.

Необходимо создание таких условий измельчения материала, при которых обеспечивается выпуск конечного продукта с заданным гранулометрическим составом без переизмельчения при минимально необходимых энергиях разрушения частиц исходного материала.

Определение оптимальных воздействий мелющих тел на измельчаемый материал возможно в лабораторных условиях при моделировании воздействия мелющих тел и создания максимально приближенных к ним воздействий в промышленных мельницах для исключения недоизмельчения и переизмельчения.

Объектом исследования является процесс разрушения частиц материала. Несмотря на множество теорий разрушения (В.М. Финкель, А.А. Гриффитс, И. Брах, Р.Т. Хукки, Р.И. Чарльз) [1], применение теории разрушения единичных частиц материала в шаровой барабанной мельнице значительно ограничивалось отсутствием информации о характере и величинах нагрузок, действующих на них.

Режимы работы мелющей загрузки мельницы, при которых материал измельчается за

счет удара, истирания, раздавливания являются с точки зрения энергетического воздействия мелющих тел на измельчаемый материал далеко не оптимальными.

Для повышения эффективности измельчения материалов в мельницах требуется решение двух задач: определения оптимальных параметров воздействия мелющих тел на частицы материала и создание таких режимов работы мелющей среды, при которых обеспечиваются эти оптимальные воздействия.

В идеальном случае получаемые регрессионные модели должны включать в себя параметры, которые отражают характерные физические свойства измельчаемого материала и шаровых мельниц. Только в процессах, таких, как единичное ударное воздействие на монослой идентичных частиц при исключении повторного дробления осколков может быть получена информация о разрушении измельчаемого материала в целом.

При исследовании истирания исследуемая трибологическая система должна рассматриваться как подвергаемый нагрузке комплекс, включающий контртело, индентор и промежуточный материал. В качестве контртела и индентора выступают или шары, или футеровка барабана мельницы и шар, а в качестве промежуточного материала – клинкер.

С точки зрения эффективности работы помольного агрегата наиболее важен контроль тонкости помола и определения фракционного состава получаемого продукта. В качестве выходной характеристики экспериментальных исследований был принят фракционный (гранулометрический) состав подвергнутых ударному и истирающему воздействию частиц клинкера ЗАО "Белгородский цемент". Для определения гранулометрического состава получаемого продукта применялся ситовой (весовой) анализ.

Получив для каждой точки плана эксперимента значения остатков на ситах, целесообразно

но использовать значения характеристического размера зерна (d') и коэффициент однородности (n) в качестве комплексных параметров, характеризующих разрушение частиц материала.

Продукты измельчения с хорошей степенью точности описываются уравнением Розина - Раммлера – Беннета:

$$R = 100 \cdot \exp \left(- \left(\frac{d}{d'} \right)^n \right) \quad (1)$$

где R – остаток на сите с размером ячеек d , %;

$$d' = 21.605 - 8.277X_1 - 10.214X_2 + 11.634X_3 - 4.887X_4 - 2.023X_1^2 + 9.697X_2^2 - 5.571X_3^2 - 7.707X_4^2 + 6.071X_1X_2 - 7.501X_1X_3 + 5.983X_1X_4 - 5.788X_2X_3 + 4.977X_2X_4 - 6.802X_3X_4$$

$$n = 0.563 + 0.023X_1 - 0.001X_2 + 0.018X_3 + 0.012X_4 + 0.064X_1^2 + 0.039X_2^2 + 0.105X_3^2 + 0.032X_4^2 - 0.020X_1X_2 + 0.005X_1X_3 - 0.019X_1X_4 - 0.028X_2X_3 + 0.024X_2X_4 + 0.029X_3X_4$$

Уравнения регрессии второго порядка в нормированном виде для d' и n при истирающем воздействии (X_1 – сила нормального давления шара на частицу клинкера; X_2 – угло-

d' и n – параметры, значения которых определяются свойствами измельчаемого материала и условиями измельчения. При прочих равных условиях d' и n зависят от физико-механических свойств клинкера, которые отражаются на его измельчаемости.

Уравнения регрессии второго порядка в нормированном виде для d' и n при ударном воздействии (X_1 – высота падения шара; X_2 – диаметр шара; X_3 – размер частиц клинкера; X_4 – объемная масса клинкера):

вая скорость вращения шара; X_3 – объемная масса клинкера; X_4 – размер частиц; X_5 – время истирания):

$$d' = 0.138 - 0.002X_1 - 0.002X_2 + 0.011X_3 + 0.003X_4 - 0.011X_5 + 0.002X_1^2 - 0.011X_2^2 + 0.002X_3^2 + 0.023X_4^2 + 0.014X_5^2 + 0.004X_1X_2 + 0.019X_1X_3 - 0.002X_1X_4 - 0.007X_1X_5 - 0.006X_2X_3 - 0.008X_2X_4 + 0.015X_2X_5 + 0.022X_3X_4 - 0.001X_4X_5$$

$$n = 1.084 - 0.041X_1 - 0.049X_2 + 0.078X_3 + 0.055X_4 - 0.077X_5 + 0.033X_1^2 - 0.053X_2^2 + 0.018X_3^2 + 0.139X_4^2 + 0.054X_5^2 + 0.017X_1X_2 + 0.076X_1X_3 - 0.031X_1X_4 + 0.048X_1X_5 - 0.032X_2X_3 - 0.053X_2X_4 + 0.183X_2X_5 + 0.191X_3X_4$$

Для построенных уравнений регрессии была установлена адекватность полученных моделей.

Далее определяются зависимости d' и n от энергетических характеристик процесса разрушения частиц материала.

В общем случае кинетическая энергия при ударном воздействии на частицу клинкера равна

$$E_y = \frac{\pi \cdot g}{6} \cdot \rho_0 \cdot D^3 \cdot H, \quad (2)$$

$$d' = 12.847 - 3.224 \cdot E_y + 6.706 \cdot d - 0.478 \cdot p + 1.926 \cdot E_y^2 - 1.963 \cdot d^2 - 4.099 \cdot p^2 - 1.1 \cdot E_y \cdot d - 0.351 \cdot E_y \cdot p - 1.135 \cdot d \cdot p \quad (3)$$

$$n = 0.647 + 0.003 \cdot E_y + 0.011 \cdot d + 0.016 \cdot p + 0.024 \cdot E_y^2 + 0.091 \cdot d^2 + 0.019 \cdot p^2 - 0.017 \cdot E_y \cdot d + 0.01 \cdot E_y \cdot p + 0.03 \cdot d \cdot p$$

При истирающем воздействии на частицу энергия определяется как работа силы трения, зависящая от коэффициента трения (f), пути фрикционного контакта (S) и контактного давления (P). Так как работа по истиранию равна энергии E_n , израсходованной на измельчение путем истирания, то

$$E_n = f \cdot \omega \cdot t \cdot \frac{D}{2} \cdot P, \quad (4)$$

где P , ω , t – первый, второй и пятый факторы в пятифакторном эксперименте по истирающему разрушению частиц клинкера.

Для рассчитанных в каждой точке плана эксперимента значений энергии взаимодействия

при истирании $E_{и}$ были получены уравнения от $E_{и}$, d , ρ (в нормированных величинах): квадратичной регрессии d' и n в зависимости

$$d' = 0.135 - 0.0065 \cdot E_{и} + 0.0086 \cdot \rho - 0.0146 \cdot d + 0.013 \cdot E_{и}^2 + 0.009 \cdot \rho^2 + 0.0009 \cdot d^2 + 0.014 \cdot E_{и} \cdot \rho - 0.0073 \cdot E_{и} \cdot d + 0.013 \cdot \rho \cdot d \quad (5)$$

$$n = 0.988 - 0.073 \cdot E_{и} + 0.088 \cdot \rho + 0.045 \cdot d + 0.122 \cdot E_{и}^2 + 0.027 \cdot \rho^2 + 0.148 \cdot d^2 + 0.052 \cdot E_{и} \cdot \rho - 0.059 \cdot E_{и} \cdot d + 0.167 \cdot \rho \cdot d$$

Представленная методика позволяет получить зависимости параметров гранулометрического состава продуктов разрушения частиц клинкера от энергетических характеристик воздействия мелющих тел и двух параметров исходного материала – размера частиц клинкера и их объемной массы.

Поскольку целью оптимизации является определение минимально необходимых энергий

для измельчения частиц материала, то для определения минимально необходимых энергий ударного и истирающего воздействий на частицы материала с различным размером d , учитывая характер зависимостей $d'(E_y)$, $d'(E_{и})$ и наличие у них минимумов, найдем значения $E_{y \min}$ и $E_{и \min}$ в зависимости от размера частиц d . Для этого возьмем частные производные d' по d :

$$\frac{\partial d'(E_y)}{\partial d} = 6.706 - 2 \cdot 1.963 \cdot d - 11 \cdot E_y - 1135 \cdot \rho$$

$$\frac{\partial d'(E_{и})}{\partial d} = -0.0146 + 2 \cdot 0.0009 \cdot d - 0.0073 \cdot E_{и} + 0.013 \cdot \rho \quad (6)$$

и приравняем их к нулю, так как в точке экстремума (в нашем случае – минимум) производная обращается в ноль. Получим следующие линейные зависимости $E_{y \min}$ и $E_{и \min}$ от изменения d :

$$E_{y \min} = \frac{6.706 - 3.926 \cdot d - 1.135 \cdot \rho}{11} \quad (7)$$

$$E_{и \min} = \frac{-0.0146 + 0.0018 \cdot d + 0.013 \cdot \rho}{0.0073}$$

Графически зависимости $E_{y \min}$ и $E_{и \min}$ представлены на рисунке 1 для случая нормированного значения $\rho=0$.

Как следует из рисунка 1, существует граничное значение размера частиц d_r (точка В) такое, что частицы размером $d < d_r$ эффективно измельчаются истиранием (участок АВ), а частицы размером $d > d_r$ – ударом (участок ВС). Полученные зависимости полностью соответ-

ствуют известному положению о том, что мелкие фракции эффективнее измельчаются истиранием, а крупные – ударом.

В исходном материале присутствуют частицы разных размеров, а гранулометрический состав обычно характеризуется процентным содержанием нескольких классов, определим для каждого класса среднее значение диаметра частиц как полусумму граничных значений класса. А затем по линейным зависимостям $E_{и \min}(d)$ и $E_{y \min}(d)$ (см. рисунок 1) определяется для каждого $d_{кр}$ значения энергии взаимодействия.

На основе этих данных получается математическая модель гранулометрического состава продуктов измельчения. Используя ее совместно с математической моделью многофазного цикла движения загрузки мельницы [2], возможно определение оптимальных конструктивно – технологических параметров шаровых мельниц.

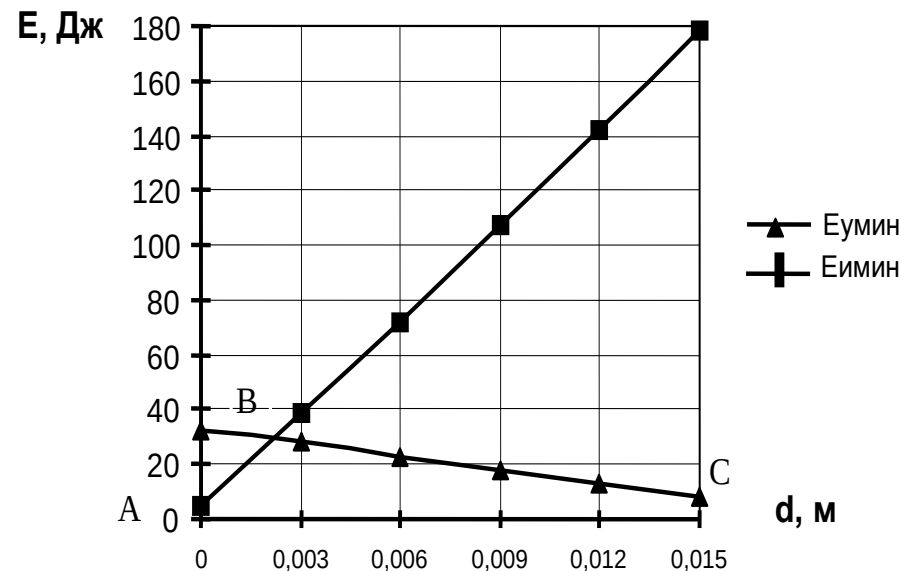


Рисунок 1. Зависимость энергий взаимодействия ($E_{y \min}$ и $E_{и \min}$) от d

При этом для математической модели многофазного цикла движения загрузки мельницы в качестве входных факторов (лабораторный вариант) выбраны следующие: радиус барабана мельницы, коэффициент заполнения барабана мельницы, радиус шара, относительная скорость вращения барабана, коэффициент трения, коэффициент восстановления.

Разработанная методика определения оптимальных воздействий мелющих тел на измельчаемый материал в совокупности с математической моделью многофазного цикла движения мелющих тел позволяет оптимизировать режимы работы загрузки и конструктивно-технологические параметры работы мельниц с учетом физико-механических свойств конкрет-

ного измельчаемого материала и требований к гранулометрическому составу продуктов измельчения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юдин, К.А. Оптимизация работы шаровых барабанных мельниц с учетом разрушения частиц измельчаемого материала. / К. А. Юдин - Белгород, 1999. - 158с.
2. Юдин, К.А. Снижение энергоёмкости процесса измельчения в шаровых мельницах / Н.Д. Воробьев, К.А.Юдин // Научно-техн. журнал. Материалы Международного конгресса "Современные технологии в ПСМ и стройиндустрии", - Белгород, 2003. - С.86-91.

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Чижова Е. Н., д-р экон. наук, проф.,
Шевченко М. В., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

chizhova_elena@mail.ru, shevmv@mail.ru

Оценка эффективности систем управления промышленными предприятиями требует учета значительного количества различных видов эффектов (экономических, организационных, социальных и других), поэтому возникает потребность в структурировании и выявлении взаимосвязей между отдельными видами эффективности систем управления, определяющих параметры общей (интегральной) эффективности.

Ключевые слова: эффективность систем управления, виды эффективности, структура интегральной эффективности, эффективность субъекта управления, эффективность объекта управления, система показателей эффективности.

В настоящее время повышение эффективности функционирования предприятий, рациональное использование имеющихся ресурсов, сохранение кадрового потенциала для хозяйствующих субъектов становится первоочередной задачей. В условиях экономического кризиса основной возможностью выживания для многих предприятий становится обеспечение эффективности производства посредством повышения эффективности функционирования системы управления. Отсюда вытекает необходимость оценки эффективности существующей системы управления предприятием по тем или иным параметрам (видам эффектов).

В основе понятия «эффективность» лежит слово «эффект», означающее впечатление, производимое кем-либо на кого-либо. Эффект может быть экономическим, социальным, технологическим, психологическим, организационным, этическим, правовым. В общем виде эффект есть абсолютная величина, которая определяется как разница между результатом (определенным итогом человеческой деятельности) и затратами на его достижение, она может быть положительной или отрицательной. Эффективность – относительная величина, отражающая отношение положительного результата к затратам.

Первоначально термин «эффективность» появился в экономической литературе. Его трактовке уделяли внимание такие классики политэкономии, как Вильям Петти, Давид Рикардо, глава школы физиократов Франсуа Кенэ. В их работах эффективность трактовалась как ре-

зультативность, как отношение результата к затратам. Учет в основном только экономических последствий управленческих решений являлся отличительной чертой традиционных методик определения эффективности.

Рост промышленного производства, наметившийся к концу 19 в., позволил расширить это понятие на другие сферы деятельности (так, стали отождествляться понятия эффективности и результативности, но при этом результативность не связывалась с затратами). Кроме того, возникли вопросы не только «как производить», но и «что производить». А, следовательно, эффективность рассматривали уже в неразрывной связи с понятиями функциональности и целевой направленности деятельности (Г. Эмерсон, Т. Котарбинский). Интенсификация производства, задачи рационального использования ресурсов, охраны окружающей среды и прочее обусловили необходимость возникновения нового понятия – «социально-экономическая эффективность». Это понятие представлялось многомерным, в качестве критерия эффективности помимо денежного выражения экономического эффекта стали называть и уровень удовлетворения тех или иных социальных потребностей. Проводить оценку эффективности предлагалось по трем критериям – экономичности (отношение результата к затратам), выгодности (отношение результата к потребностям) и результативности (отношение результата к целям). На данном этапе сформировался подход, в основе которого было суммирование всех затрат и компенсаций на социальные и экологические последствия.

Дальнейшее развитие технологии, рост промышленного производства поставили на первый план задачи повышения качества производимой продукции. Постепенно понятие качества, первоначально понимавшееся как бездефектность, безаварийность, стало приобретать более широкий смысл и сливаться с понятием эффективности. Возникло новое направление в менеджменте. Основоположниками нового подхода в управлении – «управления качеством» считаются Ф.Б. Кроссби, У.Э. Деминг, А.В. Фейгенбаум, К. Исикава, Дж.М. Джуран, Дж. Харрингтон и др. Исследования в данном направлении привели к попытке осмысления таких понятий, как надежность, устойчивость системы [1, 2].

К настоящему времени единства мнений в понимании эффективности нет, несмотря на достаточно длительный исторический период и широкое использование термина «эффективность». Так, Атаманчук Г.В. в своей работе «Управление: сущность, ценность, эффективность» подчеркивает, что «участившееся употребление этого понятия не говорит о том, что оно раскрыто, а общепринятые интерпретации соответствуют сути явлений и обеспечивают решение жизненных проблем» [3, с. 388]. Автор доказывает, что отождествление понятий экономики, производительности, качества, результативности и эффективности необоснованно. Результат есть итог человеческой деятельности, при этом его количественные и качественные параметры отражают его значение для людей. Производительность обозначает способность людей с использованием средств производства производить необходимые продукты с наименьшими затратами труда и материалов. Понятие «качество» отражает потенциальные возможности того, что произведено. Однако об эффективности можно говорить лишь тогда, когда произведенный по экономической технологии продукт определенного качества из стадии производства поступит в стадию потребления и возникнет возможность оценить его роль в развитии жизнедеятельности людей, оценить пользу, которую он принесет при его потреблении. Таким образом, польза (эффект) есть разница между результатами и затратами, плюс способность этой разницы удовлетворять потребности общества [3].

Способность удовлетворять потребности общества выражается в соответствии продукта идеалам, ценностям, мотивам, потребностям, которые формируют общество. Любое предприятие существует и развивается как составная часть экономики региона, экономики страны. Поэтому результаты деятельности отдельного

экономического субъекта необходимо соотносить и считать положительными в той мере, в какой они способствуют выполнению задач, стоящих перед обществом, перед народным хозяйством в целом.

Как видим, при определении понятия эффективности системы управления возникает необходимость учета множества различных аспектов. В связи с этим выделяют различные виды эффективности:

Организационная эффективность субъектов управления предприятием – это иерархия построения систем управления, соотношение в иерархических структурах связей координации и субординации, управленческая отдача от организационных мероприятий и т.д. [3]. В англоязычной литературе данный вид эффективности называют еще системной или административной эффективностью (managerial effectiveness). Здесь же стоит упомянуть о таком виде эффективности, как *исполнительская (операционная) эффективность*, определяющаяся деловыми качествами управленческого персонала, психологией, максимальной использованием человеческого потенциала.

Техническая эффективность системы управления предприятием будет оцениваться по таким параметрам как отношение к информации, поиск и выбор вариантов, подготовка персонала, соблюдение законодательства, моделирование содержания управленческих решений, состояние контроля и т. д. [3; 5].

Производственная эффективность управления привязана к стадии производства и оценивается по количеству, качеству выпускаемой продукции, рациональности использования ресурсов, прогрессивности применяемой технологии и прочим показателям.

Экономическая эффективность – основной вид эффективности, на основании которого зачастую оценивают итоги функционирования как субъекта, так и объекта управления в системе организации. Экономическая эффективность систем управления может рассматриваться с двух точек зрения. Первая точка зрения предполагает фиксацию эффективности в рамках субъектов управления. В этом случае экономическая эффективность управления измеряется и оценивается по уровню затрат, которые несет общество на организацию и функционирование субъектов управления. Второй подход предлагает рассматривать эффективность систем управления через эффективность управляемых объектов. В этом случае эффективность будет определяться качеством, производительностью, результативностью объектов управления [3; 4; 5].

Выделяют также *экологическую, политическую, правовую, психологическую, этическую эффективность*, которые реализуют интересы и потребности человека в безопасности, здоровье, в организации устойчивого развития жизни; в вере, патриотизме и самовыражении; в порядке, стабильности; в любви, семье, общении и свободном времени; в соблюдении нравственных норм поведения окружающими людьми; в информации, знаниях, творческом труде. Все эти виды эффективности в совокупности формируют *социальную эффективность*.

В зависимости от вида управления социальную эффективность можно разделить на следующие классы: а) *общая социальная эффективность* управления (характеризует результаты функционирования любой управленческой системы, отражает вклад управленческой системы в благосостояние и развитие общества); б) *специальная социальная эффективность* управления (отражает смысл, значение и практическую отдачу от управляющих воздействий субъекта управления в его рамках); в) *конкретная социальная эффективность* управления (характеризует эффективность отдельных элементов управленческой деятельности) [3].

Частными характеристиками социальной и других видов эффективности являются целевая и сравнительная эффективность. *Сравнительная эффективность* выражается соответствием полученного результата стандартам (наилучшим образцам, принятым в мировой практике) или среднему показателю, соответствующему данному уровню развития производительных сил в обществе, достигнутому в настоящий момент времени. *Целевая эффективность* (эффективность целеполагания) определяет правильность выбора и постановки целей, выражается отношением поставленных целей к действительным потребностям.

Перечисленные виды эффективности систем управления характеризуют работу системы с той или иной точки зрения, делая акцент на достижении того или иного вида эффекта. *Общая (интегральная) эффективность* объединяет в себе все многообразие видов эффективности, подразделяя их на 2 основных блока (рис.1).

С одной стороны, систему управления предприятием, как субъекта управления, необходимо оценить с точки зрения построения качественной организационной структуры, обла-

дающей высокой степенью адаптивности, гибкости по отношению к меняющимся условиям, обратить внимание на экономическую эффективность, оправданность затрат на содержание управленческого персонала и прочее. С другой стороны, главной причиной создания системы управления является реализация целей объекта управления, повышение качества его функционирования. Следовательно, оценивать эффективность системы управления нужно в первую очередь именно с позиции эффективности процесса управления, конечный результат которого в свою очередь состоит в уровне жизнедеятельности управляемых объектов. Представленная на рис. 1 структура общей (интегральной) эффективности объединяет эти два подхода, позволяет проследить взаимосвязь между отдельными ее видами.

Кроме того, каждый вид эффективности характеризуется тем или иным набором показателей. Представленная схема позволяет сформировать структуру комплексной системы показателей для оценки эффективности системы управления (рис.2).

Показатели III и IV групп отражают эффективность субъекта управления, а показатели I и II - эффективность объекта управления. По нашему мнению, делать выводы об эффективности функционирования системы управления в целом возможно только при использовании показателей всех четырех групп, либо анализируя показатели первой и второй группы. Показатели третьей и четвертой групп можно считать показателями, характеризующими состояние системы управления, так как сами по себе (вне комплексного исследования) они не определяют степень эффективности системы управления, а являются лишь инструментом поиска резервов ее повышения и оптимизации структуры системы управления.

Исходя из рассмотренного предлагаем общую эффективность трактовать следующим образом: *общая (интегральная) эффективность* системы управления промышленным предприятием – это степень достижения субъектом (системой управления) целей при минимальных, но необходимых затратах, направленных на поддержание устойчивого, качественного, надежного функционирования объекта управления и максимизацию его (объекта) производственной, экономической и социальной эффективности.

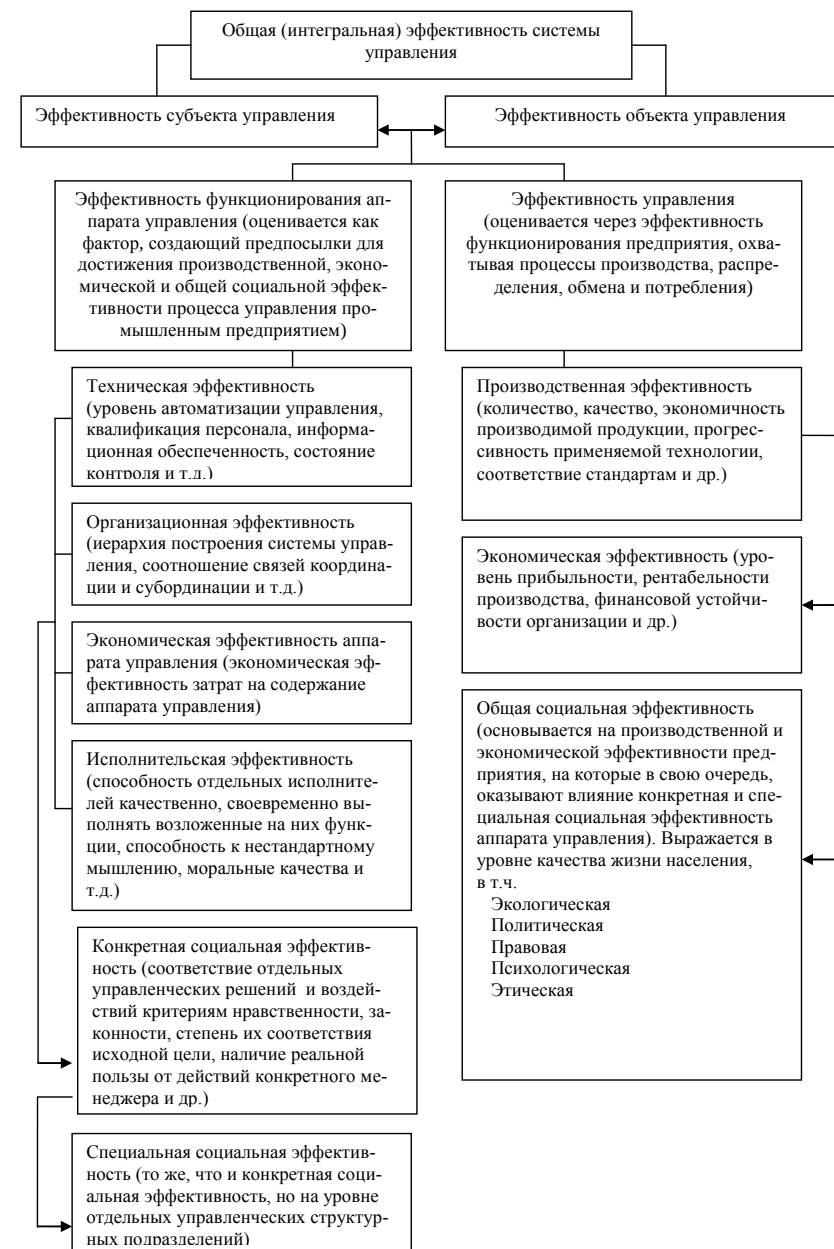


Рисунок 1. Структура общей (интегральной) эффективности системы управления промышленным предприятием

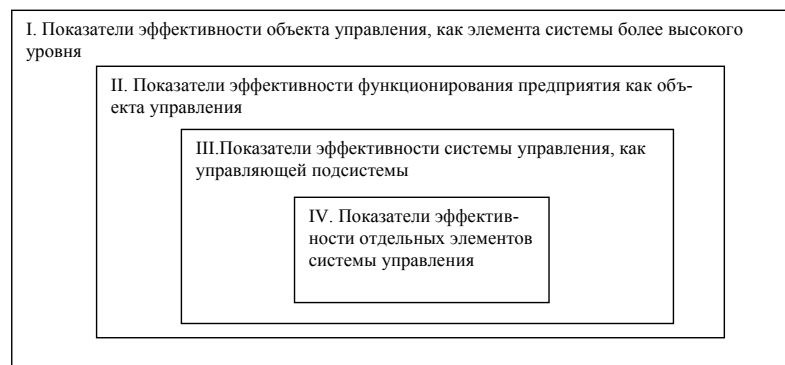


Рисунок 2. Структура комплексной системы показателей оценки эффективности системы управления

Данное определение объединяет два подхода к пониманию эффективности систем управления. С одной стороны, подчеркивается необходимость построения технически, организационно и экономически эффективной системы управления (так как именно это является важнейшим фактором, предопределяющим эффективность процесса управления), с другой стороны, указывается на необходимость рассмотрения эффективности системы управления в первую очередь через эффективность управляемого объекта.

Результаты данного исследования могут быть полезны для дальнейшего изучения вопросов повышения эффективности функционирования систем управления промышленными предприятиями, разработки соответствующих моделей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Солодкая, М.С. Надежность, эффективность, качество систем управления / М.С. Со-

лодкая// [Электронный ресурс]: Ресурс, посвященный менеджменту качества.- Режим доступа: <http://quality.eup.ru/MATERIALY10/qsm.htm>

2. Якунин, В.И. Теоретические аспекты проблемы эффективности государственного управления/ В.И. Якунин// Власть.- 2006.-№8.- [Электронный ресурс]: Вэб-сайт центра проблемного анализа и государственно-управленческого проектирования.- Режим доступа: http://www.rusrand.ru/public/public_1.html

3. Атаманчук, Г.В. Управление: сущность, ценность, эффективность/ Г.В. Атаманчук//.-М.: Академический Проект; Культура, 2006.-554с.

4. Кравченко, К.А. Организационное строительство и управление персоналом крупной компании/ К.А. Кравченко// - М.: Академический Проект, 2005.-640с.

5. Смирнов, А.Н. Эффективность управления: Комплексный подход к оценке/ А.Н. Смирнов// Аудит и финансовый анализ.- 2008.- №5.- С.325 – 328.

Мининг С. Э., канд. техн. наук, ст. науч. сотр.
ФГУП ВИОГЕМ, г. Белгород

Редькин Г. М., д-р техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЕГО ПАРАМЕТРОВ

kilogachev@intbel.ru

Приводятся постановка задачи, формулы для определения ущерба от погрешностей измерений при оптимизации производства и для оценки эффективности точности измерений производственно-технологических параметров. Формулы могут быть использованы при установлении оптимальной точности измерений, сравнении вариантов, характеризующихся разной точностью определения исходных данных, расчете экономической эффективности новой измерительной техники, математического моделирования производственных процессов и т.п. Прилагается численный пример определения ущерба при оптимизации потерь полезного ископаемого на открытых горных работах.

Ключевые слова: эффект, ущерб, оптимизация, целевая функция, параметр, минерализация, математическое ожидание, дисперсия, ковариация.

1. Постановка задачи

Производственно-технологические, службы горностроительных предприятий в процессе своей деятельности постоянно выполняют работы по измерению тех или иных параметров и по оценке их точности с целью установления соответствия фактических значений плановым или проектным величинам. На основании результатов измерений судят о выполнении предприятием плана, производят оплату отдельных категорий трудящихся, устанавливают правильность ведения горных работ в соответствии с проектом, поддерживают оптимальный режим деятельности предприятия.

Повышение точности измерений требует использования более совершенных и дорогих приборов, применения более трудоемких методов и, как правило, вызывает удорожание съемочных работ. Дополнительные затраты также необходимы при повышении точности управления предприятия в оптимальном режиме. Тем не менее, вся деятельность служб направлена на увеличение точности определяемых результатов. В связи с этим возникает вопрос, как определить экономическую эффективность повышения точности измерений и оптимального управления предприятием. Ответив на этот вопрос, можно решать такие задачи, как эффективность применения математического моделирования производственных процессов, сравнение вариантов, характеризующихся разной точностью определения исходных данных, установлении

оптимальной точности измерений, расчет экономической эффективности новой измерительной техники и т. д.

Точность определения параметров влияет, прежде всего, на эффективность оптимизации производства. Для уяснения сути задачи, рассмотрим наиболее простой пример.

Пусть оптимальный режим производства достигается при максимуме целевой функции $z = \Phi(y)$, которая зависит от одной переменной y (рис. 1, а).

Такой функцией может быть прибыль, объём товарной продукции и др. При безошибочном определении y и безошибочном управлении могли бы работать точно в оптимальном режиме y^0 , и результат производственной деятельности соответствовал бы максимальному значению целевой функции $z^0 = \max_y \Phi(y)$. Если вследствие

ошибок управления y работаем в интервале $|y - y^0| < \sigma_1$, где σ_1 - стандарт, или среднее квадратическое отклонение, то среднее значение целевой функции $M\Phi(y, D_1y)$ на этом интервале будет: меньше z^0 , зависеть от дисперсии $\sigma_1^2 = D_1y$, и ущерб от погрешности измерения y составит

$$Y_1 = \max_y \Phi(y) - M\Phi(y, D_1y) \quad (1)$$

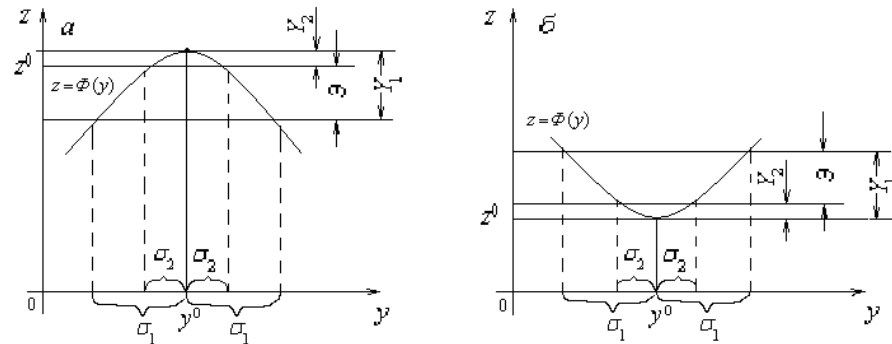


Рисунок 1. Схема для расчета эффекта Δ от повышения точности определения параметра y при оптимизации: a – по максимуму $\Phi(y)$; b – по минимуму $\Phi(y)$

При повышении точности определения и управления переменной y будем работать в более узком интервале $|y - y^0| < \sigma_2$. Тогда ущерб снизится до величины

$$Y_2 = \max_y \Phi(y) - M\Phi(y, D_2 y) \quad (2)$$

и эффект повышения точности будет равен разности ущербов (рис. 1, a)

$$\Delta = Y_1 - Y_2 \quad (3)$$

Убеждаемся, что эффект Δ зависит не только от вида целевой функции $Z = \Phi(y)$, но и от величины дисперсий y в сравниваемых вариантах ($D_1 y$ и $D_2 y$).

Аналогичные результаты получим при оптимизации по минимуму целевой функции (рис. 1, b). Такой функцией может быть себестоимость продукции, приведенные затраты и др. В этом случае:

$$Y_1 = M\Phi(y, D_1 y) - \min_y \Phi(y), \quad (4)$$

$$Y_2 = M\Phi(y, D_2 y) - \min_y \Phi(y). \quad (5)$$

2. Определение ущерба от погрешностей измерений или управления в оптимальном режиме

Перейдем теперь к рассмотрению задачи в общей форме. В работе предприятий сталкиваются с большим количеством различных характеристик, параметров, переменных. Одни из них определяются природными свойствами или

условиями производства и не могут быть изменены в процессе управления (назовём их неуправляемыми переменными). Другие управляются в процессе производства, т.е. в пределах существующих ограничений сознательно выбираются такими, чтобы обеспечивался необходимый оптимум (назовём их управляемыми переменными).

Примерами неуправляемых переменных являются количество балансовых запасов минерального сырья в тех или иных выемочных единицах, содержание металла в балансовых запасах или разубоживающих породах, изменчивость содержания металла в балансовых запасах и т.д.

Примерами управляемых переменных могут служить количество добытой руды за определенный промежуток времени, содержание металла в добытой руде, потери и разубоживание руды, колебания качества в добытой руде, количество подготовленных и готовых к выемке запасов и т.д.

Пусть оптимальный режим производства достигается при максимуме целевой функции

$$Z = \Phi(\bar{x}, \bar{y}), \quad (6)$$

где $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $\bar{y} = (y_1, y_2, \dots, y_m)$ – векторы соответственно неуправляемых и управляемых переменных.

Требуется определить ущерб

$$Y = M \max_y \Phi(\bar{x}; \bar{y}) - M\Phi(\bar{x}; \bar{y}), \quad (7)$$

отвечающий работе предприятия в оптимальном режиме с некоторой произвольной погрешно-

стью. Решив эту задачу, можно затем получить по формуле (3) эффект от повышения точности работы предприятия в оптимальном режиме.

Можно показать [1], что ущерб Y (7) от погрешности деятельности предприятия в оптимальном режиме определяется равенством

$$Y = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^n (c_{ii} + g_{ii}) D x_i - \sum_{j=1}^m b_{jj} D y_j \right) + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^n (c_{ik} + g_{ik} / 2) K x_i x_k + \frac{1}{2} \sum_{i=2}^n \sum_{k=j-1}^{n-1} g_{ik} K x_i x_k - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij} K x_i y_j - \sum_{j=1}^{m-1} \sum_{l=j+1}^m b_{jl} K y_j y_l. \quad (8)$$

где

$$c_{ik} = \sum_{j=1}^m (d_{ij} \cdot \alpha_{jk} + d_{jk} \cdot \alpha_{ji}), \quad c_{ii} = 2 \sum_{j=1}^m d_{ij} \cdot \alpha_{ji}, \quad g_{ik} = \sum_{j,l=1}^m b_{jl} \cdot \alpha_{ji} \cdot \alpha_{lk},$$

$$g_{ii} = \sum_{j,l=1}^m b_{jl} \cdot \alpha_{ji} \cdot \alpha_{li}, \quad b_{jl} = \frac{\partial^2 \Phi(\bar{M}x; \bar{y}^0)}{\partial y_j \partial y_l}, \quad d_{ij} = \frac{\partial^2 \Phi(\bar{M}x; \bar{y}^0)}{\partial x_i \partial y_j}, \quad (9)$$

$$a_{ji} = \frac{\partial \varphi_j(\bar{M}x)}{\partial x_i} \quad i, k=1, 2, \dots, n, \quad j, l=1, 2, \dots, m,$$

а функции $\varphi_j(\bar{x})$ являются решениями систем уравнений

$$\frac{\partial \Phi(\bar{x}; \bar{y})}{\partial y_1} = 0; \quad \frac{\partial \Phi(\bar{x}; \bar{y})}{\partial y_2} = 0; \dots; \frac{\partial \Phi(\bar{x}; \bar{y})}{\partial y_m} = 0. \quad (10)$$

В выражении (8) Dx_i, Dy_j – дисперсии соответственно неуправляемых и управляемых переменных величин, а $Kx_i x_k, Kx_i y_j, Ky_j y_l$ – ковариации этих переменных величин.

Следствие. Если неуправляемые x_i ($i=1, 2, \dots, n$) и управляемые y_i ($j=1, 2, \dots, m$) переменные величины попарно не коррелированы, то ущерб равен

$$Y_1 = \varphi_1(x_1, x_2, \dots, x_n), Y_2 = \varphi_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \dots, Y_m = \varphi_m(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (12)$$

и требование работы предприятия в оптимальном режиме

$$y_1^0 = \varphi_1(\bar{M}x), y_2^0 = \varphi_2(\bar{M}x), \dots, y_m^0 = \varphi_m(\bar{M}x), \quad (13)$$

где $\bar{M}x = (Mx_1, Mx_2, \dots, Mx_n)$ – вектор математических ожиданий переменных величин.

Определим ущерб (8) при линеаризации зависимостей (13) характеризующих связи между управляемыми $\bar{y}$ и неуправляемыми перемен-

3. Ущерб при линеаризации условий оптимальной работы предприятия

Пусть при прежней постановке задачи имеем выражение управляемых переменных через неуправляемые

ными $\bar{x}$. Функции (12) целесообразно линеаризовать в двух случаях: если их отклонение от линейности не велико в окрестности оптимальных значений параметров производства $(\bar{M}x; \bar{y}^0)$ в диапазонах, обусловленных погрешностями управляемых Dy_j , ($j=1, 2, \dots, m$) и неуправляемых Dx_i , ($i=1, 2, \dots, n$) переменных; либо эти диапазоны малы [2].

Геометрический смысл процедуры линеаризации заключается в замене графиков функций

(12) в окрестности точки оптимальной работы предприятия $(\overline{Mx}; \overline{y}^0)$ касательными гиперплоскостями в данной точке, уравнения которых с учетом обозначений (9) имеют вид

$$y_j = y_j^0 + \sum_{i=1}^n \alpha_{ji} (x_i - Mx_i), j = 1, 2, \dots, m. \quad (14)$$

В рассмотренном случае коэффициенты корреляций между линейными функциями (17) и их аргументами x равны 1 [3], т.е.

$$r_{x_i y_j} = \frac{Kx_i y_j}{\sqrt{Dx_i \cdot Dy_j}} = 1, \quad (15)$$

откуда следуют выражения для их ковариаций

$$Kx_i y_j = \sqrt{Dx_i \cdot Dy_j} \quad (16)$$

Для нахождения ущерба Y достаточно в выражении (8) использовать формулу (16).

4. Ущерб при оптимизации потерь полезного ископаемого

Рассмотрим оптимизацию потерь полезного ископаемого на открытых горных работах по максимуму прибыли:

$$\text{Пр} = C_0 E (BC - PC_n + Bv) - 3_1 [B - П + B] - 3_2, \quad (17)$$

где C_0 - оптовая цена единицы металла, у. е.;
 E - коэффициент извлечения, доли единицы;
 B - количество погашаемых балансовых запасов, тыс. т;
 $П$ - количество потерянной руды, тыс. т;
 B - количество разубоживающих пород, тыс. т;

C , $Сп$, v - среднее содержание металла соответственно в погашенных запасах, потерянной руде и разубоживающей породе, доли единицы;
 3_1 - условно переменные затраты, у. е. /т;
 3_2 - условно постоянные затраты, тыс. / у. е..

$$Y = \frac{1}{2} (0,95 + 0 + 0,16 + 23,8 + 0,17 + 0 + 0,04 + 0 + 0,08 + 0 + 0 + 0 + 82,0) = 53,6. \quad (22)$$

Итак, ущерб от работы предприятия в оптимальном режиме с погрешностями, приведёнными в табл. составляет 53,6 тыс. у. е.. Выражения (21), (22) помимо определения величины Y , позволяют установить влияние дисперсий

На открытых горных работах при отработке контактов можно принять, что

$$\begin{aligned} П &= m_1 k^2 + n_1; \\ В &= m_2 (1 - k)^2 + n_2, \end{aligned} \quad (18)$$

где k - отношение высоты треугольника потерянной руды к высоте уступа; m_1, n_1, m_2, n_2 - некоторые параметры, определяемые геометрией рудной залежи и применяемой технологией.

На основании выражений (17), (18)

$$\begin{aligned} \text{Пр} &= C_0 E (BC - (m_1 k^2 + n_1) C_n + m_2 (1 - k)^2 v + n_2 v) - \\ &- 3_1 [B - (m_1 k^2 + n_1) + m_2 (1 - k)^2 + n_2] - 3_2. \end{aligned} \quad (19)$$

Здесь показатель k - управляемый, все остальные неуправляемые.

Исходные данные для примера приведены в табл.

Будем считать, что показатели не коррелированы между собой. Тогда, согласно (11), получим выражение для определения ущерба

$$Y = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^{12} (c_{ii} + g_{ii}) Dx_i - b_{11} Dy_1 \right). \quad (20)$$

На основании равенств (20), (9), (10) и значений математических ожиданий показателей, приведенных в табл., получим ущерб в зависимости от дисперсий данных показателей

$$\begin{aligned} Y &= \frac{1}{2} (4740 \cdot DE + 0 \cdot DC + 275 \cdot DC_n + 23800 \cdot D_B + \\ &+ 418 \cdot D3_1 + 0 \cdot D3_2 + 1,03 \cdot 10^{-4} \cdot Dm_1 + 0 \cdot Dn_1 + 2,72 \cdot 10^{-4} \cdot Dm_2 + \\ &+ 0 \cdot Dn_2 + 1,06 \cdot DЦ_0 + 0 \cdot DB - (-8200) \cdot Dk). \end{aligned} \quad (21)$$

Полагая в равенстве (21) значения дисперсий из табл. получим величину ущерба работы предприятия в режиме, отвечающему данным этой табл. 1

отдельных факторов на величину ущерба. В данном случае определяющими являются дисперсия k - отношения высоты треугольника потерянной руды к высоте уступа и дисперсия b - среднего содержания металла в засоряющих породах.

Таблица 1

Показатели и их характеристики		
Показатели	Математические ожидания	Дисперсии
$y_1 = k$, доли единицы	-	0,01
$x_1 = E$, доли единицы	0,7	0,0002
$x_2 = C$, доли единицы	0,5	0,0004
$x_3 = C_n$, доли единицы	0,5	0,0006
$x_4 = B$, доли единицы	0,15	0,0010
$x_5 = 3_1$, у. е.	2,60	0,0004
$x_6 = 3_2$, тыс. у. е.	14000	2500
$x_7 = m_1$, тыс. т.	1192	400
$x_8 = n_1$, тыс. т.	50	25
$x_9 = m_2$, тыс. т.	916	300
$x_{10} = n_2$, тыс. т.	38	25
$x_{11} = Ц_0$, у. е.	15	0
$x_{12} = B$, тыс. т.	10000	0

5. Выводы

1. Разработаны выражения для определения ущерба в зависимости от точности работ предприятия в оптимальном режиме. Это позволяет определять экономическую эффективность предприятия в зависимости от повышения точности деятельности предприятия в оптимальном режиме.

2. Разработанные выражения, помимо определения величины ущерба, позволяют установить влияние всех переменных на величину ущерба и выявить переменные, оказывающие существенное влияние на эффективность работы предприятия. Последующее управление определяющими ущерб переменными позволит уменьшить величину ущерба.

3. Управление производством, направленное на достижение расчетной эффективности, требует дополнительных затрат. Сравнение эффективности от повышения точности работы предприятия в оптимальном режиме с дополнительными затратами на управление по достижению этой эффективности приводит к решению

задачи оптимального управления производством.

4. Наряду с решением задачи оптимального управления производством, аналогичным образом решаются задачи оптимальной точности измерений, экономической эффективности новой измерительной техники и др.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мининг, С.Э. Влияние точности определения параметров на эффективность оптимизации горного производства / С.Э. Мининг, Г.М. Редькин // Геометризация месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1997. – С. 196-213.
2. Мышкис, А.Д. Элементы теории математических моделей / А.Д. Мышкис. – М.: Наука, 1994. – 191с.
3. Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В.Е. Гмурман. – М.: Высшая школа, 1977. – 480с.

Грузинов В. П. док. экон. наук, проф.,

Московский институт государственного и корпоративного управления

Графов А. В., канд. экон. наук, доц.

Липецкий филиал АОНО «Институт менеджмента, маркетинга и финансов»

К ВОПРОСУ О РЕАЛЬНЫХ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РЕСУРСАХ АМОРТИЗАЦИОННОГО ДОМА

grafav@mail.ru

В статье рассмотрены тенденции количественных и качественных изменений в области формирования реальных и потенциальных ресурсов вторичного металлургического сырья. Показано значение вторичных черных металлов для развития черной металлургии, определены рациональные направления переработки отдельных видов лома и отходов для повышения качества шихтовых материалов сталеплавильного передела.

Ключевые слова: вторичные черные металлы, металлургическая ценность, удельная материалоемкость.

Необходимость исследования вопросов технологии и экономики, связанных с использованием вторичных черных металлов, возникла на определенной стадии научно - технического прогресса, когда формирование больших масс отходов и лома послужило толчком к изысканию технической возможности их регенерации и превращению в потребительную стоимость. Это стало доступным с изобретением мартеновской технологии выплавки стали, благодаря которой отходы и лом начали в массовом порядке использоваться в качестве вторичного металлургического сырья наряду с чугуном, полученным из первичного сырья. Особую значимость приобрел металлолом с развитием электросталеплавильного процесса, в котором 95% металлургической шихты приходится на долю вторичного сырья.

Таким образом, ранее не использовавшееся сырье стало возвращаться в производственный

металлургический цикл, формируя кругооборот металла на его различных стадиях (рис. 1).

Обращение (кругооборот) металла в народном хозяйстве можно дифференцировать по трем стадиям:

- кругооборот металла в процессе его производства;
- кругооборот металла в процессе его потребления;

-кругооборот металла, закончившего срок службы в составе металлофонда страны.

В соответствии с приведенной выше схемой кругооборота металла общие ресурсы лома и отходов черных металлов складываются из отходов металлургического производства и металлообработки и амортизационного лома. Кроме того, в общие ресурсы входит металл от разработки шлаковых отвалов, а также прочие источники (табл. 1).

Таблица 1

Динамика и структура общих ресурсов отходов и лома

годы	Отходы при производстве черных металлов		Отходы от металлообработки		Амортизационный лом		Разработка шлаковых отвалов и прочее		Всего	
	Млн.т	%	Млн.т	%	Млн.т.	%	Млн.т	%	Млн.т	%
1990	25,4	54,7	10,1	21,	8,9	19,2	2,0	4,3	46,4	100
1995	11,3	56,2	2,9	14,4	4,6	22,9	1,3	6,5	20,1	100
2007	17,8	41,7	10,2	23,9	13,7	32,1	1,0	2,3	42,7	100

Различные темпы изменения за период 1990 – 2007 гг. объемов производства в металлургическом и машиностроительном комплексах и, как следствие, изменение величины металлофонда, определили тенденции в формировании структуры вторичного сырья: существенно (на

13%) снизилась доля отходов, образующихся в металлургическом производстве, практически осталась без изменения доля отходов в металлообработке полуфабрикатов, и соответственно повысилась доля амортизационного лома с 19 до 32%.

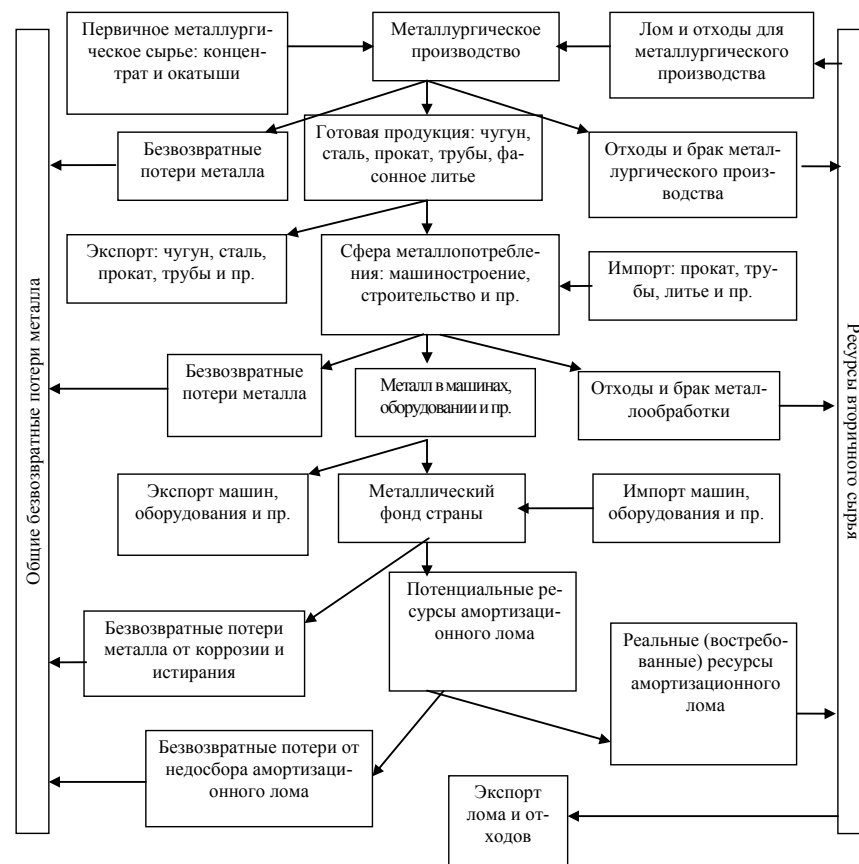


Рисунок 1. Схема кругооборота металла в народном хозяйстве страны

Таким образом, одна треть общих ресурсов металлолома приходится на амортизационный лом и чётко просматривается тенденция увеличения этого показателя.

Особенности обращения металла на заключительной стадии его кругооборота в народном хозяйстве определяется спецификой безвозвратных потерь потенциальных ресурсов амортизационного лома. Величина этих потерь весьма существенна. По результатам отдельных исследований она определяется в размере 20 – 40% и связана, главным образом, с технической невозможностью или нерентабельностью извлечения и сбора амортизационного лома. Степень

точности этих цифр гораздо меньшая, чем при установлении уровня безвозвратных потерь в процессе производства и потребления металла.

После прекращения деятельности в середине 90х годов Всероссийского научно-исследовательского и проектного института вторичных металлов («ВНИИПВторчермет») в г. Липецке были остановлены сколько-нибудь значительные исследования в области ломообразования, были утрачены информационные статистические массивы для анализа и прогнозирования ресурсов лома и отходов черных.

В результате на современном этапе величина потенциальных и реальных ресурсов амор-

тизационного лома и его безвозвратных потерь от коррозии металлического фонда страны и от недосбора по объективным и, зачастую, субъективным обстоятельствам могут быть определены лишь предположительно на основании косвенных данных. Нами предлагаются следующие методические подходы, позволяющие раскрыть распределение металла на завершающей стадии его кругооборота.

Реальные ресурсы амортизационного лома, то есть ресурсы, конкретно востребованные в качестве вторичного металлургического сырья, могут быть обозначены следующим уравнением:

$$P_{вч}^c = P_c^c + P_n^c + P_m^c + P_a^c,$$

где $P_{вч}^c$ – общий расход вторичных черных металлов в качестве металлургического сырья в сталеплавильном производстве отрасли черной металлургии;

P_c^c – расход собственных (оборотных) возвратных отходов сталеплавильного производства;

P_n^c – расход собственных возвратных отходов прокатного производства в сталеплавильном производстве;

P_m^c – расход товарных (покупных) отходов металлообработки, поступающих в сталеплавильное производство от металлопотребляющих сфер народного хозяйства;

P_a^c – расход товарного (покупного) амортизационного лома в сталеплавильном производстве;

$P_{вч}^c$ – основополагающая, наиболее достоверная часть расчета, ориентированная на объективную статистическую информацию по объектам производства стали в отрасли черной металлургии (A_c) и удельному расходу вторичных черных металлов на одну тонну стали ($V_{вч}$), то есть $P_{вч}^c = V_{вч} \cdot A_c$.

Пользуясь статистической информацией производственной деятельности отрасли черной металлургии за 2007 год (до кризисный период) можно определить:

- общий расход вторичных черных металлов в сталеплавильном производстве:

$$P_{вч}^c = 0,416 \cdot 72,4 = 30,1 \text{ млн.т.}$$

- расход собственных возвратных отходов сталеплавильного производства:

$$P_c^c = \frac{0,030}{0,872} \cdot 72,4 = 2,5 \text{ млн. т}$$

- расход собственных возвратных отходов прокатного производства:

$$P_n^c = \frac{0,153}{0,805} \cdot 72,4 = 11,3 \text{ млн. т}$$

- масса отходов металлообработки:

$$P_m^c = 0,185 \cdot (46,1 + 9,0) = 10,2 \text{ млн.т.}$$

Общая масса отходов металлообработки распределяется:

- расход отходов металлообработки в сталеплавильном производстве:

$$P_m^c = 0,8 \cdot 10,2 = 8,2 \text{ млн.т.}$$

- экспортные поставки отходов металлообработки:

$$P_m^p = 0,2 \cdot 10,2 = 2,0 \text{ млн.т.}$$

В результате расход амортизационного лома в сталеплавильном производстве составил:

$$P_a^c = 30,1 - (2,5 + 11,3 + 8,2) = 8,1 \text{ млн.т.}$$

С учетом экспортных поставок амортизационного лома:

$$P_a^p = 5,6 \text{ млн.т.}$$

Реальные ресурсы амортизационного лома в 2007 году составили:

$$P_a = P_a^c + P_a^p = 8,1 + 5,6 = 13,7 \text{ млн. т.}$$

Для того, чтобы определить степень полезного использования (сохранность) металла и уровень безвозвратных потерь на последней стадии кругооборота, необходимо дать хотя бы предположительную оценку масс потенциальных ресурсов амортизационного лома (табл. 2).

Основой для такой оценки могут послужить статистические данные за период 1960-1985гг. по величине металлофонда СССР и выходу амортизационного лома.

Именно на этот период приходятся масштабные организационные мероприятия по максимальному сбору и использованию лома и отходов черных металлов.

Анализ цифровой информации таблицы 2 позволяет сделать вывод: потенциальный выход амортизационного лома находится на уровне 2% (0,02) от массы металлофонда СССР. В исследовании Л.Л.Зусмана на долю России приходилось около двух третей общей массы металлофонда СССР. С учетом ежегодного прироста (около

10млн.тн.) ориентировочная величина металлофонда России в настоящее время может быть принята на уровне 1300млн.тн. Тогда потенциальные ресурсы амортизационного лома определяются величиной $1300 \cdot 0,02 = 26 \text{ млн.тн.}$

Таблица 2

Зависимость выхода амортизационного лома от объема металлофонда

годы	объем металлофонда, млн.тн.	выход амортизационного лома, млн.тн.	относительный выход амортизационного лома, млн.тн
1979	1402,9	29,9	0,021
1980	1491,0	29,7	0,020
1981	1493,3	30,7	0,020
1982	1560,0	31,0	0,020
1983	1627,0	31,3	0,019
1984	1690,1	31,2	0,018
1985	1752,6	31,1	0,018
1986	1819,4	33,1	0,018
1987	1873,8	34,3	0,018
1988	1920,6	33,9	0,018
среднегодовая величина	1663,1	31,6	0,019

Сравнение реальных (13 млн.тн.) и потенциальных ресурсов показывает, что полезное использование металла, содержащегося в амортизационном ломе, находится на уровне 50%, а безвозвратные потери от недосбора составляют также 50%, что существенно отличается от аналогичных показателей в других исследованиях (25% - Зусман ЛЛ., 40% - Аврашков Л. Я.).

Следовательно, на завершающей стадии кругооборота коэффициенты распределения металла составляют:

$$0,500 + 0,500 = 1,000.$$

Безусловно, представленные результаты могут быть приняты лишь как ориентировочные, но они необходимы для формирования представления об общем кругообороте металла на всех трех последовательных стадиях.

ОСНОВНЫЕ ГРУППЫ МАНИПУЛЯЦИЙ В ФИНАНСОВОЙ ОТЧЕТНОСТИ

dslabinskiy@gmail.com

В этой статье, являющейся первой в цикле видов манипуляций финансовой отчетности, рассмотрена группировка видов манипуляции финансовой отчетности в зависимости от ее форм — на относящиеся к прибыли, денежным потокам и общим финансовым коэффициентам (рентабельности, ликвидности и проч.). Внимание акцентируется на отчетности, составляемой по международным стандартам (МСФО), которая необходима при привлечении крупного капитала (путем выпуска ценных бумаг — акций и облигаций, и получении кредитов). Более подробно каждый из видов манипуляций с примерами (где это возможно), в том числе, из российской практики, будут изложены в наших следующих статьях.

Ключевые слова: МСФО, финансовая отчетность, внутренний контроль, корпоративное мошенничество.

Согласно Концептуальной основе ('Conceptual Framework') международных стандартов финансовой отчетности, целью финансовой отчетности является «обеспечение полезной информации о финансовом положении, финансовой деятельности и изменениях финансового положения организации, для широкого круга пользователей для принятия экономических решений» [1].

Основными внешними пользователями финансовой отчетности, составляемой по МСФО (IAS/IFRS¹) организации являются стороны, способные принять существенные экономические решения — (а) инвесторы, - как потенциальные приобретатели ее ценных бумаг (акций, облигаций) так и существующие, и (б) крупнейшие кредиторы (банки). Данные стороны заинтересованы в получении наиболее полной информации о деятельности организации, которая на практике заключается в составлении финансовой отчетности и раскрытий (disclosures) к ней по стандартам IASB. При этом, отчетность должна сопровождаться заключением независимого аудитора.

Информация, содержащаяся в МСФО отчетности ставит целью способствовать пользователям оценивать способность организаций генерировать денежные потоки, а также сроки и определенность их генерирования.

Элементом надежности как качественной характеристики содержания финансовой отчетности является принцип осмотрительности [1], который психологически обусловлен тем, что организации стремятся показать положительные стороны (завышая активы) и скрывать отрицательные (занижая обязательства). Присутствие таких стремлений могут в конечном счете привести к умышленным искажениям в отчетности.

Существенные искажения финансового положения организации, допущены они с умыслом (т.е., допущено мошенничество) или нет, могут повлиять на то, что стороны, доверившие ей денежные средства, могут их потерять. Отсюда условием успешного инвестирования является финансовая грамотность, понимание адекватности руководства (due diligence) и умеренный скептицизм. Некоторые факты мошенничества в отчетности (баланс, отчет о прибылях и убытках, отчет о движении денежных средств²) можно обнаружить напрямую в данных формах, другие — только при внимательном изучении пояснений к отчетности, ежеквартального отчета эмитента, новостей в СМИ, и проч. Для целей данной статьи, мы классифицировали виды мошенничества в отчетности на три группы: манипуляция прибылью, манипуляция денежными потоками и манипуляция основными показателями.

¹ С 2001 г. утверждением новых стандартов занимается Совет по стандартам учета (IASB), вместо Комитета по стандартам учета (IASC). При этом, до этого времени Комитетом принят 41 Международный стандарт по учету (IAS), большая часть из которых действует до сих пор. С 2001 г. стандарты носят название Международных стандартов по финансовой отчетности (IFRS) и нумеруются заново. В настоящее время оба термина (IAS/IFRS) применяются для обозначения учетных стандартов

² Отметим, что в согласно последней редакции IAS 1 'Представление финансовой отчетности' ('Presentation of financial statements'), выпущенном в 2007 г. и вступающем с отчетности 2009 г., названия основных форм отчетности изменены: «бухгалтерский баланс» (Balance sheet) — на «отчет о финансовом положении» (Statement of financial position — SOFP), «отчет о прибылях и убытках» (Income statement) — на «отчет о совокупном доходе» (Statement of comprehensive income — SOCI).

Манипуляции прибылью. Одним из ключевых показателей деятельности организации является прибыль и ее соответствие прогнозируемому значению. Как правило, цена акции прямо связана с данным показателем, поэтому, неудивительно, что менеджмент организации (премии которых, как правило, зависят от капитализации компании) заинтересован в повышении рыночной цены и отсюда возникает риск манипуляции данной строкой отчетности. На основе практики, нами выделяется семь основных видов манипуляций прибылью:

1. Признание выручки в более раннем периоде, чем следовало;
2. Признание несуществующей выручки;
3. Увеличение прочих доходов (схемы реорганизации, перераспределения доходов от зависимых обществ, единовременные доходы и проч.);
4. Перенос расходов текущего периода на будущее;
5. Использование прочих схем для сокрытия расходов и убытков;
6. Перенос доходов текущего периода на будущее;
7. Перенос расходов будущего периода в текущий.

Манипуляции денежными потоками. Не менее важным критерием эффективности деятельности организации является ее способность генерировать постоянный денежный поток для обеспечения оборотного капитала и общей ликвидности. Может возникнуть такая ситуация, когда организация, показывающая прибыль, имеет отрицательный денежный поток от операционной деятельности (и финансируется за счет кредитования). Показателем, отражающим данный критерий, является денежный поток от операционной деятельности. Не исключено, что организации могут намеренно показывать данный показатель в наиболее благоприятном для себя ключе и «засорять» группу «операционная деятельность» денежными потоками, де-факто относящимися к другим группам - «инвестиционной» и «финансовой». Нами выделяются следующие виды манипуляций данным показателем:

1. Перенос денежных притоков от других групп (инвестиционная и финансовая деятельность) в группу операционных потоков;
2. Перенос денежных оттоков из операционных потоков в другие (инвестиционная и финансовая деятельность);
3. Увеличение потоков от операционной деятельности как результат от схем реорганизации бизнеса или использования неосновной деятельности, носящей единовременный характер.

Манипуляции основными показателями. В зарубежной практике существует понятия 'window dressing' (букв. «украшение окон») или 'creative accounting' (букв. «креативный бухгалтерский учет»), которые, по сути означают использование методов бухгалтерского учета для наиболее благоприятного эффекта на показатели финансовой отчетности.

Примеры. 1. При выборе метода ФИФО как метода списания запасов на себестоимость, вместо средневзвешенного метода, затраты будут ниже, а показатели рентабельности (прибыль на акцию (EPS), рентабельность собственного капитала (ROCE)), соответственно, повысятся.

2. Если организация не будет проводить переоценку, то ее показатели рентабельности не снизятся (поскольку не будет начислено дополнительной амортизации), а доля заемных средств в пассивах не повысится (поскольку добавочный капитал не увеличится).

Однако помимо методов, которые находят на грани допустимого, компании могут умышленно контролировать свои коэффициенты для их благоприятного представления. Мы выделяем две основные категории манипуляции основными показателями:

1. Манипуляция показателей, приводящих к завышению коэффициентов эффективности (рентабельности, ликвидности и проч.);

2. Распределение показателей на отдельные строки баланса для сокрытия негативных сторон деятельности.

Следует отметить, что для того, чтобы возникли такие манипуляции, необходима соответствующая среда функционирования организации, т.е. внутренний контроль такой компании будет неадекватным. Отметим, что с точки зрения Модели COSO (Комитета организаций-спонсоров Комиссии Тредвея¹), одним из компонентов внутреннего контроля является разделение полномочий (segregation of duties), подразумевающая создание такой организационной структуры компании, при которой ни одно должностное лицо не могло быть в должности, позволяющей одновременно создавать и скрывать незаконные действия. При этом, должны быть разделены функции разрешения хозяйственной операции (authorization), ее учета (record-keeping), хранения (custody) и контроля (reconciliation) [2].

Как правило, основными вопросами для инвестора, не имеющего доступа к внутренней

¹ Данная американская частная организация занимается разработкой рекомендаций по корпоративному управлению, включая вопросы финансовой отчетности, внутреннего контроля и управления рисками

информации об организации, будет состав членов совета директоров, их поведение по отношению к инвесторам в прошлом, их заявления в прессе о размере дивидендов, планах компании по развитию, и т.д. Отдельно следует выделить факты, которые могут значительно повысить риски злоупотреблений:

- совет директоров организации состоит из лиц, связанных родственными или дружескими связями между собой;

- организация делает крайне оптимистичные прогнозы развития на фоне неблагоприятной экономической ситуации;

- профессиональная некомпетентность членов совета директоров;

- неблагоприятные сделки со связанными сторонами (напр., «вывод» активов в аффилированные структуры, явное использование инсайдерской информации). Здесь следует отметить, что в России только в 2010 г. принят закон о противодействии инсайдерской неправомерному использованию информации и манипулированию рынком, а четкая система и методики борьбы против инсайда пока только в стадии формирования¹ [3], что привело к тому, что в период финансового кризиса многие менеджеры крупных компаний использовали внутрифирменные сведения с целью намеренного приобретения акций для личного обогащения:

- аудитор не является независимым от проверяемой организации (т.е., «карманным»);

- один и тот же аудитор проверяет данную организацию в течение существенно продолжительного периода.

Так, в 2007 г. аудиторская компания PwC (PriceWaterhouseCoopers), которая проводила аудит ОАО «НК «ЮКОС» за 1996–2004 гг., решением арбитражного суда Москвы была признана «фактическим участником реализации незаконных налоговых схем» и обвинена в нарушении профессиональных стандартов. Аудиторам для продолжения деятельности в России пришлось отозвать все свои заключения за десять лет, обосновав это тем, что ЮКОС предоставлял недостоверную информацию [4].

Нами обозначены основные группы видов манипуляций с показателями финансовой отчетности организации, отражена проблема понимания отчетности, требований к знаниям МСФО при принятии экономических решений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. IASB Conceptual Framework, Definition, IASB, retrieved on 12/01/2011, <http://www.iasplus.com/standard/framework.htm>.

2. COSO Definition, COSO, retrieved on 12/01/2011, <http://www.coso.org>.

3. ФСФР России, законодательство, ФСФР, получено 12/01/2011, <http://www.fcsr.ru/ru/legislation/documents/projects>.

4. Что скрывал ЮКОС, статья, «Ведомости», получено 12/01/2011, <http://www.vedomosti.ru/newspaper/article/128170>

¹Так, только 9 декабря 2010 г. ФСФР (Федеральная служба по финансовым рынкам) подготовила проект приказа о порядке уведомления юридических и физических лиц о включении их в список инсайдеров, а 24 декабря 2010 г. – проект о перечне информации, относящейся к инсайдерской.

Слишков А. М., канд. экон. наук, доц.
Братский государственный университет

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОРАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ К ТРУДУ: ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД

st121175@mail.ru

Представлена система морального стимулирования, обозначена ее роль в системе стимулирования труда. Рассмотрены компоненты моральных стимулов, на основании которых создана их иерархия. Даны рекомендации по применению моральных стимулов к труду.

Ключевые слова: персонал, стимул, стимулирование, моральное стимулирование, иерархия стимулов.

Вопросы изучения стимулирования труда, как инструмента активации трудового потенциала (и компетенции) персонала, чрезвычайно актуальны не только в теоретическом, но и практическом плане, так как ориентированы на учет интересов как организации, так и работника. Взаимосвязь стимулирования труда, как компонента трудовой мотивации, и компетенций персонала служила предметом более ранних публикаций автора [1].

Стимулирование труда основывается на предположении о наличии строгих причинно-следственных зависимостей между стимулами внешней среды и поведенческими реакциями на них. Данная зависимость лежит в основе бихевиористической модели поведения и позволяет рассматривать стимулирование труда как важнейшую функцию управления, связанную с выявлением актуальных потребностей персонала и удовлетворением их посредством применения разнообразных стимулов в целях повышения организационной эффективности.

В современной экономической науке к настоящему времени разногласия по поводу содержательного значения «стимул» не разрешены. Так, одним из наиболее часто встречающихся противоречий является вопрос о соотношении стимулов только с внешними или внешними и внутренними побуждениями одновременно. Мы разделяем точку зрения авторов, полагающих, что стимулы являются внешними обстоятельствами, определяющими поведение человека и под стимулами к труду понимаем разнообразные предметы, явления и обстоятельства, с помощью которых субъект управления воздействует на трудовое поведение работников для обеспечения их заинтересованности в достижении поставленных целей.

Реализация стимулирования обеспечивается за счет применения различных вознаграждений. При этом вознаграждение предполагает применение как положительных (поощрение),

так и отрицательных (наказание) стимулов. Данное утверждение акцентирует внимание на необходимости использования системного подхода к стимулированию, что предопределяет актуальность рассмотрения различных типов стимулирования во взаимосвязи и взаимозависимости. Среди всего многообразия типологий стимулирования наиболее часто исследователи выделяют моральный и материальный типы. В свою очередь материальное стимулирование подразделяют на такие составляющие, как материальное денежное и материальное неденежное стимулирование. Существуют и другие классификации стимулирования, дополнительно выделяющие стимулирование трудом и временем. При этом разными авторами используются термины «тип», «вид», «подсистема», «способ», «форма» стимулирования, что свидетельствует об отсутствии четких и однозначных подходов к теоретическому осмыслению сущности и особенностей стимулирования.

По нашему мнению, рассмотрение сущности стимулирования труда целесообразно осуществлять с позиций изучения следующей его типологии:

- моральное стимулирование, при котором в качестве стимулов выступают явления или предметы, влияющие на удовлетворение потребностей в уважении, признании и т.п.;

- материальное стимулирование, при котором стимулом выступают денежные выплаты и санкции, а также различные материальные блага;

- стимулирование временем, предполагающее предоставление возможностей удовлетворения потребности в свободном времени;

- стимулирование трудом, при котором в качестве стимулов выступают различные факторы трудовой деятельности, влияющие на удовлетворение потребностей в самореализации, развитии, росте и т.д.

Система стимулирования труда в организации должна учитывать индивидуальную актуальность различных видов стимулов, а также формировать предпосылки к развитию восприятия персоналом неактивных в настоящий момент стимулов. Кроме того, развитие стимулирования труда должно учитывать и особенности финансово-экономической ситуации. Значение последнего положения приобретает особую актуальность в настоящее время в связи с мировым финансовым кризисом. В этих условиях снижаются финансовые возможности организаций и возникает естественный вопрос о предпочтительности используемых типов стимулов к труду.

Формирование системы стимулирования, по нашему мнению, должно иметь отправной точкой разработку подсистемы моральных стимулов к труду. Правильность выбранной нами исходной точки разработки системы стимулирования можно обосновать с исторических позиций. Так, еще в первобытнообщинном обществе моральное стимулирование проявлялось наделением отдельных членов общин разнообразными характерными именами («кличками»), характеризующими их специфические личностные качества. Именно обладание подобным моральным стимулом позволяло в те давние годы иметь преимущество в получении материального неденежного стимула (пищи). Как представляется, в этом есть определенная логика, не утратившая своего значения и в современной ситуации. Более того, в условиях финансовых ограничений данный подход к формированию системы стимулирования приобретает особую

актуальность: для того, чтобы претендовать на получение каких-либо стимулов, работник должен обладать чем-то полезным для организации, а это «полезное» должно находить четкое отражение в системе используемых в организации моральных стимулов. При этом мы не умаем роли других типов стимулов к труду, в том числе материальных, значимость которых значительно возросла при переходе от прямого обмена к капиталистической модели хозяйствования, рассматривающей деньги в качестве всеобщего эквивалента. Напротив, мы желаем подчеркнуть, что наука управления персоналом находится в эволюционном поиске наиболее действенных стимулов к труду, соответствующих потребностям трансформирующегося общества.

Важным вопросом, требующим решения при разработке системы стимулирования труда, является определения состава и роли в повышении трудовой активности работников различных стимулов в рамках каждого типа стимулирования для обеспечения их гармоничного взаимодействия.

Разработка подсистемы морального стимулирования предполагает упорядочение стимулов по рангам. Подобная дифференциация демонстрирует возможные перспективы поощрений. Отсутствие же четких различий в моральных стимулах приводит к неопределенности и, соответственно, снижает степень их привлекательности. В таблице 1 приведена градация моральных стимулов сообразно набору элементов, формирующих их информативную, пространственную и временную протяженность.

Таблица 1

Специфика формирования моральных стимулов к труду

Стимул	Элементы механизма стимулирования			
	содержание	наглядная информативность (бланк)	фиксация в трудовой биографии	персонификация
устная благодарность	+	-	-	-
запись в организационном издании (на сайте)	+	+	-	-
диплом, почетная грамота	+	+	+	-
присуждение званий, награждение знаками отличий	+	+	+	+
занесение записей в Летопись трудовых достижений организации (Доска почета, Книга памяти и т.д.)	+	+	+	+

Представленные в таблице 1 элементы механизма морального стимулирования, сочетающиеся в различных комбинациях, позволяют создать иерархию моральных стимулов. При этом используется подход, в котором стимул более высокого уровня иерархии содержит все стимулирующие элементы предыдущих уровней и в чем-то превосходит их.

Каждый элемент механизма морального стимулирования несет специфическую нагрузку:

- содержание (текст) позволяет отразить основное содержание информации о заслугах работника и обеспечивает информирование окружающих, поясняя причину поощрения;
- наглядная информативность повышает пространственную и временную протяженность

действия стимула посредством фиксации достижений на некотором бланке (свидетельстве, удостоверении, интернет-сайте и т.д.);

- фиксация в трудовой биографии позволяет переносить информацию о трудовых достижениях на любое новое место работы, что дополнительно повышает статус стимула;

- персонификация расширяет информативные возможности за счет повышения возможностей идентификации обладателя посредством визуализации награды.

В таблице 2 представлена иерархия моральных стимулов, а также приведены сведения о специфике их применения в целях недопущения возможной девальвации.

Таблица 2

Иерархия моральных стимулов к труду

Стимул	Ранг стимула	Рекомендации по частоте применения и охвату персонала
Участие и моральная поддержка работников	низкий	при необходимости
Устная благодарность	низкий	без ограничений, при наличии положительных результатов деятельности
Письменная благодарность	средний	не более двух раз в год, не более 50 % персонала в год
Публикации в прессе, размещение на специализированных сайтах информации о сотрудниках	средний	в связи с особыми достижениями, инновационными разработками, памятными датами и торжественными событиями
Письменная благодарность с занесением в трудовую книжку	высокий	не более одного раза в год, не более 20 % персонала в год
Награждение дипломом, почетной грамотой	высокий	
Присуждение званий, рангов на уровне структурного подразделения организации (Лучший по профессии)	высокий	по результатам ежегодно проводимых конкурсов инновационных проектов и аттестации персонала;
Занесение записей в Летопись трудовых достижений (Книгу почета)	наивысший	не более 10 % персонала в год, в отношении работников, имеющих стаж трудовой деятельности в организации не менее 10 лет, отличившихся в инновационной деятельности
Размещение художественного портрета (фотографии) в галерее (на доске) почета	наивысший	
Награждение корпоративными, отраслевыми знаками отличий	наивысший	не более одного раза в год, не более 5 % персонала в год

В таблице представлена попытка разработки иерархической системы морального стиму-

лирования. Необходимые комментарии по данному вопросу состоят в следующем.

Во-первых, разрабатывая систему морального стимулирования необходимо, прежде всего, осознавать, что используемые средства морального поощрения (знаки отличия, грамоты и т.п.) являются по своей сути носителями информации. Получение данных стимулов символизирует для человека и окружающих признание определенного уровня заслуг. Информационная природа моральных стимулов предъявляет определенные требования к осведомленности персонала организаций относительно условий применения стимулов, критериев результативности их труда, процедур стимулирования, ценности различных моральных стимулов и последовательности их применения. Распределение моральных стимулов по рангам подразумевает упорядочение всей совокупности средств морального поощрения с учетом их условной ценности.

Во-вторых, при построении системы морального стимулирования необходимо учитывать и частоту реализации стимула, являющуюся косвенным показателем его ценности – чем более часто осуществляется применение конкретного поощрения, тем более оно теряет свою значимость в глазах персонала. Следовательно, можно говорить, что авторитет морального стимула органически связан с частотой его применения, что учтено в представленной таблице при определении оптимальной частоты применения

стимулов и степени охвата персонала за определенный период. Указанные параметры могут корректироваться с учетом конкретной ситуации, однако, важным является соблюдение определенных пропорций между применением различных стимулов. В противном случае возможна их девальвация. Кроме того, руководство организации должно учитывать, что предпосылками к девальвации моральных стимулов являются также их применение по отношению к лицам, недостойным поощрения с точки зрения общественного мнения и отрыв моральных поощрений от других типов стимулирования.

Представленная система морального стимулирования демонстрирует возможности дифференцирования моральных стимулов к труду. Дальнейшая проработка вопроса связана с формированием взаимосвязи данной системы с материальными стимулами, а также стимулированием трудом и временем в целях повышения трудовой активности персонала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Слинков, А.М. Развитие трудовой мотивации работников банков / А.М. Слинков // Известия Иркутской государственной экономической академии (Байкальский государственный университет экономики и права). – 2009. – № 3 (65). – с. 104-107.

**Вострецов А. И., аспирант
Башкирский государственный университет**

ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ВОСПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ ТРУДОВОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)

vostretsow@yandex.ru

Управление процессом трансграничного движения трудового потенциала является эффективным инструментом регулирования национального и регионального рынков труда, так как удовлетворение спроса на трудовые ресурсы за счет внутренних источников осложняется влиянием демографических процессов прошлых лет.

Ключевые слова: трудовой потенциал, трансграничное перемещение, демографические процессы, миграция населения.

Как известно, воспроизводство потенциала региона может осуществляться не только за счет внутренних источников, но и за счет его трансграничного перемещения. Рассмотрим процессы ввоза и вывоза трудового потенциала Республики Башкортостан.

Мировой опыт показывает, что трудовой потенциал является одним из ключевых факторов экономического роста. Стратегия экономического развития Российской Федерации, ориентированная на реализацию концепции четырех «И» – инвестиции, инновации, институты, инфраструктура, а также мировой финансовый и экономический кризис предъявляют новые требования к обеспечению экономики качественными трудовыми ресурсами, что характеризует трудовой потенциал как одну из важнейших составляющих воспроизводственного потенциала региональной экономики. Вопрос, связанный с прогнозированием и эффективным управлением процессами ввоза и вывоза трудового потенциала региона, приобретает в настоящее время особую значимость, так как эмиграция занятого населения Российской Федерации, как на межрегиональном, так и на межгосударственном уровне, усиливает территориальную дифференциацию по уровню обеспеченности квалифицированными кадрами, что, в свою очередь, препятствует решению государством ряда экономических задач. Важно отметить, что, и в Республике Башкортостан, и в Российской Федерации в целом, не сформирована стратегия управления миграционными процессами, что является одним из факторов увеличения безработицы в ряде регионов и усилению напряженности на рынке труда, с одной стороны, и недостатку рабочей силы в слабозаселенных регионах, с другой.

На наш взгляд, понятие трудового потенци-

ала должно рассматриваться не только с количественной, но и с качественной стороны, что подразумевает анализ структуры трудовых ресурсов с точки зрения образовательного и профессионально-квалификационного уровня трудоспособного населения, а также анализ структуры трудовых ресурсов по половозрастному признаку.

Формирование трудового потенциала региона происходит в результате действия двух процессов:

– естественный прирост и естественная убыль трудовых ресурсов, или «произведенный и потребленный трудовой потенциал» за рассматриваемый период;

– иммиграция и эмиграция трудовых ресурсов, или «ввоз и вывоз трудового потенциала» за рассматриваемый период (рис. 1).

Миграционные процессы являются одним из существенных факторов формирования трудового потенциала территории. В структуре миграционного оборота Республики Башкортостан преобладает внутриреспубликанская и межрегиональная миграция [2–7] (рис.2).

Одной из существенных проблем в настоящее время является отсутствие комплексной, полной информации о процессах движения трудовых ресурсов в Республике Башкортостан. В связи с чем, на наш взгляд, необходимо создать специальный раздел в статистических сборниках по труду и занятости в регионе, в котором будут представлены данные о трансграничном движении трудового потенциала и его качественном составе. При анализе трудового потенциала мы будем использовать данные по миграционному обороту, так как именно трудовые ресурсы составляют основную долю в миграционных потоках.



Рисунок 1. Формирование трудового потенциала региона

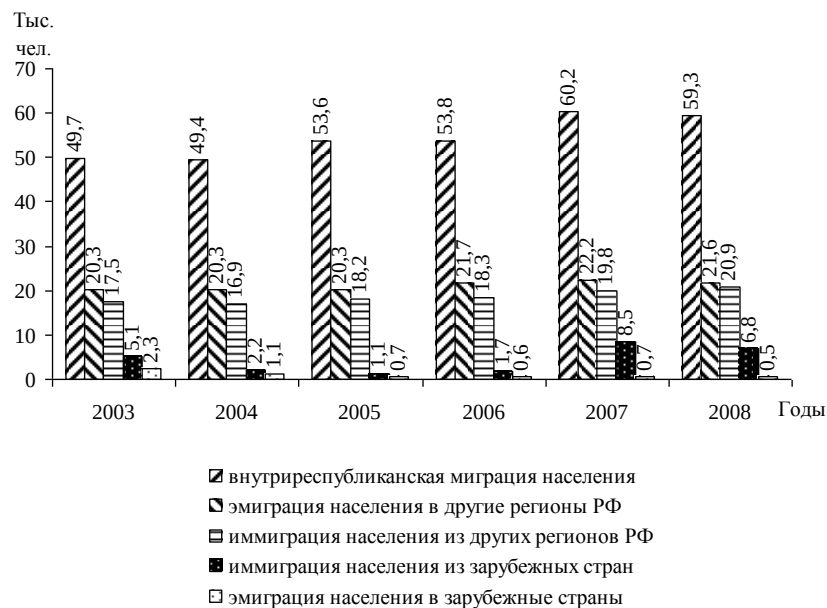


Рисунок 2. Структура миграционного оборота в Республике Башкортостан, тыс. чел.

Для расчета совокупного трудового потенциала мы предлагаем использовать следующую формулу [1]:

$$Q^{LP}_1 = Q^{LP}_0 + (V^{LP} - P^{LP}) + (IM^{LP} - EX^{LP}), \quad (1)$$

где Q^{LP}_0 и Q^{LP}_1 – совокупный трудовой потенциал региона на начало и конец года, который будет представлен численностью экономически активного населения региона; V^{LP} – вклад региона в увеличение своего трудового потенциала (вступление в трудоспособный возраст нового поколения); P^{LP} – выбытие трудового потенциала в регионе за год (утрата трудоспособности, устаревание трудовых ресурсов); IM^{LP} – ввоз трудового потенциала за год (иммиграция трудовых ресурсов из других регионов и зарубежных стран); EX^{LP} – вывоз трудового потенциала (эмиграция

трудоовых ресурсов в другие регионы и зарубежные страны).

Выражение $(V^{LP} - P^{LP})$ характеризует естественное воспроизводство трудового потенциала в регионе, а $(IM^{LP} - EX^{LP})$ – чистый импорт трудового потенциала в регион.

$$CI^{LP} = IM^{LP} - EX^{LP}, \quad (2)$$

где CI^{LP} – чистый импорт трудового потенциала (Clean Import of the Labor Potential);

IM^{LP} – ввоз трудового потенциала в регион (Import of the Labor Potential);

EX^{LP} – вывоз трудового потенциала из региона (Export of the Labor Potential).

Процесс воспроизводства трудового потенциала за период (1 месяц, 1 квартал, 6 месяцев, 1 год, 5 лет) можно представить в таблице (табл. 1).

Таблица 1

Воспроизводство трудового потенциала						
Годы	Совокупный трудовой потенциал региона на начало года (Q^{LP}_0)	Естественный прирост трудового потенциала (V^{LP})	Естественная убыль трудового потенциала (P^{LP})	Ввоз трудового потенциала за год (IM^{LP})	Вывоз трудового потенциала за год (EX^{LP})	Совокупный трудовой потенциал региона на конец года (Q^{LP}_1)

Как известно, основным мотивом перемещения рабочей силы, является более высокая предполагаемая заработная плата в предполагаемом для проживания регионе (государстве). Для прогнозирования величины притока рабочей силы и, соответственно, для управления процессом ввоза трудового потенциала, составим уравнение зависимости иммиграции населения от среднемесячной заработной платы в регионе. Коэффициент корреляции между суммарной миграцией населения (межрегиональной и межгосударственной) в Республику Башкортостан и среднемесячной номинальной заработной платой работников организаций составляет 0,8972.

В ходе корреляционно-регрессионного анализа была выявлена следующая зависимость:

$$\tilde{Y}_t = 17,12206 - 0,723204 \times Y_{t-1} + 0,002216 \times X_t \quad (3)$$

где $\tilde{Y}_t$ – прогнозируемая величина миграции населения в регион;

Y_{t-1} – величина миграции населения в регион в прошлом году;

X_t – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций.

Величина среднего относительного линей-

ного отклонения (ξ) меньше 15% и равна 5,816%, что свидетельствует об адекватности уровня авторегрессионной зависимости. Значит, уравнение может быть использовано для прогнозных целей.

Для того, чтобы точно спрогнозировать величину иммиграции населения, необходимо знать величину среднемесячной номинальной заработной платы работников в регионе. Для этого нами было составлено уравнение регрессии для прогнозирования заработной платы:

$$\tilde{Z}_t = 538,966 + 0,627571 \times Z_{t-1} + 652,13202 \times t \quad (4)$$

где $\tilde{Z}_t$ – прогнозируемая величина среднемесячной номинальной заработной платы работников организаций;

Z_{t-1} – среднемесячная номинальная заработная плата работников организаций в прошлом году;

t – период.

Данное уравнение может быть использовано в прогнозных целях, так как величина среднего относительного линейного отклонения (ξ) меньше 15% и равна 6,635%.

Прогнозирование среднемесячной заработной платы работников организаций и импорта трудового потенциала в Республику Башкортостан, тыс. чел.

Годы	Период (t)	Фактическая среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций [8] (X_t , Z_{t-1}), руб.	Расчетная величина среднемесячной номинальной заработной платы работников организаций ($\tilde{Z}_t$), руб.	Фактическая суммарная иммиграция населения [3,4,5,6] (Y_t), тыс. чел.	Расчетная величина миграции населения в регион ($\hat{Y}_t$), тыс. чел.
2000	1	1932,9	— *	— *	—
2001	2	2836,8	2404,13	— *	— *
2002	3	3717,9	3623,52	— *	— *
2003	4	4449,4	4828,61	— *	— *
2004	5	5389,4	5939,81	19,1	— *
2005	6	6612	7181,86	19,3	17,9610
2006	7	8632,3	8601,26	20	22,293
2007	8	11027,1	10521,27	28,3	27,094
2008	9	14084,1	12676,31	27,7	27,865
2009	10	14951,0	15246,93	— *	30,221
2010	11	15766,7	16443,10	— *	30,205
2011	12	— *	17607,15	— *	34,295

*Данные отсутствуют; невозможно рассчитать показатели в связи с отсутствием статистических данных

Наши расчеты показывают, что среднемесячная номинальная заработная плата в Республике Башкортостан напрямую влияет на миграционные процессы: повышение качества жизни населения вызывает приток населения (рабочей силы), как из других регионов, так и из зарубежных стран. Таким образом, рост заработной платы способствует не только повышению общего благосостояния населения региона, но и является инструментом регулирования процесса ввоза трудового потенциала в Республику Башкортостан. Если в регионе сохраняются такие же темпы роста номинальной заработной платы, то можно прогнозировать, что в 2011 г. приток населения (в т.ч. и трудовых ресурсов) в республику составит 34295 чел.

При прогнозировании ввоза трудового потенциала в регион необходимо провести ретроспективный качественный анализ трудовых ресурсов, т.е. оценить насколько влияет иммиграция рабочей силы на суммарный профессионально-квалификационный уровень трудоспособного населения. По данным Управления Федеральной миграционной службы по Республике Башкортостан численность иностранных работников, осуществляющих трудовую деятельность в Республике Башкортостан, с каждым годом растет со все большими темпами [9] (рис. 3). В основном данную категорию населения составляют граждане Узбекистана, Таджикистана, Азербайджана, Вьетнама и Турции.

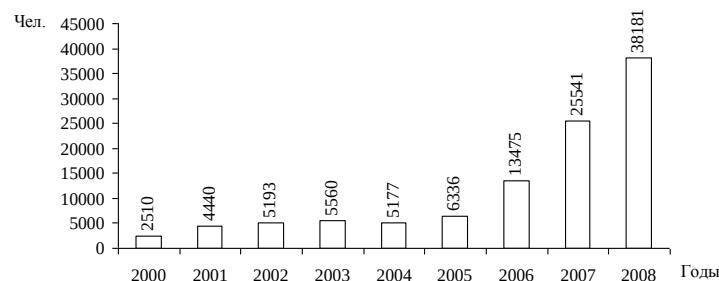


Рисунок 3. Численность иностранных работников, осуществлявших трудовую деятельность в Республике Башкортостан, чел.

По данным рейтинговой таблицы «Индекс уровня образования стран мира», которая была составлена экспертами Организации Объединенных Наций, в 2009 г. Российская Федерация находилась на 71 месте, Турция на 79 месте,

Азербайджан на 86 месте, Вьетнам на 116 месте, Узбекистан на 119 месте, Таджикистан на 127 месте. Таким образом, основную долю трудовых ресурсов, которые с каждым годом во все больших количествах въезжают в Республику Баш-

кортостан для осуществления трудовой деятельности, составляют граждане, имеющие низкий уровень профессионального образования, что может негативно сказаться на качественном составе трудового потенциала региона в будущем, учитывая при этом ежегодный отток трудоспособного населения, которое имеет законченное высшее образование, в зарубежные страны и более развитые регионы Российской Федерации.

В настоящее время качественные сдвиги в составе трудового потенциала Республики Башкортостан в худшую сторону не наблюдаются, так как число лиц, имеющих законченное высшее образование в составе занятых в экономике, с каждым годом возрастает, и приток трудовых ресурсов не оказывает существенного влияния на структуру занятого в экономике региона населения. Но при этом в рамках рассматриваемого периода прослеживается тенденция к увеличению доли иностранных работников в общей величине занятых в экономике (рис. 4).

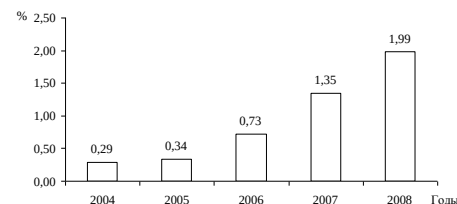


Рис. 4. Доля иностранных работников, осуществлявших трудовую деятельность в Республике Башкортостан в общей величине занятых в экономике, %

Процесс управления трансграничным движением трудового потенциала должен быть направлен на сбалансирование спроса и предложения на региональном рынке труда, причем спрос на рабочую силу должен быть удовлетворен не просто в количественном выражении, но и в качественном, так как у предприятий различные требования к уровню профессиональной подготовки и степени квалификации работников. Например, строительные компании, нанимающие разнорабочих, предъявляют минимальные требования к своим кандидатам: в большинстве случаев допускается наличие лишь среднего общего полного или даже основного образования. А предприятия машиностроительного комплекса или обрабатывающей промышленности наоборот требуют от потенциальных работников наличие высшего профессионального образования, а также опыта работы.

Мы предлагаем следующую схему управления процессом трансграничного движения трудового потенциала региона (рис. 5).

Процесс управления движением и качественным формированием трудового потенциала региона начинается с применения инструментов макроэкономического регулирования, а именно с создания благоприятных условий для привлечения иностранной рабочей силы и трудовых ресурсов из других регионов РФ, снижения оттока трудового потенциала в страны и другие регионы РФ, а также повышение их качественного состава. Потребности предприятий территории в трудовых ресурсах, а также требования, которые предъявляются к кандидатам, обязательно должны быть систематизированы в единой базе данных вакансий. На наш взгляд, создание новой структуры будет излишним, в связи с чем данную функцию будут выполнять территориальные отделения Федеральной службы по труду и занятости. Формирование предложения на рынке труда региона должно происходить также систематизировано, как и формирование спроса, т.е. данные по квалификации, опыту работы, уровню образования и другим признакам по каждому работнику вносятся в единую базу данных либо самим соискателем через сеть Интернет, что будет очень удобно как для потенциальных работников из зарубежных стран, так и для трудоспособного населения из других регионов РФ, либо работниками центра занятости, если соискатель лично обратился в территориальный центр занятости населения. Отличительной особенностью данной системы управления будет являться обязательное внесение предприятиями информации о наличии вакансий в единую базу данных. Все эти мероприятия будут способствовать формированию достаточно сбалансированного рынка труда в регионе и национальной экономике в целом.

В настоящее время в Российской Федерации происходит процесс перехода на двухуровневую систему образования. Обучение в высшей школе будет максимально приближено к международным стандартам, что может вызвать отток трудовых ресурсов в связи с возникновением гораздо большего спроса на рабочую силу из Российской Федерации со стороны зарубежных предприятий. В связи с этим, на наш взгляд, необходимо уделить внимание управлению трансграничным движением инвестиционного потенциала с целью наращивания последнего для создания новых производств, в том числе инновационных, чтобы вызвать приток трудового потенциала. Регулирование трансграничного движения инвестиционного потенциала региона будет являться дальнейшим направлением нашего исследования.

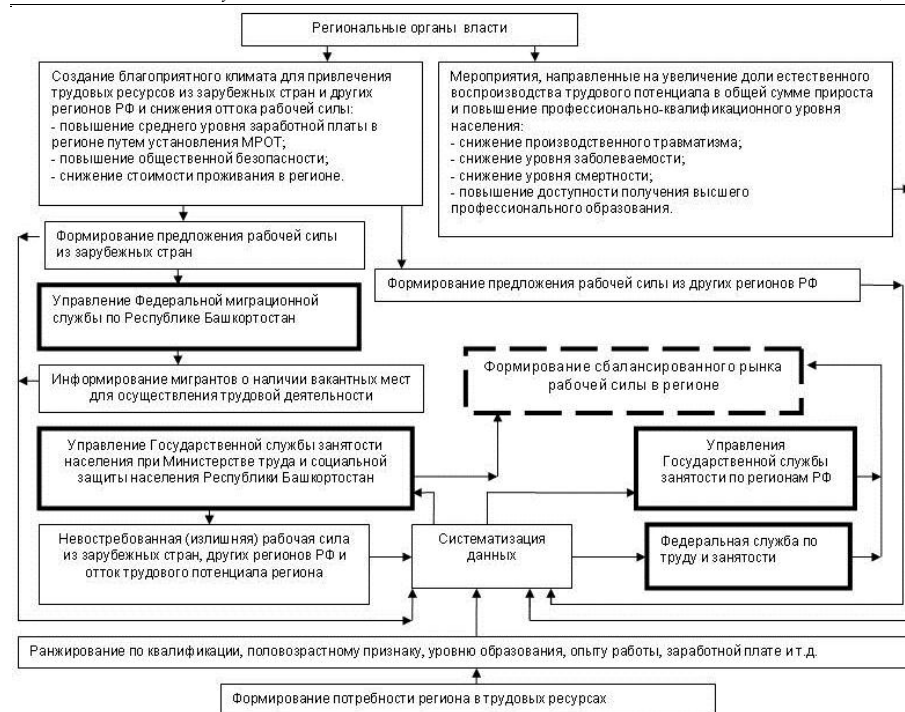


Рисунок 5. Управление процессом трансграничного движения трудового потенциала региона

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Янгиров, А.В. Методология анализа производственного потенциала региона. Экономический потенциал Республики Башкортостан: монография / А.В. Янгиров // – Уфа: РИО БашГУ, 2008. – 177 с.
2. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2003. Стат.сб./Росстат. – М., 2004. – 671 с.
3. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2004. Стат.сб./Росстат. – М., 2005. – 685 с.
4. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2005. Стат.сб./Росстат. – М., 2006. – 685 с.
5. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2006. Стат.сб./Росстат. – М., 2007. – 685 с.
6. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2007. Стат.сб./Росстат. – М., 2008. – 668 с.
7. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2008. Стат.сб./Росстат. – М., 2009. – 654 с.
8. Номинальная и реальная заработная плата. [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/i000054r.htm> (дата обращения: 03.02.2011). – Заглавие с экрана.
9. Рынок труда в Республике Башкортостан. Стат.сб./Башстат. – Уфа, 2010. – с.65.

Цветаев С. С., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

БЮДЖЕТИРОВАНИЕ КАК ЧАСТЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ. ПРАКТИКА ВНЕДРЕНИЯ НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

tsvetaev@narzan-aqua.ru

Рассматриваются проблемы понимания значимости и внедрения эффективного механизма бюджетного планирования, которые стоят перед промышленными предприятиями. Приводятся результаты исследования для топ менеджеров и ИТ-специалистов, а так же практика построения выходных форм бюджетного учета: БДДС и БРД.

Ключевые слова: бюджетный учет, бюджетирование, стратегическое управление, информационная система, управление предприятием.

Бюджет – схема доходов и расходов определённого лица (бизнеса, организации, государства и т. д.), устанавливаемая на определённый период времени. Бюджет – это важнейшая концепция, как в микроэкономике, так и в макроэкономике.

Разработка регулярных производственных и финансовых планов (бюджетов) является важнейшей составляющей планово-аналитической работы компаний всех без исключения отраслей экономики. Бюджетирование способствует уменьшению нерационального использования ресурсов предприятия, благодаря своевременному планированию хозяйственных операций, товарно-материальных и финансовых потоков и контролю над их реальным осуществлением. Бюджетное планирование до сих пор остается слабым местом управления бизнесом российских предприятий промышленности, торговли, банковской сферы, страхования.

Наиболее остро проблема внедрения эффективного механизма бюджетного планирования стоит перед промышленными предприятиями. В промышленности цикл оборота капитала является наиболее «представительным» по

сравнению со всеми другими отраслями экономики: здесь присутствуют и стадии снабжения (закупка материальных ресурсов), и стадии производства, и стадии хранения и сбыта произведенной продукции, а также расчетов с контрагентами как по закупаемому сырью и материалам, так и по реализованной продукции. Этим промышленные предприятия отличаются, например, от банковской сферы и торговли, где производственный процесс отсутствует. «Сквозное» управленческое планирование требует ведения эффективного управленческого учета и планирования движения товарно-материальных и финансовых ресурсов предприятия на всех стадиях финансового цикла. Понятно, что каждая стадия финансового цикла является одним из факторов образования конечных финансовых результатов (прибыли) предприятия, и чем больше «ступенек» в кругообороте капитала предприятия, тем более сложной и развернутой должна быть технология бюджетного процесса [1].

Основные очертания бюджетирования промышленных предприятий:

Старая парадигма

- Фрагментированное бюджетирование: каждое подразделение самостоятельно формирует собственную бюджетную политику
- Роль управляющей компании сводится к частичной координации работы компаний холдинга; разобщенный контроль показателей по отдельным направлениям деятельности
- Бюджетная система — совокупность бюджетных систем компаний. Контроль ключевых бюджетных показателей в конце установленных отчетных периодов. Проблемы адаптации и сведения к единым стандартам, форматам отчетов для акционеров и стратегического топ-менеджмента
- Низкая волатильность системы. Высокий иммунитет к изменениям

Новая парадигма

- Объединенная комплексная система бюджетирования компании, единые стандарты учета и отчетности. Формирование общего финансового плана компании, отвечающего стратегическим и тактическим целям
- Управляющая компания (бюджетное управление) разрабатывает единую нормативную управленческую документацию
- Бюджетная система компании рассматривается как единый финансовый комплекс. Перманентный мониторинг бюджетных показателей в единой информационной системе. унифицированные формы отчетности, полная совместимость и "читабельность" отчетов.
- Высокая восприимчивость и лояльность к внедрению изменений

Бюджетирование ориентирует и координирует деятельность компании на достижение целей, повышает гибкость предприятия и позволяет приспособиться к изменениям внешней и внутренней среды. Что важно знать о бюджетировании топ - менеджменту компании:

1. Система бюджетов показывает, как функционирует предприятие, какова структура создаваемой им стоимости; где деньги зарабатываются, как они тратятся, как перетекают из одного центра ответственности в другой; сколько стоят услуги подразделений внутри компании.

2. Бюджеты позволяют осуществлять три основные управленческие задачи: прогнозировать; сравнивать запланированные и фактически полученные результаты; оценивать и анализировать выявленные отклонения, чтобы своевременно реагировать на них.

3. Главными инструментами бюджетного управления являются основные бюджеты: бюджет доходов и расходов (БДР); бюджет движения денежных средств (БДДС); прогнозный баланс (иногда его называют бюджетным балансом или бюджетом по балансовому листу); инвестиционный бюджет.

4. Составление бюджета – это процесс коллективного планирования, заключения договора между менеджерами всех уровней о согласованных действиях, направленных на достижение целей компании. Утверждая бюджет, команда менеджеров коллективно подписывается под решением сообща достичь поставленных целей.

5. Утвержденный план – это только основа для продолжения работы по планированию. Если к бюджетам относиться бюрократически и принимать их за абсолют, они мешают развиваться.

6. Типичные ошибки бюджетирования: отсутствие финансовой структуры; отсутствие механизма внутренних тарифов; отсутствие связи бюджетирования с системой мотивации; распыление ресурсов; участие топ – менеджмента в «оперативном» бюджетировании [2].

На определенном этапе развития бизнеса перед топ - менеджментом большинства предприятий остро встает вопрос формирования системы бюджетирования. Это многогранная проблема, включающая в себя вопросы структурирования внутреннего информационного пространства, методологические аспекты бюджетирования и его автоматизацию. Без использования программного обеспечения не может быть речи и о многовариантном планировании, столь необходимым для процесса генерации бюджета [3].

Внедрение информационных систем – отнюдь не достаточное условие функционирования системы бюджетирования на предприятии. Автоматизация бесполезна, если не существует его методологической концепции и не сформирована информационная платформа. Не следует забывать, что бюджетирование является составной частью процесса управления предприятием, который опирается на управленческий учет. И если на предприятии не существует управленческого учета, отделенного от бухгалтерского, то вряд ли можно говорить об эффективной системе управления и полноценности ее составляющих [4].

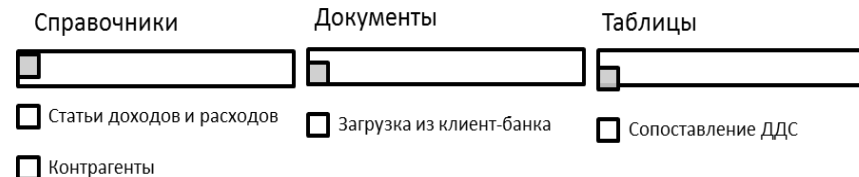
На российском рынке представлены программные продукты: "Галактика: Финансовый контур" (разработчик – корпорация "Галактика"), "Инталев: Бюджетное управление" (разработчик – Консультационно-внедренческая фирма "Инталев"), "КИС: Бюджетирование" (разработчик – ЗАО "Компьютерные информационные системы"), "Контур Корпорация. Бюджет Холдинга" (разработчик – Intersoft Lab), Bjet (разработчик – Info Industries Group); из зарубежных – Geac Performance Management (Comshare MPC, разработчик – Comshare, российский представитель – "Корус Консалтинг"), Hyperion Planning (разработчик – Hyperion, российский представитель – ЛАНИТ). Зарубежные вендоры так же отметились информационными модулями – бюджетирование: Active Planner (ERA Budgeting), Adaytum e.Planning, Comshare MPC, Hyperion Pillar, Oracle Financial Analyser, Prophix. По совокупной стоимости (лицензии, внедрение и поддержка) зарубежные бюджетные системы во много раз дороже отечественных аналогов и в России внедряются в крупных компаниях [7].

Подход к внедрению бюджетного учета, как в российских, так и в зарубежных компаниях лежит через модули управленческого учета. Бюджет промышленной компании состоит из трех бюджетов первого уровня – операционного, инвестиционного и финансового. Часто в отечественной литературе финансовый бюджет определяют еще как «бюджет движения денежных средств» или «денежный бюджет». Это не совсем корректно, так как целью составления финансового бюджета является не только планирование денежных поступлений и расходов предприятия, но и, шире, всех оборотных средств и краткосрочных обязательств как основных факторов, определяющих текущую платежеспособность компании. *Операционный бюджет* фокусируется на моделировании будущих расходов и доходов от текущих операций за бюджетный период. Следовательно, объектом рассмотрения операционного бюджета, является

финансовый цикл предприятия. *Инвестиционный бюджет* рассматривает вопросы обновления и выбытия капитальных активов (основных средств и вложений, долгосрочных финансовых вложений), что составляет основу инвестиционного цикла. Цель *финансового бюджета* – планирование баланса денежных поступлений и расходов, а в более широком смысле – баланса оборотных средств и текущих обязательств для поддержания финансовой устойчивости предприятия в течение бюджетного периода.

С одной стороны бюджетная подсистема это большой управленческий участок, но если

1. Объекты, участвующие в процессе



2. Бизнес-процесс

Нормативная информация

Справочник «Контрагенты» – должен быть заполнен «Наименованием», «КПП», «ИНН».

Справочник «Статьи доходов и расходов» – требования «Код статьи», «Наименование».

Документы

В данном процессе всего один документ его роль оцифровка данных в ИС предприятия из программного модуля банка. В 99.5 % российских и зарубежных банках есть система выгрузки платежей по средствам программного модуля – «Клиент-банк». Форматы могут самые разные от формата 1С до внутренних форматов самих банков.

Таблицы

Таблица собирает данные по всем платежам в разрезе «Дата платежа», «Сумма», «Назначение платежа», «Статья доходов расходов» будет использоваться для сопоставления платежей со статьями затрат и доходов. Для ускорения процесса к таблице будет подключено три опции:

- **Обновить данные по контрагенту** – по выбранному контрагенту проставить статью, возможно наследование от предыдущего сопо-

обратиться к практикам, то это две основные выходные формы «Бюджет движения денежных средств» (БДДС) и «Бюджет доходов и расходов» (БДР). Построение данных форм в любой информационной системе дает возможность топ - менеджменту принимать управленческие решения более осмысленно и своевременно [6].

Итак, мы хотим предоставлять топ – менеджменту два бюджетных отчета БДДС и БДР. Сформируем техническое задание на разработку:

ставления.

- **Подставить статью для списка платежей** – выбрать любой список платежей и подставить определенную статью.

- **Автоподстановка статьи** – проставить статьи в соответствии с «Кодом статьи». Для реализации данной логики, при формировании исходящих платежей в «Назначении платежа» указывается «Номер статьи» (например: (2.1.4) Оплата за канцтовары по счету №4 от 15.01.2011).

Все три логики – так называемые *ускорители*. Их использование сокращает операционное время работы, а значит, уменьшает «человеческий фактор» и стоимость обслуживания процесса.

3. Роли

В текущем бизнес-процессе задействованы две роли:

- Оператор клиент-банка – задача загрузка платежей в ИС предприятия.
- Специалист финансового отдела – задача сопоставление платежей со статьями.

4. Выходные формы

В конечном итоге мы получаем таблицу всех платежей компании сопоставленных с бюджетными статьями. Задача сводится к форматированию данной таблицы под выходные формы БДДС, БДР, Баланс по расчетным счетам, Баланс внутрихозяйственных платежей и т.д. и т.п.

Бюджетирование ориентирует и координирует деятельность фирмы на достижение целей, повышает гибкость предприятия и позволяет приспособиться к изменениям внешней и внутренней среды. В настоящих условиях для предприятий в первую очередь важны проблемы разработки новых концепций управления, планирования и эффективной организации, решение которых невозможно без гибкого развития предприятия и менеджмента. В условиях относительной стабильности экономической ситуации в стране предприятия не разрабатывают стратегические (долгосрочные) планы развития организации. Однако в этих условиях, стратегическое планирование и контроль результатов невозможны без разработки бюджета как важнейшего инструмента управления, который обеспечивает высшее руководство всей необходимой и точной информацией для принятия управленческих решений [5]. В этой связи с уверенностью можно отметить, что оперативное бюджетирование является наиболее важным элементом стратегического планирования, кроме того, эти элементы в системе планирования находятся во взаимной зависимости. Поскольку, прежде чем разработать план, необходимо поставить и определить четкие цели, которые формируются на стратегическом уровне корпоративного управления и, следовательно, бюджетирование является инструментом выполнения стратегии организации: план, бюджетирование, стратегия, управление. С помощью механизмов бюджетирования создается и обеспечивается неразрывная связь стратегических установок с оперативными планами, которые и направлены на их выполнение отдельными, зачастую не

связными, процессами. В связи с этим систему бюджетирования можно определить как процесс принятия определенных управленческих решений, которые непосредственно связаны с будущим, поскольку каждый из бюджетов – это шаг к реализации стратегии [7]. Тем более, как описано выше, процесс разработки и внедрения не требует серьезных усилий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Щиборщ, К.В.* Бюджетирование деятельности промышленных предприятий России / К.В. Щиборщ; М.: Издательство «Дело и Сервис», 2001. – 544 с. – ISBN 5-8018-0092-1.
2. *Кочнев, А.А.* Что важно знать о бюджетировании, Генеральный Директор компании ITeam/ А.А. Кочнев // Москва Журнал "Генеральный Директор" – 2006. – №1. – С. 12–14.
3. *Хруцкий, В. Е.* Внутрифирменное бюджетирование / В.Е. Хруцкий., Т.В. Сизова., В.В. Гамаюнов. – М.: ФиС, 2005. – С. 23–30.
4. *Карминский, А. М.* Контроллинг в бизнесе/ А. М. Карминский, Н.И. Оленев, А. Г. Примак, С.Г. Фелько. - М.: ФиС, 2002. – С. 11 – 13.
5. *Кляшторная, О. В.* Бюджетирование: старое понятие в новых формах/ О.В. Кляшторная; Директор ИС, 2004, – № 3. – С. 9 – 11.
6. *Добровольский, Е.* Бюджетирование: шаг за шагом/ Е. Добровольский, Б. Карабанов, П. Боровков, Е. Глухов, Е. Бреслав. – СПб., 2006. – С. 27–56.
7. *Сицилиано, Дж.* Финансы для нефинансовых менеджеров / Дж. Сицилиано; М., 2005. – С. 25–31.

*Костыря А. В., канд. экон. наук, ст. преп.
НИУ ВПО «Белгородский государственный университет»
Чижова Е. Н., д-р экон. наук, проф.*

Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БЕЗРАБОТИЦЫ И ЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ

nutako@rambler.ru

Статья посвящена результатам исследования сущности, причин, форм проявления, последствий и регулирующих инструментов безработицы в России.

Ключевые слова: безработица, причины безработицы, последствия безработицы, механизм регулирования безработицы.

При переходе экономики страны к рыночным отношениям область занятости, а в ней рынок труда сталкиваются с таким явлением экономики, как безработица. Исследование сущности, причин, форм проявления, последствий позволило прийти к следующим результатам.

Под безработицей мы понимаем социально-экономическое явление, порождаемое фактором участия населения в создании полезного для общества продукта и отражающее состояние незанятости трудоспособного населения в силу объективных или субъективных причин. Логика наших рассуждений такова. Безработица является обратной стороной занятости, поэтому если человек в трудоспособном возрасте не имеет места приложения труда в силу различных причин, то, следовательно, он является безработным с точки зрения участия в воспроизводственном процессе ВВП и ВРП. При этом регулирование должно быть направлено лишь на безработицу объективного характера, тогда как субъективные причины должны анализироваться для контроля над недопущением их массового развития. Как экономическая категория безработица выражает отношения субъектов рынка труда по поводу рабочего места (объекта этих отношений).

Безработица как социально-экономическое явление проявляется в выполнении основных функций (справедливости, несправедливости, стимулирования, дестимулирования, манипуляции). Считаем необходимым дополнить их статусной и экономической. Статусная функция реализуется как через самооценку своего положения в обществе, так и через отношение общества к человеку, потерявшему работу. Экономическая функция безработицы отражает экономическое и финансовое благополучие страны (региона) и ее (его) населения.

Безработица имеет количественную оценку, так как выражает разницу между числом экономически активного и занятого населения, и является статистической величиной. Помимо количественной оценки статистика дает и некоторые качественные характеристики безработицы,

такие как половозрастные, профессионально-квалификационные, социальные. Но, на наш взгляд, этого недостаточно, чтобы определить ее качественную значимость для экономической системы.

Изучение литературы позволило выделить несколько теоретических подходов к анализу безработицы, а именно: классический, неоклассический, кейнсианский и институциональный. С позиций этих подходов в литературе представлено большое число причин безработицы, считаем, что перечень причин должен быть дополнен повышением капиталоемкости продукции и «неэкономической трезвостью» в принятии решения о найме на работу. Изучение причин безработицы позволило нам сделать вывод о том, что многие из них не связаны между собой, но, возникая одновременно, могут усиливать свое воздействие на безработицу. При этом есть и такие причины, которые являются малыми составляющими единой большой или возникают благодаря другим причинам, или дополняют друг друга. При этом эти связи и взаимосвязи наблюдаются не только внутри одного теоретического подхода, но и между ними. Поэтому при исследовании безработицы следует опираться на «интегральный подход». Несмотря на многообразие причин безработицы, первопричиной, на наш взгляд, является природа человека – потенциального работника, потребителя, работодателя.

Разнообразие причин возникновения и поддержания безработицы определяет разнообразие проявления этого явления. Предлагаем классифицировать безработицу с точки зрения природы ее возникновения и с точки зрения характера, места и сроков ее протекания. Это дает возможность выделить дополнительно ряд форм, видов и подвидов безработицы: формы – кратковременная и формальная; виды – миграционная, финансовая, большая и малая циклические, основанная на качественном несоответствии спроса и предложения на рынке труда и дискриминационная безработицы; подвиды – хрониче-

ская, порождаемая неэффективной деятельностью служб занятости и деятельностью профсоюзов, расовая (национальная) и статистически дискриминационная. Полагаем что, как и причины, формы, подформы, типы, виды и подвиды безработицы в действительности не существуют изолированно друг от друга. Проявляясь одновременно, или накладываясь одна на другую, они испытывают на себе влияния этих зависимостей и взаимозависимостей.

Безработица оказывает влияние на процессы, выражающиеся в различных социально-экономических последствиях этого явления. Считаем необходимым выделить четыре уровня проявления социально-экономических последствий безработицы: национальный, региональный, уровни предприятия и человека. Наиболее «вместительными» по числу возможных последствий нам видятся два первых, чуть меньшим – последний. Уровень предприятия является наименее «объемным». Такое распределение мест свидетельствует о том, что на национальный (региональный) уровень наибольшее влияние оказывают социальные последствия безработицы, происходящие на уровне отдельного человека, которые при переходе на уровни предприятия, региональный и, наконец, национальный трансформируются в экономические.

С точки зрения области влияния мы выделяем экономические и социальные последствия безработицы. Первые в большей степени проявляются на национальном и региональном уровнях. Социальные же более свойственны уровню человека, но, проецируясь на внутрифирменный уровень, также приобретают экономический характер. По характеру проявления последствия безработицы мы делим на положительные и отрицательные. Негативные процессы преобладают и составляют две трети, тогда как на долю положительного влияния приходится лишь одна треть. Но это значит, что безработицу нельзя рассматривать только как индикатор кризиса экономической системы. При наличии знаний особенностей ее протекания, рычагов воздействия и умений применять инструменты управления ее «русло» можно направлять во благо рынка труда и экономики в целом.

Все многообразие выявленных последствий безработицы мы разделили на отдельные группы, среди составляющих которых прослеживалась явная причинно-следственная связь, тем самым, образовав тринадцать блоков. Каждый из представленных блоков не является замкнутой системой. Они дополняют и усиливают, определяют и продолжают друг друга или являются различными вариантами развертывания одной и той же ситуации.

Мобилизованные знания о причинах безработицы, наиболее вероятных ее последствиях и особенностях их возникновения и протекания позволяют разработать наиболее эффективные способы их предупреждения, борьбы с ними или сокращения их масштабов. Проведенное исследование безработицы на рынке труда РФ и Белгородской области за 2000–2008 гг. показало, что региональный рынок труда характеризуется средними показателями величины безработицы. На наш взгляд, это заслуга региональных программ, разрабатываемых местными органами самоуправления. На протяжении всего рассматриваемого периода ситуация на рынке труда региона выглядит менее напряженной, чем в целом по РФ, хотя и характеризуется менее интенсивным снижением уровня безработицы по методологии МОТ. Но отсутствие высоких показателей не означает отсутствия проблемы, требующей постоянной модификации ее решений.

В среднем за рассматриваемый период регистрации подвергалась лишь пятая часть всех безработных Белгородской области и третья часть всех безработных страны, поэтому регистрируемая безработица не может адекватно отражать реальное положение на рынке труда. На протяжении рассматриваемого периода в целом по РФ наблюдалось преобладание безработных мужчин по методологии МОТ, что на наш взгляд, можно объяснить их большей экономической активностью по сравнению с женщинами, тогда как в Белгородской области численность безработных мужчин и женщин, определяемых по методологии МОТ, примерно одинакова. Напротив, среди безработных, зарегистрированных в УТЗН, как в разрезе РФ, так и Белгородской области преобладают женщины.

Рынок труда Белгородской области характеризуется более высокой экономической активностью лиц, имеющих высшее профессиональное, неполное высшее и среднее профессиональное образования, и при этом недостаточным спросом на них со стороны работодателей и минимальными возможностями трудоустройства на условиях неполного рабочего дня или «на дому» для лиц, обучающихся в высших учебных заведениях; более низкими возможностями открытия собственного дела и высоким развитием «социальных сетей»; слабым развитием коммерческих служб занятости, но при этом более высоким доверием государственной службе занятости; более затянтым характером безработицы по сравнению с данными по стране в целом. Среднестатистический портрет безработного Белгородской области – это человек в возрасте 34,3 лет со средним полным общим образованием, который ищет работу через дру-

зей родственников, знакомых в течение 8,7 месяца.

Проведенный анализ существующей практики регулирования безработицы на рынке труда РФ и Белгородской области показал, что из всех субъектов регионального механизма регулирования безработицы частные кадровые агентства играют наименьшую роль. Отсутствие единой цели у его субъектов, сопровождающееся соблюдением частных интересов, не поддерживает принципа системности всего механизма. Как следствие, основополагающие задачи механизма соотносятся в основном только с органами государственной власти всех уровней. Наибольшее внимание уделяется вопросам поддержки сельского хозяйства и малого и среднего бизнеса. Действующий механизм недостаточно адаптивен и гибок, но ему присущи рациональность, оперативность и ответственность.

Набор применяемых инструментов разделен нами в зависимости от объекта воздействия на инструменты, применяемые для минимизации безработицы, и инструменты, применяемые для минимизации ее социально-экономических последствий. При этом инструменты, применяемые для минимизации безработицы, разделены на прямые и косвенные в зависимости от направления воздействия на объект.

Проведенный анализ применяемых инструментов регулирования безработицы на территории Белгородской области позволил оценить существующую ситуацию в регионе и создать основу для разработки корректирующих предложений, способных совершенствовать данные инструменты регулирования и повысить их эффективность.

В разрезе корреляционно-регрессионного анализа безработицы Белгородской области за 2000–2008 годы, целью которого стала проверка влияния причин, ранее выявленных в теоретических аспектах, на величину безработицы, нами был построен ряд однофакторных и двухфакторных моделей влияния различных рыночных факторов на величину безработицы, а также ее влияния на другие экономические и социальные явления. Среди показателей, оказывающих сильное влияние на уровень безработицы, выделены миграционный прирост населения, среднемесячная начисленная номинальная заработная плата работников организаций, минимальный размер оплаты труда, затраты населения на покупку товаров и оплату услуг, прирост финансовых активов у населения, предоставленные кредиты, рентабельность активов, темп инфляции, число использованных передовых производственных технологий. В свою очередь, уровень безработицы оказывает сильное воздей-

ствие на численность эмигрантов и ВРП в текущих ценах, а также число случаев алкоголизма и алкогольных психозов, наркомании и токсикомании, число самоубийств, лиц без постоянного источника дохода, совершивших преступления, смертность населения.

Среди показателей, оказывающих высокое влияние на численность безработных, нами были отмечены продолжительность поиска работы безработными женщинами, возраст и половозрастные характеристики безработных.

Однофакторный анализ был проведен без учета индексации многих показателей, так как с введением данного параметра многие зависимости не подтверждаются. В отличие от однофакторного анализа двухфакторные модели подтверждаются только при наличии показателя темпа инфляции.

Одной из функций органов исполнительной власти на всех уровнях (федеральном, субъектов федерации и органов местного самоуправления) предусмотрено регулирование занятости населения, поиск путей снижения безработицы и сглаживание ее последствий. Процесс регулирования безработицы является составляющей единой политики занятости на российском рынке труда, под которым нами понимается совокупность целенаправленных мероприятий государственного и негосударственного воздействия на безработицу, осуществляемых субъектами рынка труда как самостоятельно, так и во взаимодействии с другими субъектами при решении возложенных на них задач для достижения сокращения безработицы. Данный процесс включается в механизм регулирования безработицы, который представлен нами как набор воздействующих инструментов, применяемых субъектами рынка труда на основании поставленных целей, разработанных задач, выполняемых функций с опорой на выработанные принципы и направленных на безработицу и ее социально-экономические последствия.

Субъектами механизма регулирования безработицы являются органы законодательной и исполнительной властей всех уровней, в том числе государственные службы занятости, частные кадровые агентства, работодатели, профсоюзы, занятые и безработные. Объектами их регулирования становятся безработица и ее социально-экономические последствия на предмет их минимизации. Это определяет основную цель всего механизма регулирования безработицы, которой подчиняются поставленные задачи, выполняемые функции и применяемые инструменты с опорой на принципы. Механизм регулирования безработицы находится в динамичном состоянии, так как в нем присутствует обратная

связь – от объектов к субъектам. Принимая на себя воздействие окружающей среды и инструментов регулирования, безработица, изменяясь сама, влияет на последствия. Изменения объектов механизма качественного и количественного характера не могут не отразиться на целях, задачах, принципах, функциях и инструментах всего механизма регулирования безработицы. Поэтому в целях принятия решений о предотвращении негативных и усилении позитивных проявлений безработицы нам видится необходимость проведения анализа издержек, которые она влечет за собой.

Анализ безработицы и ее последствий позволил сформировать трехуровневую модель учета совокупных издержек безработицы, которая позволяет определять социально-экономические последствия безработицы на уровнях государственного (регионального) бюджета, компании (работодателя) и отдельного человека в денежных единицах в краткосрочном периоде, что дает возможность осуществлять разработку более точных, а значит более эффективных программ и механизмов политики занятости на рынке труда регулирующего и поддерживающего характеров. Издержки, связанные с безработицей, мы разделили на 3 группы - социальные издержки бюджета, социальные издержки компании (работодателя) и социальные издержки безработного.

Высокие издержки безработицы указывают на необходимость разработки таких инструментов регулирования безработицы, которые бы позволили повысить эффективность регулирования напряженности на рынке труда в целом, гибко и своевременно подстраиваться к изменениям социально-экономической среды и, как следствие, сокращать совокупные издержки безработицы. Для характеристики существующего механизма регулирования безработицы мы предложили схему формирования единого информационного центра по трудоустройству (ЕИЦТ), который выступает как инструмент регулирования безработицы на региональном уровне. Основной принцип работы - обязательное исполнение поставленных задач всеми субъектами механизма регулирования безработицы – безработными, работодателями, государственными и региональными органами власти, учебными заведениями и ЕИЦТ. Ядро составляет ЕИЦТ, основная цель которого – помощь в трудоустройстве и перераспределении трудовых ресурсов на рынке труда. Основными характеристиками предлагаемого механизма являются создание единой информационной базы (ЕИБ) вакансий, требований работодателей к качеству рабочей силы и предложения труда; обязатель-

ные подача информации о вакансиях работодателями в ЕИБ и предоставление баз практик для студентов и учащихся; привлечение к регулированию безработицы на рынке труда учебных заведений как базы подготовки и переподготовки квалифицированной рабочей силы; обязательное трудоустройство выпускников по распределению с определением минимального срока занятости; определение квот набора студентов и учащихся, регулирование и контроль функционирования ЕИЦТ со стороны государственных и муниципальных органов власти.

Для того чтобы обеспечить гибкость регулированию безработицы, необходим непрерывный мониторинг складывающейся ситуации на рынке труда, который невозможно осуществлять без проведения подробного количественного анализа различных форм безработицы, отражающих ситуацию на рынке труда. В этой связи предложен методический подход к количественному измерению всех выделенных форм безработицы, не охваченных федеральным статистическим наблюдением. На основе имеющейся статистической информации количественно оценены фрикционная, структурная, миграционная, финансовая, эстерогенная, порождаемая неэффективной деятельностью служб занятости, молодежная, пенсионная, скрытая, частичная, формальная, кратковременная и длительная безработицы.

Апробация предлагаемого методического подхода к количественному измерению форм безработицы, не охваченных федеральным статистическим наблюдением, на основе имеющейся статистической информации Белгородской области за 2000-2008 гг., показала, что чуть менее 1/5 экономически активного населения постоянно находится в поиске нового места работы.

В разрезе профессий безработица в большей степени затрагивает лиц, занимающихся подготовкой информации, оформлением документации, учетом и обслуживанием. При этом среди неквалифицированных рабочих она носит постоянный характер. Среди видов производственной деятельности безработица в большей степени затрагивает обрабатывающие производства, охоту, сельское и лесное хозяйство, добычу полезных ископаемых, транспорт и связь, строительство, рыболовство и рыбоводство, производство электроэнергии, газа и воды, научные исследования и разработки. В сфере услуг высокие показатели уровня очаговой безработицы были отмечены во всех видах торговли, рекламной деятельности, операциях с недвижимостью, в области среднего общего образования.

Экономическая активность мужчин превышает экономическую активность женщин, как среди молодежи, так и среди лиц пенсионного и предпенсионного возрастов. При этом при росте экономической активности обеих возрастных групп работодатель в целом предпочитает молодости, мобильности и современному образованию опыт и «человеческий капитал», приобретенный работником за годы работы на предприятии, поэтому замещения лиц предпенсионного и пенсионного возрастов на рабочих местах молодежью не происходит в той мере, которая могла бы повлиять на ситуацию на рынке труда Белгородской области.

С точки зрения длительности безработицы положение безработных мужчин на рынке труда более устойчиво и менее проблемно, хотя и имеет отрицательную динамику.

Основным «виновником» скрытой безработицы является просроченная задолженность по заработной плате организаций перед работниками. При этом между административным отпуском по инициативе администрации и переводом работника на неполный рабочий день работодатель чаще выбирает первое.

В целом за рассматриваемый период на фоне глобального экономического кризиса рынок труда Белгородской области характеризуется положительной динамикой эстерогенной безработицы, безработицы, порождаемой неэффективной деятельностью служб занятости; ростом миграционной безработицы, отражающим нарастание влияния миграционных потоков, повышающих напряженность рынка труда Белгородской области; снижением уровня финансовой безработицы и в целом повышением предпринимательской активности населения и неустойчивого положения предпринимателей на рынке; ростом формальной безработицы, обусловленным ростом масштабов неформального сектора экономики; динамикой сокращения уровня длительной безработицы.

Результаты проведенного корреляционно-регрессионного анализа безработицы, позволили разработать модель интегральной оценки безработицы на основе учета понижающих и повышающих ее факторов, которая служит базой для определения последствий изменения воздействующих на величину безработицы экономических факторов, причем как в аналитических целях с использованием фактических данных, так и в прогнозных при планировании управленческих решений относительно государственной и региональной социально-экономической политики. Она основывается на разделении всей совокупности влияющих факторов на повышающие и понижающие и силе их влияния на вели-

чину безработицы. Ее результатом является значение интегрального показателя безработицы, отражающего соотношение степеней воздействия повышающих и понижающих факторов. Использование модели интегральной оценки безработицы на основе учета понижающих и повышающих ее факторов осуществляется на основе алгоритма, состоящего из семи основных этапов. Данная модель была апробирована применительно к рынку труда Белгородской области в период с 2000 по 2007 годы, что подтвердило ее жизнеспособность. В свете мирового экономического кризиса, когда становится наиболее важным предвидение последствий изменения разнотипных факторов, прогнозирование динамики основного показателя напряженности рынка труда – величины безработицы – приобретает все большую значимость. А значит, востребованность предлагаемой нами модели будет только возрастать.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О занятости населения в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Закон РФ, 19.04.1991 г., № 1032-1 (Ред. от 03.06.2009 г.) // Depalt.alt.ru. – Режим доступа: <http://depalt.alt.ru>.
2. Об утверждении Программы содействия занятости населения Белгородской области на 2008-2010 годы [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Белгородской области, 17.09.2007 г., № 212-пп (ред. от 24.11.2008) // Консультант плюс. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
3. Белгородская область в цифрах. 2009 [Текст]: Краткий статистический сборник / Ростат, Белгородстат. – Белгород: Белгородстат, 2009. – 334 с.
4. Кейнс, Дж.М. Общая теория занятости, процента и денег [Текст]: [пер. с англ.] / Дж.М. Кейнс / общ. ред. и пред. чл.-кор. АН СССР А.Г. Милейковского, к.э.н. И.М. Осадчей. – М.: Прогресс, 1978. – 495 с.
5. Мальтус, Т.Р. Опыт закона о народонаселении [Текст] // Шедевры мировой экономической мысли. – Т. 4 / Т.Р. Мальтус. – СПб.: Петроком, 1993. – 139 с.
6. Маркс, К. Капитал. Критика политической экономии. Т. 1. Книга 1: Процесс производства капитала [Текст] // К. Маркс, Ф. Энгельс. Сочинения. – 2-е изд. – Т. 23 – М.: Госполитиздат, 1960. – 907 с.
7. Маршалл, А. Принципы экономической науки [Текст]: В 3-х т. / А. Маршалл. – М.: Прогресс, Универс, 1993.
8. Менгер, К. Австрийская школа в политической экономии [Текст] / К. Менгер, Е. Бем Баверк, Ф. Визер. – М.: Экономика, 1992. – 496 с.

Графов А. В., канд. экон. наук, доц.
Липецкий филиал АОНО «Институт менеджмента, маркетинга и финансов»

ИННОВАЦИОННЫЕ ЦИКЛЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СИСТЕМ

grafav@mail.ru

В статье рассмотрены закономерности развития хозяйствующих систем и их связь с циклами инновационного процесса и с продолжительностью жизненного цикла конкретного изделия (новшества).

Ключевые слова: инновации, экономическое развитие, технологические волны, конкурентоспособность, эффективность.

Циклический характер инновационного процесса и его дифференциация по отдельным этапам связаны как с общими закономерностями процесса экономического развития, так и с продолжительностью жизненного цикла конкретного изделия (новшества). Такими циклами являются: циклы технических волн, циклы экономического развития отдельных стран, циклы экономического развития отдельных отраслей и предприятий, жизненный цикл конкретного изделия.

Согласно теории длинных волн Н. Кондратьева научно-техническая революция в мировом

масштабе движется волнообразно с циклами протяженностью примерно в 50 лет. В соответствии с этим может быть рассмотрена эволюция следующих пяти технологических укладов (волн) (рис.1).

Первая волна (1785 – 1835 гг.) сформировала технологический уклад, основанный на новых технологиях в текстильной промышленности, использовании энергии воды.

Вторая волна (1830 – 1890 гг.) связана с развитием железнодорожного транспорта и механического производства во всех отраслях на основе парового двигателя.

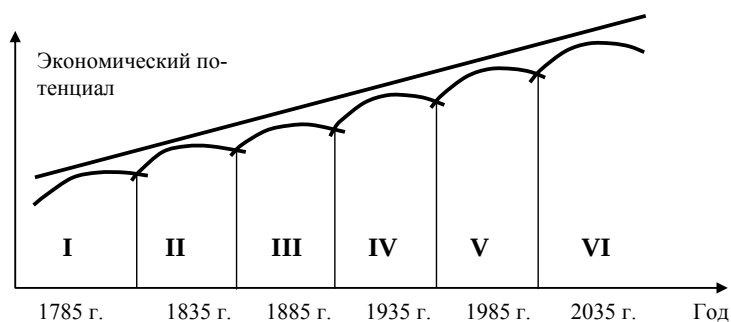


Рисунок 1. Эволюция технологических волн

Третья волна (1880 – 1940 гг.) базируется на использовании в промышленном производстве электрической энергии, развитии тяжелого машиностроения и электротехнической промышленности на базе использования стального проката, новых открытий в области химии.

Четвертая волна (1930 – 1990 гг.) сформировала уклад, основанный на дальнейшем развитии энергетики с использованием нефти и нефтепродуктов, газа, средств связи, новых синтетических материалов. Эта эра массового производства автомобилей, самолетов, тракто-

ров, различных видов вооружения, товаров народного потребления. Появились и широко распространились компьютеры и программные продукты для них.

Пятая волна (1985 – 2035 гг.) опирается на достижения в области микроэлектроники, информатики, биотехнологии, генной инженерии, новых видов энергии, материалов, освоения космического пространства, спутниковой связи и т.п.. Происходит переход от разрозненных фирм к единой сети крупных и мелких фирм, соединенных электронной сетью на основе Интернет, осуществля-

ющих тесное взаимодействие в области технологии, контроля качества продукции, планирования инноваций, организации поставок по принципу «точно в срок».

В экономике России, в связи с большими возможностями для экстенсивного развития (огромная территория, дешевые природные ресурсы и рабочая сила), участием в многочисленных войнах, низким уровнем интеграции с экономически развитыми странами к концу 1980-х годов прослеживалось наличие одновременно третьего, четвертого и пятого технологических укладов с преобладанием третьего и четвертого уклада. В целом для России характерна 30-

летняя цикличность экономических волн, которая после образования СССР (1922 г.) может быть определена следующими временными периодами (рис.2).

Первый период: 1930-1960 гг. характеризуется стремительной индустриализацией страны (1930-1940 гг.), падением экономического потенциала в результате Великой Отечественной войны (1941-1945 гг.), возрождением экономики (1946-1955 гг.), спадом темпов экономического развития в результате чрезвычайно жестких методов централизованного управления экономикой (1956-1960 гг.).

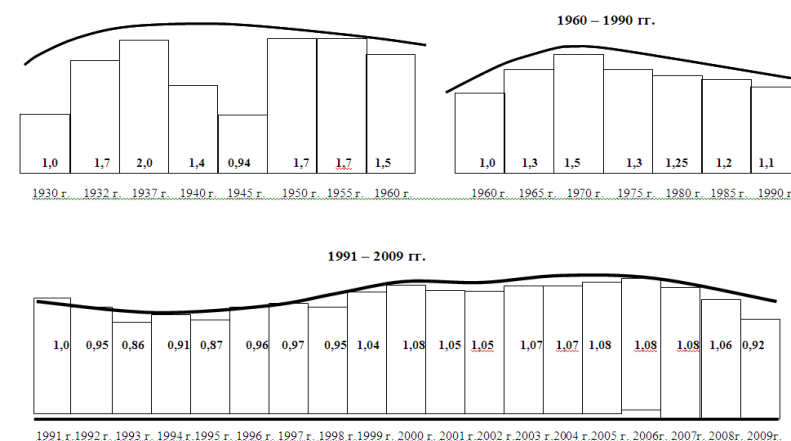


Рисунок 2. Динамика экономического развития России (темпы роста национального дохода по отношению к предшествующему периоду за 1930 - 1990 гг. и ВВП за 1991 - 2009 гг.)

Второй период: 1961-1990 гг. характеризуется началом возрождения (после периода НЭПа) хозрасчетных отношений между хозяйствующими субъектами в экономике страны (1961-1968 гг.), относительным расцветом экономического потенциала страны в результате симбиоза плановых (директивных) и хозрасчетных методов хозяйствования, а также удачной ценовой конъюнктуры на мировом рынке топливно-энергетических ресурсов (1969-1978 гг.), спадом в экономике СССР в результате недостаточно интенсивного внедрения хозрасчетных отношений, резкого усиления уровня коррумпированности власти различного уровня (от низшего до самого высокого руководства страны), падения цен на энергоресурсы на мировом рынке (1989-1990 гг.).

Третий период: 1991-2020 гг. – переход экономики страны на рыночные отношения, ко-

торый (предположительно) повлек за собой не-предсказуемое падение объемов производства в материальной сфере, резкое ухудшение технико-экономических и финансовых показателей, снижение жизненного уровня большинства населения России (1991-1998 гг.). Начиная с 1999 г. наметилась положительная тенденция в развитии экономики России, которая закрепились в 2000-2010 гг.

Если первые две системы волновых циклов определяется главным образом макроэкономическими объективными закономерностями социально-экономического развития общества, то волновые циклы, относящиеся к развитию отдельных отраслей, предприятий, а также к жизненному циклу изделий (продукции, товара) формируются за счет объективных макро- и микроэкономических параметров развития, от-

ражающих прогрессивность отрасли, прогрессивность технологических процессов, уровень конкурентоспособности продукции на внутреннем, а главное на мировом рынке, так и субъективными специфическими факторами в развитии отраслей и предприятий, отражающих, прежде всего профессиональную компетентность руководящего звена отраслей и предприятий, их способность принимать оптимальные решения в стратегии и тактике экономического развития. Протяженность отраслевых волновых циклов может быть резко дифференцирована в

соответствии со спецификой отраслей (рис. 3, рис. 4).

Так для отрасли тракторного и сельскохозяйственного машиностроения первый цикл определяется 1930-1950 гг. – эрой гусеничных тракторов, второй период 1951-1970 гг. – эра бурного развития производства колесных тракторов, период 1971-1990 гг. – производство модернизированных модификаций колесной сельскохозяйственной техники повышенной единой мощности.

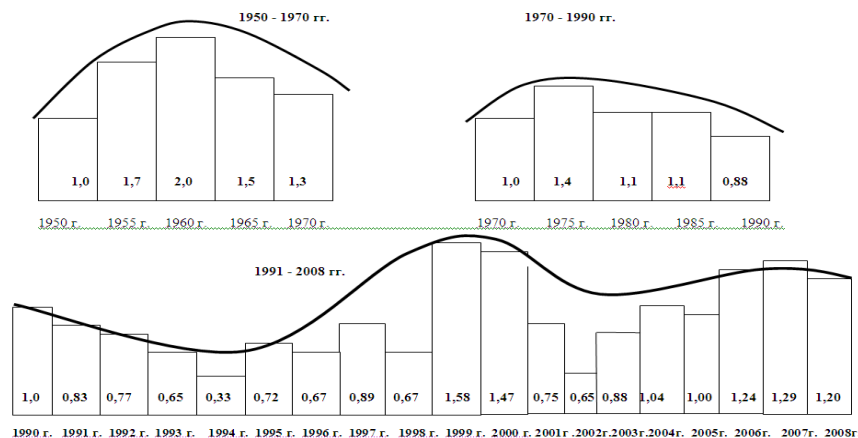


Рисунок 3. Динамика развития отрасли тракторного машиностроения (темпы роста производства тракторов (млн л.с.))

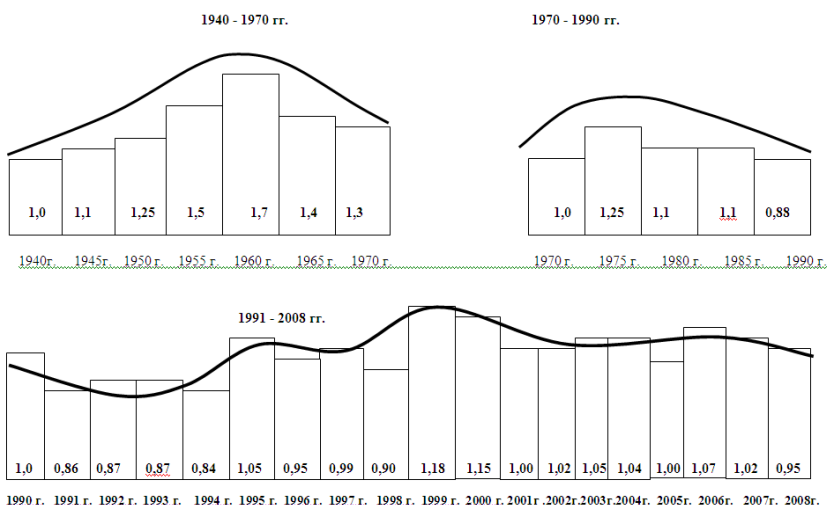


Рисунок 4. Динамика развития отрасли черной металлургии (темпы роста производства стали, млн. т)

С переходом на рыночные условия в экономике, начиная с 1991 года предполагалось интенсивное производство универсальных интегральных тракторов высокой производительности, однако обвал национальной экономики 1991-1998 гг. повлек за собой спад экономики практически всех отраслей сферы материального производства, причем темпы снижения в различных отраслях определялись конкурентоспособностью продукции этих отраслей, прежде всего, на мировом рынке.

Так уровень производства в самом неблагоприятном 1998 году составил по отношению к

1990 году для отрасли тракторного и сельскохозяйственного машиностроения 10 %, в то время как аналогичный показатель для отрасли черной металлургии не опустился ниже 50 %.

Безусловно отраслевая позиция формируется конкурентоспособностью конкретных видов продукции на внутреннем и зарубежных рынках. И теоретически и практически конкурентоспособной продукции определяется жизненным циклом изделия, который включает пять этапов (рис. 5).

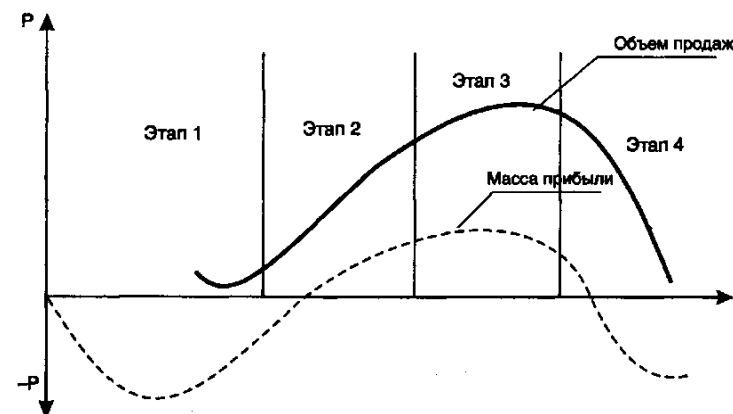


Рисунок 5. Жизненный цикл изделия

Этап 1 – создание новшества – состоит в комплексе работ по превращению результатов научных исследований (фундаментального и прикладного характера) в образцы новых продуктов (изделий), их адаптации на рынке и оценке условий включения в экономический оборот.

Этап 2 связан с освоением производства, ростом продаж и наращиванием экономического результата. Протекая в сфере материального производства, этот этап является важнейшим во всем жизненном цикле продукции, именно здесь создается материально-вещественная основа цикла.

Рассматривая сущность этапа 3, подчеркнем, что продолжительность выпуска нового продукта в массовом масштабе оказывает двойственное влияние на эффективность. С одной стороны, длительные сроки выпуска обеспечивают экономические результаты, удовлетворяют спрос и обеспечивают накопления для воспроизводства. С другой стороны, в интересах потребителей необходимо обновлять продукцию, что является обязательным условием удержани-

ем места на товарном рынке и повышения конкурентоспособности.

Как только происходит прекращение темпов роста эффективности – переход к этапу 4 жизненного цикла, так раздается сигнал, обозначающий необходимость изменений в самом производстве (снижение издержек) или улучшения потребительских характеристик продукции (цены). Эти позитивные изменения могут продлить жизненный цикл продукции, но их экономический потенциал всегда ограничен.

Неизбежно наступает моральное старение продукции из-за появления на товарном рынке нового, заменяющего продукта (товара), падает спрос, и как следствие снижаются продажи и экономические результаты. Все это происходит на этапе 5 жизненного цикла и приводит к его завершению.

В условиях конкретного бизнеса, по мере перехода от одного этапа жизненного цикла продукта к другому, т.е. по мере его морального старения, происходит снижение экономических результатов. Это побуждает или модернизировать продукт, или его заменить. Для обеспечения постоян-

ного развития это делается одновременно. Чем сильнее конкурентные условия на конкретном рынке, тем быстрее прекращается производство морально, экономически, социально устаревшего товара. На конкурентном рынке жизненный цикл продукта (изделия), охватывающий все его фазы (этапы), составляет в среднем 10-15 лет.

Так, Липецкий тракторный завод (ЛТЗ) достиг пика своего развития в 1975-1980 гг., однако в дальнейшем вследствие неполного соответствия его продукции требованиям научно-технического прогресса в годы экономического кризиса утратил свои позиции на рынке сельскохозяйственной техники: при производственной мощности 40 тыс. тракторов реальная востребованность, а, следовательно, и объемы производства, к 2005 году составили менее 500 тракторов и в 2010 году завод практически прекратил производственно-хозяйственную деятельность. Главные причины несостоятельности этого градообразующего предприятия – недостаточная квалификация его топ менеджеров, отсутствие заинтересованных инвесторов и поддержки со стороны областной администрации.

По другому сценарию проходило развитие Новолипецкого металлургического комбината

(НЛМК). Безусловно спад национальной экономики периода 1991-1998 гг. нашел свое отражение в показателях производственной деятельности металлургического комбината: объем производства стали в наиболее неблагоприятном 1994 году составил 60 % от уровня 1990 года. Однако, начиная с 1995 года, наметилась положительная динамика в производстве металлопродукции и в 2007 году практически были достигнуты доперестроечные ориентиры – 9 млн.тн стали в год. Инновационно-инвестиционная деятельность предприятия обеспечивалась квалифицированным менеджментом и была направлена на совершенствование техники и технологии производства, а, главное, на повышение качества и конкурентоспособности металлопродукции, две трети которой востребовано зарубежными потребителями и составляет значительную величину российского экспорта.

Все рассмотренные выше волновые циклы формируют единую комплексную систему, в которой отдельные составляющие тесно взаимодействуют друг с другом и в конечном счете определяют технико-экономический уровень отдельно взятого предприятия в конкретный временной период (рис. 6).

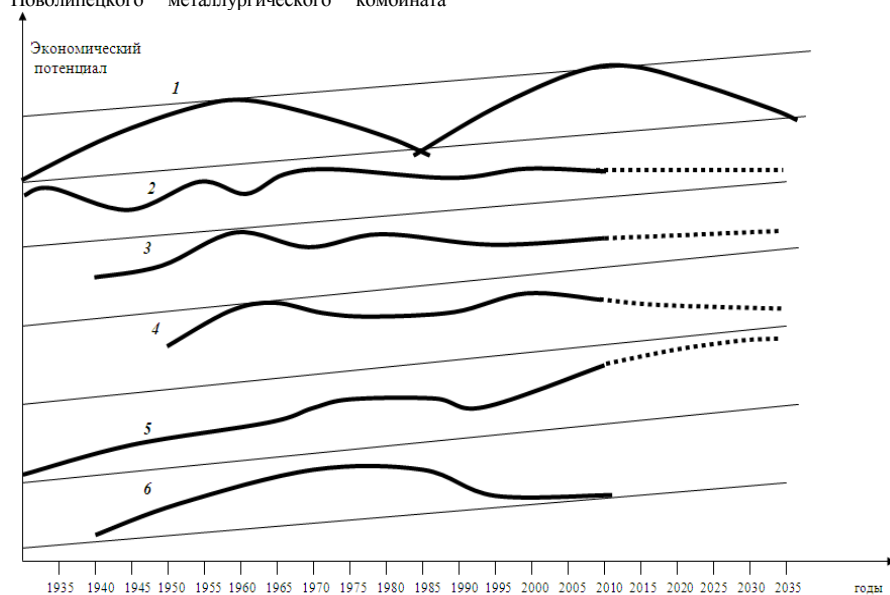


Рисунок 6. Эволюция технологических и экономических волновых укладов

- 1 - технологические циклы; 2 - экономические циклы России; 3 - технико-экономический цикл развития отрасли чёрной металлургии; 4 - технико-экономический цикл развития отрасли тракторного машиностроения; 5 - технико-экономический цикл развития Новолипецкого металлургического комбината; 6 - технико-экономический цикл развития Липецкого тракторного завода

Конечно, представленные (см. рис. 6) временные волновые периоды в достаточной мере схематичны и условны. Особенно это касается отдельных отраслей и предприятий, специфика развития которых формирует индивидуальный волновой поток. Анализируя характер этих технологических и экономических укладов, можно составить следующую схему позиций, определяющую степень финансово-экономического благополучия предприятий.

Первая позиция. Гребни волн всех четырех циклов развития совпадают в узком временном интервале. Это наиболее благоприятная позиция для развития конкретного хозяйствующего субъекта, и вероятность финансово-экономического краха в этом варианте – минимальная и может произойти лишь при грубых просчетах менеджмента предприятия.

Вторая позиция. В достаточно узком временном интервале находятся спады всех четырех циклов развития. Этот период представляется самым неблагоприятным для хозяйствующего субъекта, и вероятность неудовлетворительного финансового состояния предприятия чрезвычайно высока. Эта позиция прежде всего характеризуется интервалом 1990-1995 гг., когда максимальный спад технологической волны прихо-

дится на 1995 г., экономический спад страны – на 1994 – 1998 гг.

Третья позиция. Она представляется многочисленными промежуточными вариантами, в которых возможны как позитивные, так и негативные проявления любого волнового цикла. Эта позиция наиболее характерна практически для любой страны мирового сообщества, и в этом варианте особенно важен высокопрофессиональный инновационный менеджмент конкретного предприятия, который даже при неблагоприятном проявлении технологического и экономических укладов страны и отрасли позволяет успешно развиваться конкретному предприятию.

Таким образом, анализ вышеприведенных объективных и субъективных позиций в формировании уровня экономического потенциала предприятия позволяет сделать основной вывод: темпы и уровень развития каждого отдельного предприятия определяются как общими закономерностями технологического и экономического развития сферы материального производства в целом, так и специфическими, зачастую субъективными, факторами, характерными для экономики этого самого низкого уровня хозяйствующего звена.

Старикова М. С., канд. экон. наук, доц.,
Резниченко А.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

УСЛОВИЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ КОРПОРАЦИЙ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

s_ms@bk.ru

В статье рассмотрены условия и проблемы инновационного развития корпораций, затронуты перспективные направления повышения эффективности корпоративного управления. Авторы анализируют показатели инновационной активности Белгородской области и показывают роль корпораций в достижении инновационного развития региона.

Ключевые слова: инновационное развитие, корпорации, условия инновационного роста, корпоративное управление.

Определяющим фактором развития экономических систем является своевременное и стратегически продуманное внедрение инноваций. Проблема инновационного пути развития России в последние годы активно обсуждается на различных форумах, на уровне правительств и топ-менеджмента корпораций. Активная потребность в формировании реально работающего механизма управления инновациями связана с предельно высокими существующими возможностями роста за счет экстенсивного развития. Инновационное развитие – это, прежде всего, интенсивное развитие, основанное на росте, обеспечиваемом революционными новшествами, гарантирующими значительный экономический эффект.

Условия инновационного развития корпораций являются достаточно динамичными. С одной стороны, они определяются системой экономических отношений, складывающейся на макроэкономическом уровне. С другой стороны, немаловажными факторами инновационного развития корпораций являются региональные аспекты инновационной политики и внутренние инновационные ресурсы компаний. Согласно концепции трехстадийной трансформации человеческого общества Д. Белла [1], на смену аграрного (доиндустриального) и индустриального периода пришла эпоха постиндустриализма, для которой характерно превращение информации в основной производственный ресурс, тогда как в предыдущие периоды таковыми являлись сырье и энергия. Кроме этого, основным свойством постиндустриального общества является изменение характера производственной деятельности, который квалифицируется не как добыча или изготовление, а как обработка. Технологии на стадии постиндустриализма становятся наукоемкой, тогда как в предыдущие периоды

она была трудоемкой и капиталоемкой. Постиндустриальное общество, по мнению В.Л. Иноземцева, можно определить как «общество, в экономике которого приоритет перешел от преимущественного производства товаров к производству услуг, проведению исследований, организации системы образования и повышению качества жизни» [3, с. 16]. Как отмечает Е.Ю. Игнатьева, главной отличительной особенностью данных стадий является предмет, с которым взаимодействует человек. В аграрном обществе таким предметом служит взаимодействие с природой, в индустриальном – взаимодействие с преобразованной человеком природой, в постиндустриальном – взаимодействие между людьми [4, с. 12]. Таким образом, можно отметить возрастающую роль информации и науки, а также коммуникационных технологий в современном обществе. Потребность в инновационном пути развития проявляется как реакция на изменяющиеся условия хозяйствования корпораций. Исходя из этого, некоторые ученые отходят от концепции трехстадийной трансформации общества, отмечая переход от постиндустриального общества к информационному и далее к ноосферному [2, с. 11]. Причем признаком перехода к информационному обществу, по мнению В.А. Дресвянникова, является рост услуг по различным операциям с информацией, а к ноосферному – увеличение интеллектуальной деятельности, направленной на получение новых знаний. Однако, на наш взгляд, речь в данном случае идет скорее о составляющих сферах постиндустриального общества, поскольку для него также характерно увеличение операций с информацией и повышение роли знаний. В любом случае, новые условия требуют изменения экономической парадигмы, которой становится информационная экономика или

экономика знаний. Е.В. Пилипенко определяет экономику знаний в широком смысле как систему социально-экономических отношений по поводу производства, распределения, обмена и потребления знаний, а в узком – как совокупность различных институтов, которые способствуют созданию, распространению и использованию научных знаний для гармоничного развития человека путем эффективного взаимодействия общества и природы [7, с. 11].

Корпоративные отношения преобразуются в данных тенденциях, поэтому при исследовании корпоративного управления необходимо учитывать принципы менеджмента знаний. Еще в 80-е гг. XX в. О. Тоффлер в своем труде «Адаптивная корпорация» отмечал, что в условиях становления «супериндустриального» общества традиционные формы корпоративной организации перестают быть эффективными [6]. Связано это с тем, что для «супериндустриального» общества характерен переход от традиционных бюрократических структур управления на адхократические. Согласно этому корпоративная стратегия должна основываться на взаимодействии и коммуникации с людьми, составляющими компанию, а также с потребителями. Адхократия, согласно О. Тоффлеру, – это структура холдингового типа, координирующая работу множества временных рабочих групп, возникающих и прекращающих свою деятельность в соответствии с темпом перемен в окружающей организации среде. В ней каждый организационный компонент представляет собой модуль, созданный для решения одной конкретной задачи, и взаимодействует со многими другими по горизонтали, а не только в соответствии с вертикальной иерархией; решения, (принимаемые в компании), подобно товарам и услугам, не стандартны, а индивидуальны. Таким образом, адхократия диктует новые требования к персоналу, идеальной единицей которого становится человек, умеющий свободно ориентироваться среди множества задач и организационных обстоятельств и учиться работать с постоянно меняющимся коллективом. Супериндустриальная форма корпорации, вероятнее всего, будет складываться из небольших полупостоянных «конструкций», дополняемых многочисленными небольшими временными «модулями». Связано это с тем, что в настоящее время растет число проблем не связанных ни с одним организационным компонентом компаний, то есть в чистом виде такие проблемы не могут быть отнесены ни к маркетинговому, ни к производственному, ни к финансовому и т.д. Существование конфликта между ограниченностью ресурсов, нагрузкой на окружающую среду и ростом населения, по

мнению О. Тоффлера, приведет к утрате обществом веры в цели экономического роста, что, в свою очередь, повлечет появление постэкономической (нематериальной) системы ценностей, что потребует от компаний и людей, которые в них работают, принять новые критерии оценки труда.

Ускорение изменений в политической, экономической, фондовой и других сферах, а также в поведении потребителей, конкурентов и других субъектов рынка, требует от корпораций приспособления за счет создания подвижной организационной структуры, в том числе временных подразделений. Экономическая, технологическая и социальная среда, в которой действует корпорация, становится более разнообразной, изменения характера спроса, возможностей и требований идут стремительнее, чем раньше. Поэтому требуется более гибкая и быстрая реакция корпораций. Поскольку движение соответствующей информации вверх по иерархической лестнице происходит достаточно медленно, руководители различных уровней, вплоть до высшего руководства, не успевают полностью аккумулировать информацию, необходимую для решения проблем. Трудности усугубляются из-за разнообразия сведений, которые надлежит обработать. Поэтому изменения в корпоративном управлении должны быть связаны с тем, что эффективные решения, в том числе и связанные с внедрением инноваций, должны приниматься на все более и более низких уровнях организации.

Как отмечает С.А. Шувалов, важнейшей чертой «новой экономики», в основе которой лежат совершенные информационные технологии, стало распространение мелких компаний, для создания которых требуется не столько экономическая составляющая, сколько партнерство творческих личностей. Такие объединения – креативные корпорации – характеризуются превышением мотивов деятельности над стимулами, единством мировоззрения и ценностных установок ее членов [9, с. 26]. На наш взгляд, именно рост творческой составляющей в общем объеме выполняемых сотрудниками функций может привести к инновационному рывку экономики.

Таким образом, роль корпорации в инновационном развитии постиндустриальной экономики выражается через ее способность адаптироваться к условиям внешней среды за счет аккумуляции значительных средств и естественное стремление к росту активов. Большинство российских корпораций являющихся градообразующими предприятиями, отчего складывается тесная взаимосвязь между социально-

экономическим положением региона и развитием расположенных в нем корпораций. Инновационное развитие экономики зависит от формирования внутри корпораций условий для творческого роста работников, от уровня использования принципов менеджмента знаний, от способности менеджмента внедрять гибкие организационные структуры.

Региональные условия инновационного развития отличаются в России резкой дифференциацией, которая вызвана не только существующей производственной специализацией и разным уровнем экономического роста, но и разным уровнем развития наукоемких технологий, различной инвестиционной привлекательностью и другими причинами. В соответствии с «Рейтингом инновационной активности регионов 2009», публикуемым Национальной ассоциацией инноваций и развития информационных

технологий (НАИРИТ) Белгородская область имеет низкую инновационную активность [8]. Составляющими для определения инновационной активности в данном рейтинге являются среда для развития инноваций, производство и использование инноваций, а также правовая среда. Отсутствие в числе факторов, выделенных в данной модели определения инновационной активности, экономической составляющей свидетельствует о том, что речь в ней идет скорее о совокупности условий, обеспечивающих в дальнейшем коммерциализацию новшеств, но не гарантирующих ее.

Анализ динамики показателей инновационного потенциала Белгородской области позволяет сделать вывод о том, что число организаций, выполнявших исследования и разработки, изменяется незначительно за последние годы (рис. 1).

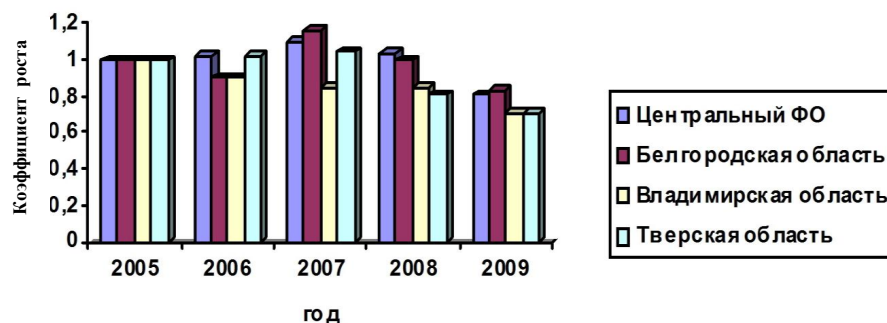


Рисунок 1. Динамика изменения числа организаций, выполнявших исследования и разработки (2005 г. – 100%)

Сравнение на рис. 1 приведено с регионами, которые демонстрируют в соответствии с вышеуказанным рейтингом наиболее высокий рейтинг (за исключением г. Москвы). Вместе с тем, видно, что с 2007 года уменьшение числа инновационно-активных организаций в Белгородской области происходит с меньшими темпами, чем в регионах с большим инновационным потенциалом.

Необходимо отметить, что число инновационно-активных организаций (организаций, осуществляющих технологические инновации) в Белгородской области одно из самых высоких по Центральному ФО, наряду с Владимирской, Воронежской, Орловской, Тамбовской, Тульской и Ярославской областями. Данный показатель в Белгородской области составляет 4,3% от показателя Центрального ФО. Причем доля инновационно-активных организаций в общем числе организаций по Белгородской области

2009 г. – одна из самых высоких (11,1%), что выше показателя Центрального ФО в целом. Это свидетельствует о том, что в Белгородском регионе активно осуществляется обновление основных производственных фондов, происходит переориентация на выпуск инновационных товаров.

По данным 2009 г. объем отгруженных инновационных товаров, работ, услуг в процентах от общего объема отгруженной продукции составил 4,1%, тогда как в 2008 г. этот показатель составил 10,4%, а в 2007 г. 5,3% [5, с. 138]. Такую динамику можно связать с последствиями мирового финансового кризиса, а также неравномерностью инвестиций в технологические инновации (рис. 2).

В 2008 и 2009 гг. существенно выросли затраты на исследования и разработки в организациях Белгородской области. В то же время необходимо отметить, что их абсолютный раз-

мер продолжает оставаться невысоким (0,3% от совокупных затрат на исследования и разработки по Центральному ФО).

Как известно, одним из основных факторов инновационного развития является реализация инноваций (рис. 3).

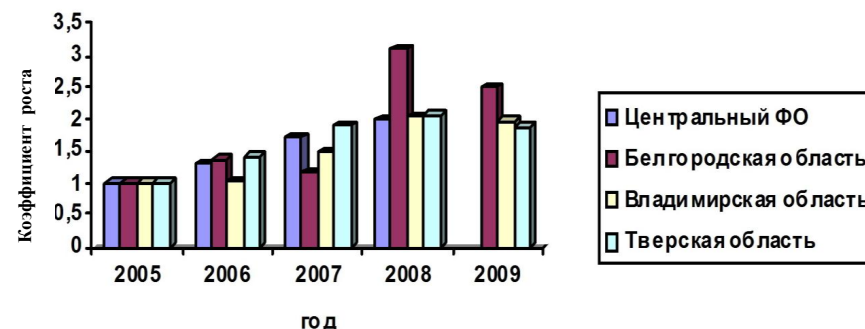


Рисунок 2. Динамика изменения размера внутренних затрат на исследования и разработки (2005 г. – база) (по Центральному ФО на 2009 г. данных нет)

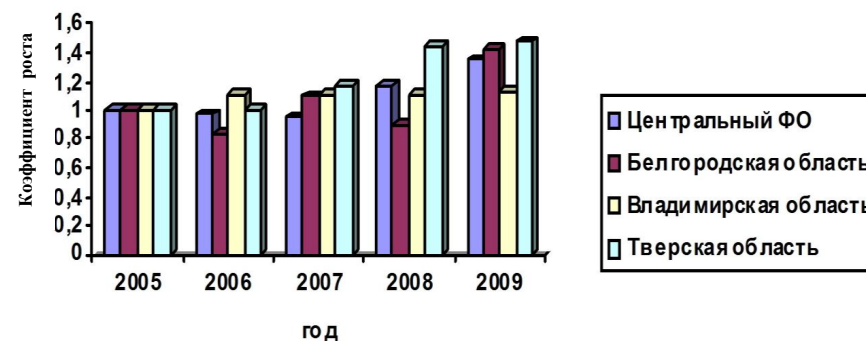


Рисунок 3. Динамика изменения числа использованных изобретений, на которые выданы патенты РФ

Несмотря на заметную положительную динамику относительных показателей, по количеству использованных изобретений, на которые выданы патенты Российской Федерации, Белгородская область занимает не самое высокое место среди субъектов Центрального ФО, опережая Брянскую, Ивановскую, Костромскую, Орловскую, Тамбовскую области (по данным 2009 г.).

Таким образом, с одной стороны условия инновационного развития корпораций в Белгородской области улучшаются, а с другой стороны число внедряемых новшеств, инновационно-активных организаций, размер затрат на инновации, в том числе технологические, все еще нельзя считать достаточным. Основными про-

блемами реализации региональных программ развития инновационного потенциала можно считать отсутствие промежуточного звена между разрабатывающими новые технологии научными организациями и нуждающимися в инновациях корпорациями; звена, которое бы адаптировало появляющиеся разработки в соответствии с отраслевыми и технологическими особенностями конкретных производств. Заинтересованность корпораций во внедрении инновационных технологий, использовании инновационных материалов и методов управления зачастую снижается из-за существующей неопределенности и негарантированности получения эффекта от различных новшеств. Вместе с тем, уровень инновационного развития корпорации опреде-

ляет инновационный потенциал региона и страны в целом. Именно корпоративные отношения, в которых множественность интересов собственников, акционеров, менеджеров может быть объединена общей идеей роста стоимости и доходности компании, на наш взгляд, являются основой для формирования среды инновационного развития. Однако существует необходимость изменения подходов корпоративному управлению, так как повышающаяся информационная насыщенность бизнес-среды и наукоемкость технологий требуют учитывать и внедрять принципы менеджмента знаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белл, Д. Грядущее постиндустриальное общество: опыт социального прогнозирования [Текст]: пер с англ. / Д. Белл. – М.: Academia, 1999. – 956 с. – ISBN 5-87444-070-4.
2. Дресвянников, В.А. Построение системы управления знаниями на предприятии: учеб. пособие [Текст] / В.А. Дресвянников. – М.: КНОРУС, 2006. – 344 с. – ISBN 5-85971-429-7.
3. Иноземцев, В.Л. Современное постиндустриальное общество: природа, противоречия, перспектива [Текст]: учебное пособие для вузов.

/ В.Л. Иноземцев. – М.: ЛОГОС, 2000. – 304 с. – ISBN 5-94010-003-1.

4. Игнатъева, Е. Ю. Менеджмент знаний в управлении качеством образовательного процесса в высшей школе: монография [Текст] / Е.Ю. Игнатъева – Великий Новгород: НовГУ им.Я. Мудрого, 2008. – 280 с. – ISBN 978-5-98769-039-0

5. Научный и инновационный потенциал Белгородской области: стат.сборник [Текст]. – Белгородстат. – 140 с.

6. Новая постиндустриальная волна на Западе: Антология / ред. В. Л. Иноземцев. – М.: Academia, 1999. – 640 с. – ISBN 5-87444-067-4.

7. Пилипенко, Е.В. Теоретические основы и методологические подходы к формированию экономики знаний регионе [Текст]: автореферат дис. ...докт.экон.наук / Е.В. Пилипенко. – Екатеринбург, 2007. – 40 с.

8. Рейтинг регионов. 30 место в «общем зачете» [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://ryb.ru/2010/03/18/14298>. – Загл. с экрана. – Дата обраб. 31.01.2011

9. Шувалов, С.А. Развитие корпоративного менеджмента в промышленности России [Текст]: дис. ... д-ра экон. наук: 08.00.05 / С.А. Шувалов. – Саратов, 2004. – 362 с.

**Трофимова Н. В., аспирант
Башкирской академии государственной службы
и управления при Президенте Республики Башкортостан**

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА

trofimova_nv@list.ru

В статье обосновывается актуальность изучения качества жизни населения региона, дается уточненное определение исследуемого понятия, выделяются факторы, под воздействием которых происходит формирование качества жизни населения. Предлагается многоуровневая система оценки качества жизни населения, проводится ее апробирование на примере Республики Башкортостан.

Ключевые слова: качество жизни населения, факторы, система индикаторов, подходы к оценке, интегральная оценка качества жизни населения.

Появление и развитие концепции качества жизни населения (КЖН) в обществах с высоким уровнем потребления было вызвано потребностью в новом ориентире развития, который позволил бы учесть все сферы человеческой жизни, а не только ее материальную составляющую.

Опыт развитых западных стран показывает, что стратегическим ориентиром развития России должно стать достойное КЖН. Поэтому при формировании направлений социально-экономического развития регионов, необходимо учитывать, как экономический рост может содействовать устойчивому и поступательному изменению параметров жизни людей.

В настоящее время, наибольшая доля социальных обязательств лежит на регионах. При этом передача большого количества полномочий с федерального на региональный уровень не подкрепляется финансовыми ресурсами. То есть для выполнения социальных обязательств и обеспечения достойного качества жизни граждан, регионам необходимо увеличивать доходную базу бюджетов посредством более эффективного использования природно-ресурсного, экономического, финансового, социального, кадрового потенциала территории. Именно региональные органы власти несут главную ответственность перед населением и федеральным центром за устойчивое развитие региона, в том числе и за КЖН.

Вместе с тем региональные органы управления пока не располагают необходимым объемом научно-практических знаний в области управления качеством жизни населения, отсутствуют общепризнанное определение категории «качество жизни», перечень характеризующих его показателей, и способы количественной оценки. Противоречие, обусловленное необходимостью проведения субъектами Российской Федерации (РФ) эффективной политики в области повышения КЖН, и отсутствием соответ-

ствующего инструментария управления, указывает на актуальность выбранной темы исследования.

При появлении в 1960-х гг. качество жизни связывалось в основном с вопросами охраны окружающей среды, здоровья и обновления городов. С течением времени в сферу рассмотрения стали включаться все более острые проблемы и мало исследованные социальные последствия жизни общества. Именно в этом многие исследователи видят причину отсутствия единого общепризнанного определения категории «качество жизни».

Проанализировав работы отечественных и зарубежных исследователей в области КЖН, построив логическую модель развития концепции КЖН, мы уточнили определение данного понятия. Качество жизни населения, по нашему мнению, – интегральная социально-экономическая категория, представляющая собой результат агрегированного воздействия объективных компонент, отражающих состояние и уровень развития социальной, экономической и экологической подсистем.

Установлено, что важнейшими структурообразующими частями качества жизни населения являются уровень и условия жизни.

В отличие от уровня жизни, который зачастую ограничивается сферой потребления, категория качества жизни, охватывает не только достигнутый уровень потребления населения, но и обстоятельства, которые могут на него повлиять. Это важнейшее, на наш взгляд, конструктивное отличие этих двух категорий. Уровень жизни является основой повышения качества жизни населения. То есть мы приходим к заключению, что уровень жизни – одна из структурообразующих частей качества жизни. Но рост определенных показателей уровня жизни является не конечной целью, а инструментом создания лучших условий. Поэтому вторая важ-

нейшая составляющая качества жизни – условия жизни.

Условия жизни отражают комфортность проживания населения на данной территории через следующие показатели: экологические, свидетельствующие об уровне загрязнения окружающей среды; здоровья населения (продолжительность жизни, рождаемость, смертность, заболеваемость); социальной жизни общества и духовных потребностей, на основе оценки уровня образования, культуры, науки, преступности, состояния семьи.

Поскольку качество жизни представляет собой сложную категорию, то на его уровень и динамику оказывает влияние множество раз-

личных факторов, которые либо препятствуют, либо способствуют достижению его высокого уровня.

Под факторами, в рамках изучения данной категории, нами понимается совокупность взаимообусловленных условий и параметров (как внутренних, так и внешних), оказывающих влияние на процессы формирования качества жизни населения в регионах.

Все многообразие факторов, оказывающих воздействие на качество жизни населения, на наш взгляд, можно объединить в несколько групп. Классификационные признаки и группы факторов представлены в табл. 1

Таблица 1

Классификация факторов, оказывающих воздействие на формирование качества жизни населения

Классификационный признак	Группы факторов
По сферам воздействия	Экономические, социально-демографические и экологические
По скорости воздействия	Прямого (непосредственного) и косвенного (опосредованного)
По характеру воздействия	Позитивно (положительно) и негативно (отрицательно)
По отношению к региону	Внешние, внутренние
По уровням хозяйствования	Международные, федеральные, региональные, местные

Определение сущности категории «качество жизни населения» и выявление основных групп факторов, оказывающих воздействие на ее формирование, позволяют перейти к анализу и оценке исследуемой категории.

Мы установили, что для категории «КЖН» характерны многоаспектность и значительная структурная наполненность. По этой причине в исследовательской практике существуют самые различные способы ее оценки. На наш взгляд, все существующие методики оценки КЖН, в зависимости от используемого подхода можно объединить в 3 группы:

1. В зависимости от структуры используемых данных различают объективный, субъективный и комбинированный подходы. Объективный подход основывается на системе статистических показателей, характеризующих объективные условия жизни людей (уровень доходов, безработицы, преступности, загрязнения окружающей среды и т.д.). Субъективный подход базируется на результатах социологических опросов, отражающих мнения и суждения людей относительно своей жизнедеятельности. Комбинированный способ объединяет объективный и субъективный подходы.

Объективный, субъективный и комбинированный подходы являются базовыми, так как в основе любой оценки лежит совокупность различных показателей.

2. Исходя из выбранного способа оценки:

интегральный и частный.

Частный подход предполагает оценку КЖН с помощью совокупности локальных показателей, характеризующих различные аспекты качества жизни населения. При этом показатели могут быть как объективными статистическими, так и субъективными индикаторами удовлетворенности населения различными аспектами жизни.

Интегральный способ основывается на построении обобщающего индикатора путем агрегирования исходных объективных или субъективных показателей, а также может объединять два вида показателей в рамках комбинированного подхода.

3. Исходя из целевой установки (задач) исследования.

При разработке методики оценки качества жизни исследователь, как правило, определяет территориальные границы ее возможного применения, поэтому мы выделили следующие подходы:

- для оценки качества жизни на региональном (муниципальном) уровне;
- для межрегиональных или внутрирегиональных сопоставлений;
- для межстрановых сопоставлений.

Выделенные нами ключевые подходы к оценке КЖН схематично представлены на рис.1.

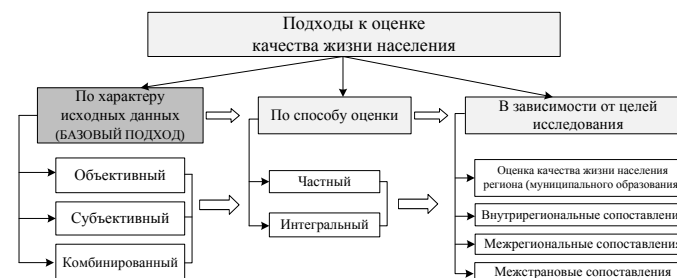


Рисунок 1. Классификация подходов к оценке качества жизни населения

Для оценки КЖН в регионах РФ мы будем использовать интегральный подход, который предполагает построение единого обобщающего показателя. Данный показатель обладает рядом преимуществ: 1) обеспечивает методологическое единство всех частных компонентов (элементов, показателей, индикаторов, составляющих) системы; 2) дает возможность получения однозначной оценки уровня и динамики исследуемого явления.

Построение интегрального показателя должно быть нацелено на решение двух типов аналитических задач: проведение пространственного анализа и изучение качества жизни в динамике.

Первый тип задач состоит:

1) в выявлении места отдельно взятого региона в составе крупной экономической структуры; 2) в проведении межтерриториальных сравнений регионов (муниципальных образований) по КЖН, и построении рейтингов на основе интегрального показателя; 3) в определении уровня дифференциации территориальных образований по КЖН.

Вторая группа задач направлена на изуче-

ние тенденций изменения исследуемой категории во временном аспекте и сравнение регионов по направленности и скорости этих процессов.

Так как КЖН представляет собой сложную категорию, для ее оценки мы предлагаем использовать интегральный показатель, основанный на индексном методе. Данный метод статистического исследования, позволяет с помощью индексов соизмерять сложные социально-экономические явления путем приведения анализируемых величин к некоторому общему основанию.

Основные этапы построения интегрального показателя мы представили на рис.2.

Рассмотрим подробнее каждый из этапов.

Построение интегрального показателя представляет собой не пустое множество преобразований, вследствие чего результаты измерения качества жизни могут быть принципиально различными как с точки зрения количественной оценки, так и возможной интерпретации произведенного измерения. Поэтому каждый этап построения интегрального показателя – результат предварительного теоретического анализа.

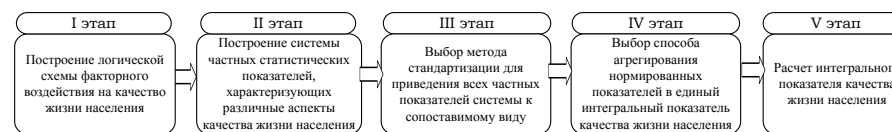


Рисунок 2. Основные этапы построения интегрального показателя

На первом этапе необходимо сформировать совокупность взаимосвязанных факторов, оказывающих воздействие на различные аспекты КЖН. Используя выделенные нами группировочные признаки мы сформировали две укрупненные группы: внешние и внутренние факторы.

Внешние факторы, в отличие от внутрен-

них, влияют на КЖН в регионе косвенно, через воздействие на те или иные внутренние факторы. У внутренних факторов, в свою очередь, есть одна особенность – они (в абсолютном большинстве) поддаются воздействию со стороны региона. Это важно, так как дает возможность управления.

Группа внутренних факторов включает 3

требует затрат не только на создание необходимой инфраструктуры и освоение новых технологий, но и на формирование и поддержание человеческого капитала (ЧК). В данном случае ЧК, основой которого является образовательный уровень, является главным фактором формирования и развития инновационной экономики как в РБ, так и в РФ в целом. В свою очередь накопление человеческого капитала невозможно без достойного уровня доходов.

По I_{MB} РБ в ПФО стабильно в 2005-2008 гг. занимала 4 место, уступая РТ, Самарской области и Пермскому краю. При этом значения I_{MB} постепенно снижались.

Главная причина отставания РБ – невысокий уровень доходов населения и их низкие темпы роста относительно среднероссийских значений и средних по ПФО. При этом динамика коэффициента Джини свидетельствует о глубоком неравенстве в распределении доходов населения в республике. Значения данного индикатора увеличивались в РБ быстрее, чем в среднем по России: с 0,405 в 2005 г. до 0,436 в 2008 г. (в РФ – с 0,405 до 0,423 соответственно).

Дифференциация доходов населения в РБ обусловлена серьезными различиями в заработной плате по отраслям экономики.

Численность населения с доходами ниже ПМ в РБ сократилась с 15,1% в 2005 г. до 11,4% в 2008 г. То есть в 2008 г. практически 344 тыс. жителей республики проживали за чертой бедности.

На наш взгляд, программа борьбы с бедностью в РБ должна включать следующие основные направления: снижение дифференциации доходов населения через переход к прогрессивной шкале налогообложения; повышение оплаты труда, в первую очередь, работникам бюджетной сферы – здравоохранения и образования; усиление адресности социальной поддержки (предоставление социальных услуг с учетом нуждаемости); повышение ПМ и, как следствие, минимального размера оплаты труда (МРОТ).

Устойчивый рост доходов населения является базовым фактором формирования благоприятной ситуации и в других социальных сферах. Например, без увеличения доходов населения невозможна реализация программ по улучшению демографической ситуации.

Значения I_{CDS} в РБ, свидетельствуют, что для республики характерна сложная обстановка в социально-демографической сфере, с преобладанием негативных тенденций.

Отрицательная динамика I_{CDS} формируется за счет более высокого относительно среднероссийского и среднего по ПФО уровней младенческой смертности и общей заболеваемости, а также большого количества самоубийств. Снижению младенческой смертности препятствует высокая доля сельского населения, которое имеет ограниченные возможности получения квалифицированной медицинской помощи в случае осложнений при родах.

На наш взгляд, для улучшения ситуации в социально-демографической сфере РБ необходимо обеспечить реализацию мероприятий направленных на: повышение качества и доступности медицинской помощи матерям и детям, снижение материнской, перинатальной, младенческой и детской смертности; обеспечение финансирования строительства высокотехнологичных медицинских учреждений; предоставление возможности жителям отдаленных сельских районов получать квалифицированную медицинскую помощь в Республиканских лечебных учреждениях; поддержание и улучшение оснащенности фельдшерских пунктов и сельских амбулаторий; пропаганду здорового образа жизни.

Кроме того, требуется усилить контроль за выполнением экологических программ. При этом в структуре программ, направленных на защиту окружающей среды, особое внимание, на наш взгляд, следует уделить сокращению выбросов от передвижных источников, сбросу загрязненных сточных вод в поверхностные водные объекты, а также строительству полигонов твердых бытовых отходов.

Таким образом, анализ качества жизни населения в РБ показал, что предложенная авторская методика позволяет не только определить уровень качества жизни населения в статике и в динамике, но и дает возможность узнать причину произошедших изменений.

Указанные преимущества авторской методики позволяют рассматривать ее в качестве инструмента управления КЖН муниципального образования, региона и страны в целом.

Лобанова В. А., канд. экон. наук, доц.,
Исмаилов Д. Д., аспирант
Баширский государственный университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ В КЛАСТЕРАХ

fed_urist@mail.ru

Рассматривается вопрос определения потенциальной эффективности от интеграции экономических субъектов. Установлено, что совокупный эффект от объединения состоит из количественного и не количественного эффектов. Определено, что количественный эффект – есть также результат качественных изменений.

Для оценки интеграционного эффекта предлагается в качестве основы использовать показатель рентабельность затрат. На основе анализа получена математическая модель для определения потенциальной эффективности интеграции в кластерах.

Ключевые слова: кластер, интеграция, эффективность, количественный эффект, рентабельность затрат.

По мнению большинства ученых-экономистов, движущей силой прогресса и преобразований в рыночной среде является конкуренция [3, 4]. Она – причина ухода с рынка одних фирм и процветания других. В этой непростой борьбе поиск лучших путей развития, преобразования, интеграция, научные исследования становятся необходимостью для любого субъекта экономики. Кластер, как единая хозяйствующая единица, также сталкивается с конкуренцией, и для нормального функционирования его управляющая подсистема вынуждена находить такие конкурентные позиции, по которым уже имеются преимущества и возможно получение новых выигрышей.

В этом отношении особый интерес представляет изучение эффективности кластеров. Эффективность предопределяет наличие безусловных предпосылок к образованию хозяйственной единицы. Поэтому на начальном этапе формирования кластерного образования, а также и в последующем составной частью анализа выступает выявление абсолютных и относительных (сравнительных) преимуществ территории, на которой локализовано производство.

Оценка совокупного эффекта представляет собой сложную задачу, так как включает в себя количественную и не количественную характеристики. Если количественный эффект можно просчитать, то для не количественного эффекта можно только выявить качественные изменения. Неколичественные эффекты выражены общим изменением структуры звеньев нового образования, поскольку с формированием группы предприятий как целого преобразуются внутренние процессы, появляются другие возможности, изменяется статус организации. Все это, безусловно, определяет и количественные ре-

зультаты фирм, а, значит, оказывает влияние на количественный эффект.

Ожидания субъектов, решивших объединить свои усилия, связаны с теми возможностями, которые дает интеграция. Какие эффекты возникают при этом, можно проследить из табл. 1.

Поскольку не количественный эффект для будущей интеграции предприятий невозможно представить в числовой величине, то «плюсы» кластеризации можно оценить только с помощью количественных методов. Положительным моментом в данном случае выступает наличие учета результатов деятельности организаций по прибыли и затратам.

Необходимо также уточнить, что эффекты взаимосвязаны между собой и изменение качественных (неколичественных) показателей непременно отражается и на итоговых величинах деятельности интегрированной структуры. Можно уверенно утверждать: количественный эффект – есть результат качественного эффекта. Поэтому при анализе получаемых выходных данных от кластеризации промышленных предприятий, в составе показателей учета и косвенной оценке подлежат и качественные изменения.

Обязательное ведение бухгалтерского учета и доступность этих данных по предприятиям за отчетный период позволяет осуществить оценку возможного количественного интеграционного эффекта для группы экономических субъектов. Примем во внимание то, что при расчетах не учитываются все составляющие количественного эффекта, потому как для подобных расчетов нужно располагать всей информацией предприятий, большая часть из которых является коммерческой тайной.

Интеграционный эффект от объединения*

Количественный эффект	Неколичественный эффект
1. Финансовая диверсификация. 2. Оптимизация налоговых отчислений. 3. Рост стоимости компании (акций). 4. Увеличение инвестиционных возможностей. 5. Увеличение оборачиваемости капитала за счет вовлечения свободного капитала. 6. Получение дополнительной прибыли за счет лучшей загрузки мощностей и использования других активов. 7. Сокращение издержек в расчете на единицу продукции за счет эффекта масштаба. 8. Снижение операционных затрат за счет устранения дублирующих функций и эффекта синергии. 9. Сокращение транспортных, трансакционных издержек за счет близкого размещения фирм. 10. Прочие.	1. Комбинация функций производства и управления, возможность их оперативного распределения. 2. Появление новых возможностей для реализации имеющегося потенциала. 3. Повышение рейтинга компаний, входящих в объединенную группу. 4. Преодоление барьеров для входа на новые рынки. 5. Распространение ноу-хау, знаний, опыта в интегрированной среде. 6. Улучшение бизнес-процессов и повышение уровня корпоративной культуры. 7. Осознание сотрудниками роли и вклада в общее дело, перспективы роста, оказывающие влияние на улучшение мотивации к выполнению задач. 8. Прочие.

*Разработано автором

Чтобы рассчитать возможный эффект от интеграции хозяйствующих субъектов, определим эту эффективность через экономический показатель – рентабельность затрат, которая рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i}{\sum_{j=1}^m Z_j} \quad (1)$$

где $\sum \Pi_i$ – сумма прибылей предприятий, входящих в объединение, тыс. руб.;

$\sum Z_j$ – сумма затрат предприятий, входящих в объединение, тыс. руб.;

i – номер предприятия;

j – показатель, соответствующий статье затрат;

n – число предприятий интеграции;

m – число статей затрат.

Опыт объединения компаний и исследования в области синергизма и получаемого при

этом результата показывают, что при кооперировании бизнесов в эффективных образуемых структурах увеличение возможностей происходит за счет двух главных составляющих: дополнительной прибыли и снижения затрат. Предлагаемые различными авторами методы исчисления эффективности основываются либо на учете одной составляющей, либо – другой. Такое положение не позволяет более полно представить интеграционный эффект и выявить потенциальные возможности от объединения субъектов. Поэтому основной задачей становится нахождение простой и понятной методики для оценки интеграции.

На наш взгляд, для более полного представления о получаемом эффекте от объединения необходимо использовать интегрированный показатель, который бы учитывал и изменение дохода вследствие дополнительной прибыли, и сокращение по статьям расходов. Кроме того, нельзя не признать, что в ходе процессов объединения и после него, возникают дополнительные затраты, которые также нужно учитывать.

Основной целью интеграции экономических субъектов является желание улучшить финансовые результаты деятельности. Узнать насколько больше будет эффект от совместной деятельности возможно путем сопоставления результата до объединения и после объединения. Возникающая при этом разница будет показывать, стоит ли сотрудничать друг с другом или нет.

Таким образом, взяв за основу формулу расчета рентабельности затрат и используя метод сравнительного анализа, по нашему мнению, для расчета возможного эффекта от кластеризации можно использовать следующую формулу 2.:

$$\Theta = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i + \sum_{k=1}^n \Pi_k}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{ij} - \sum_{p=1}^m \sum_{j=1}^m Z_{jp} + \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{kj}} - \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{ij}}, \quad (2)$$

где Θ – прирост рентабельности после и до кластеризации;

$\sum \sum Z_{ij}$ – сумма затрат предприятий, входящих в объединение, тыс. руб.;

k – показатель, соответствующий активу, который приносит дополнительную прибыль, и по которому возникают дополнительные затраты;

p – показатель, соответствующий статье затрат, по которой произошла экономия.

В левой части формулы 2 представлен результат деятельности предприятий в кластере, а в правой – вне кластера. Их разность – есть потенциальная эффективность от кластеризации. Основными искомыми показателями в данном случае являются сумма дополнительной прибыли, сумма затрат от дополнительной прибыли и сумма затрат, связанных с интеграцией.

Расчет эффективности начинается с нахождения показателей, характеризующих деятельность экономических субъектов. Их определение основывается на исходных данных по организациям. При выявлении интересующих величин используются средние общероссийские значения цены и себестоимости единицы изделия, а также рентабельности производств по отдельным видам производства продукции.

Исходя из данных бухгалтерского учета, известными величинами являются суммарный финансовый итог (прибыль за отчетный период) и суммарные затраты предприятий, которые необходимы для расчета эффективности. Другие величины – дополнительную прибыль в результате интеграции субъектов и затраты от дополнительной прибыли – можно получить, используя следующие известные: объем производства в натуральном выражении, средняя цена за единицу продукции, средняя себестоимость единицы изделия, коэффициент среднегодовой производственной мощности.

Следует учесть, что величина дополнительных издержек будет ниже того значения, которое было бы при изготовлении продукции предприятиями вне кластера. Это объясняется, прежде всего, тем, что при совместном действии экономических субъектов общие затраты снижаются.

Иными словами, себестоимость единицы изделия в кластере меньше, чем себестоимость единицы изделия вне кластера. Исследователями изучены состав и структура затрат на предприятиях промышленности. Так, например, Государственным научным центром лесопромышленного комплекса установлено, что для компаний, заготавливающих древесину, большую величину представляют транспортные издержки, для компаний деревообработки – издержки на электроэнергию и сырье, для компаний лесохимии – затраты на материалы и электроэнергию [2].

Зная отраслевые особенности состава затрат, включаемых в себестоимость продукции на предприятиях и то, что в результате интеграции фирмы, взаимосвязанные по технологической цепи, будут отдавать свою продукцию пре-

имущественно по себестоимости, возникает существенный потенциальный эффект за счет снижения затрат.

Основной задачей при оценке интеграционного эффекта является определение дополнительной прибыли. Мы считаем, что данную задачу можно решить через выявление образуемого объема продукции в натуральном выражении вследствие совместной деятельности и большей загрузки мощностей предприятий.

Исходный пункт в получении необходимых данных – формула для расчета коэффициента использования производственной мощности, который равен отношению фактического объема товарной продукции на среднегодовой максимально возможный объем товарной продукции (формула 3) [1]:

$$K = \frac{Q}{Q} \quad (3)$$

где K – коэффициент использования среднегодовой мощности;

Q – фактический объем товарной продукции в натуральном (стоимостном) выражении;

Q – среднегодовой возможный объем товарной продукции в натуральном (стоимостном) выражении.

Важно отметить, что показатель использования среднегодовой мощности является известной величиной; данные по нему имеются в статистических справочниках России.

Формулу 3 мы будем использовать для дальнейшего расчета прироста объема продукции. Если подставить в числитель вместо фактического объема товарной продукции дополнительный объем товарной продукции, то получится формула для определения коэффициента прироста использования среднегодовой мощности ($\Delta K = K_{\text{кт}} - K$):

$$\Delta K = \frac{\Delta Q}{Q} \quad (4)$$

где ΔQ – дополнительный объем товарной продукции в натуральном (стоимостном) выражении за счет кластеризации;

Выразим из формулы 3 и формулы 4 среднегодовой возможный объем товарной продукции и приравняем значения:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta K} = \frac{Q}{K} \quad (5)$$

Далее путем математических преобразований получим формулу 6 для определения дополнительного объема товарной продукции за счет кластеризации:

$$\Delta Q = \frac{(K_{кл.} - K) \cdot Q}{K}, \quad (6)$$

где $K_{кл.}$ – коэффициент использования мощностей в кластере.

Поскольку интеграция субъектов позволит задействовать неиспользуемые мощности и полнее использовать имеющиеся, то загрузка производственных мощностей в кластере будет достигать 90%, поэтому $K_{кл.} = 0,9$. Как показывает статистика, данный показатель соответствует указанному значению в разные периоды времени и вполне достижим [2].

Таким образом, зная как найти прирост объема товарной продукции, значения средних цен и себестоимости единицы изделия, можно рассчитать две искомые величины: дополнительную прибыль и дополнительные издержки.

Образование кластера, как экономической структуры, предполагает возникновение новой системы отношений между субъектами, что влечет к некоторым изменениям и преобразованиям внутри самих фирм. Эти преобразования будут являться причиной снижения затрат в бизнес-процессах. Помимо эффекта от использования избыточных ресурсов, незадействованных активов, более полной загрузки мощностей, которые вместе дают компаниям и кластеру дополнительную прибыль при совместной деятельности, имеется эффект от сокращения издержек.

Экономия издержек на предприятиях вследствие интеграции обусловлена рядом факторов [5]. Эти факторы находятся во взаимосвязи, и влияние одного из них определяет роль другого. Набор факторов для каждого случая интеграции различен, так как способы объединения участников и сами участники неодинаковы. Учитывая данное положение, можно выделить основные факторы:

1. Эффект масштаба. По мере увеличения объема производства средняя величина издержек на единицу продукции, услуги снижается, так как доля постоянных издержек не изменяется.

2. Взаимодополнение и комбинирование ресурсов. В результате совместной деятельности появляются возможности приобретения компаниями недостающих ресурсов по более низким ценам, так как их покупка на стороне или собственное производство обходится дороже.

3. Изменение финансовых возможностей. Объединение предприятиями усилий повышает шансы реализации инвестиционных проектов, сокращает издержки на НИОКР, ускоряет процессы модернизации производства и развитие всего кластера, ведет к уменьшению налогов, так как можно полнее использовать налоговые льготы и меняется налогооблагаемая прибыль.

4. Вертикальная и горизонтальная интеграция. Кооперирование участников и сосредоточение производства в рамках локальной территории ведет к снижению транзакционных издержек, в том числе транспортных, и издержек, связанных с рынками сырья и сбыта, так как поиск этих рынков становится общим.

5. Повышение качества и эффективности управления. Взаимодействие органов управления компаний приводит к устранению дублированных работ, централизации функций и их перераспределению, распространению более совершенных технологий, ноу-хау, профессионализма, корпоративной культуры, сокращению накладных издержек.

Для определения экономии издержек в кластере нужно принять во внимание, что издержки будут отличаться по видам экономической деятельности вследствие различий в производстве и технологии. Величина снижения затрат определяется по сферам, задействованным для выполнения задач предприятия, в процентах от общих затрат группы компаний, соответствующих одному роду занятий. Расчет экономии издержек считается условным и приближительным, так как некоторые виды затрат являются условно-постоянными и не изменяются пропорционально к увеличению общих издержек. В целях максимального приближения расчетных величин к действительным значениям, процент для определения экономии по отдельным сферам берется минимальным.

Вместе с экономией издержек на предприятиях образование кластера с формированием недостающих звеньев предполагает появление определенной части дополнительных затрат. В первую очередь, это затраты на создание консультационного органа управления. Практика образования подобных структур показывает, что величина таких затрат не превышает 0,1% от общей прибыли интеграционного объединения, которую оно могло бы получить [2].

Чтобы наглядно представить, как производится нахождение важных показателей, продемонстрируем данный процесс в виде цепочки последовательных действий (рис. 1).

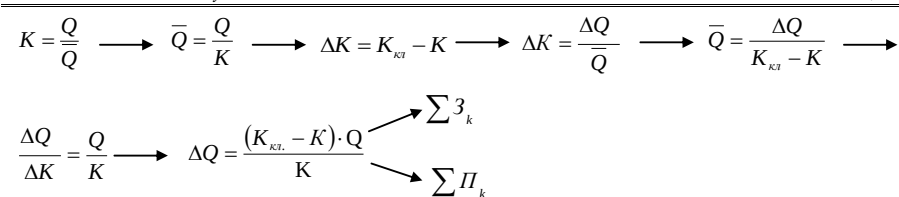


Рисунок 1. Последовательность расчетов

Количественное значение эффективности рассчитывается на основе известных факторов влияния. Не берутся во внимание все незначительные эффекты, которые способствуют положительным изменениям финансовых показателей кластера, хотя, как было отмечено ранее, косвенно оценка качественных эффектов присутствует в составе полученных результатов.

В заключение можно отметить, что предлагаемая методика определения потенциальной эффективности является простым средством, основанным на доступных данных бухгалтерского и статистического учета, и может быть использована субъектами, решившими вести совместную работу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Водянов, А. Производственные мощности российской промышленности в контексте задач

экономического роста/А. Водянов, О. Гаврилова, Т. Маршова//Российский экономический журнал. – 2007. - №2. – С.3-22.

2. Государственный научный центр лесопромышленного комплекса/[электронный ресурс]// <http://www.les.lesprom.com>.

3. Евтушенков, В.П. Оценка конкурентоспособности экономики России: отраслевой и кластерный анализ/В.П. Евтушенков//Доклад экспертной группы Комитета Российского союза промышленников и предпринимателей (работодателей) по промышленной политике и конкурентоспособности. – 2005. – С.24.

4. Ивашковская, И.В. Слияния и поглощения: ловушки роста/И.В. Ивашковская//Управление компаний. – 2004. - №7. – С.32-36.

5. Косачев, В.И. Проблемы оценки синергии при интеграции/В.И. Косачев, Т.Р. Ахметзянов//Вестник КГФЭИ. – 2008. - №3. – С.38.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Полуянов В. П. д-р хим. наук, проф.
Харьковский институт экологии и социальной защиты

ФАКТОРЫ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ПРИ АВАРИЯХ И КАТАСТРОФАХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ

zchs@intbel.ru

В данной статье рассматриваются факторы риска при авариях и катастрофах на потенциально опасных объектах. Автор подробно описывает все виды аварий на объектах и дает классификацию предприятий по химической опасности. Изложена схема формирования информационной технологии управления риском при техногенных воздействиях.

Ключевые слова: риск, аварии, катастрофы, информационная технология, химически опасный объект.

В настоящее время усилиями ученых и специалистов, работающих в сфере обеспечения безопасности, все в большей степени внедряются в жизнь идеи количественной оценки возникающих опасностей и научного обоснования решений по их снижению.

Достаточно серьезное развитие получила теория риска, приобрели высокую практическую значимость вопросы, связанные с обоснованием целесообразных мер и действий по снижению уровня аварий и катастроф.

Проблема снижения рисков и уменьшения масштабов чрезвычайных ситуаций относится к приоритетной сфере обеспечения национальной безопасности.

Уровень риска возникновения тех или иных негативных событий, в частности аварий, катастроф и ожидаемого при этом ущерба выступают в качестве основного показателя степени безопасности объекта.

Химически опасными являются практически все объекты, на которых в той или иной мере применяются химические технологии.

Прежде всего это химические, нефтехимические и подобные им заводы, где осуществляется переработка нефти и нефтепродуктов, получение, использование и хранение аварийно химически опасных веществ, а также предприятия, на которых применяются вредные химические вещества в технологических процессах.

В настоящее время номенклатура продукции, выпускаемой химическим заводом с передовой технологией, обеспечивающей комплексную переработку сырья, включает тысячи различных материалов и веществ, многие из которых чрезвычайно токсичны или ядовиты. Опасность химических предприятий для человека и

окружающей среды при возникновении аварий является очевидна. Можно привести много примеров крупных аварий на химически опасных объектах. Авария сопровождалась утечкой опасного химического вещества и привела к заражению значительной территории завода и за ее пределами. В результате чего пострадало большое количество людей и животных.

Масштабы последствий аварии оказались огромными в силу ряда обстоятельств: ночное время суток, когда произошла авария; перенаселенность окрестностей предприятий; теснота застройки районов проживания населения; отсутствие среды защиты и нехватка медицинских учреждений.

Сегодня большинство промышленных объектов во всем мире являются объектами химического риска. Любая авария промышленного объекта, где сырье, промежуточные продукты, продукция предприятия и отходы производства, вовлекаясь в аварийный процесс, создают поражающие факторы для населения и окружающей среды, и уровень химического риска характеризуются достаточно высокими значениями.

Под опасными веществами обычно понимаются индивидуальные вещества (соединения) природного или искусственного происхождения, способные в условиях производства, применения, транспортировки, переработки, а также в бытовых условиях оказывать не благоприятное воздействие на здоровье человека и на окружающую природную среду [7]. Эти вещества могут иметь не только химическую, но и биологическую природу.

Факторы риска химически опасных объектов, их особенности и количественная оценка имеют важное значение в решении задач по пре-

дупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Особенно это касается подготовки и выбора оптимальных управленческих решений в сфере защиты населения и территории.

Опасность и риск объектов с химической технологией для человека и окружающей среды может проявляться при нормальном регламентированном их функционировании. Это связано с технологическими выбросами, сбросами, а также утечками опасных веществ.

При авариях на химически опасных объектах поражение людей в большинстве случаев обуславливается попаданием опасных химических веществ внутрь организма, главным образом ингаляционным путем.

Химические соединения, способны вызывать острые и хронические интоксикации.

Опасные химические вещества, способные легко переходить в аварийных ситуациях в физико-химическое состояние, соответствующее их наибольшему поражающему действию, вызывать массовые поражения людей.

К числу опасных химических веществ относятся боевые отравляющие вещества (БОВ), аварийно химические опасные вещества (АХОВ), а также вещества, вызывающие преимущественно хронические заболевания.

Аварийно химические опасные вещества (АХОВ) могут храниться в резервуарах под высоким давлением. В этом случае давление, на которое рассчитывается резервуар, соответствует давлению паров продукта над жидкостью при максимальной температуре окружающей среды. Для хранения опасных веществ используются изотермические хранилища при давлении близком к атмосферному или при давлении до 1 Па. При таком способе хранения емкости искусственно охлаждаются. Известно, чем ниже температура, тем меньше давление паров. Аммиак, охлажденный до температуры минус 33,4 °С, будет иметь давление паров, близкое к атмосферному. Для пропана эта температура составляет минус 42 °С. Высококипящие химические опасные вещества могут храниться при температуре окружающей среды в закрытых емкостях.

Емкость резервуаров может быть различной. Например, хлор хранится в резервуарах вместимостью от 1 до 1000 т, аммиак - от 5 до 30 000 т, сероуглерод - от 1 до 100 т.

Наземные резервуары, как правило, располагаются группами. По периметру территории, где они располагаются, предусматривается обваловывание или ограждения из устойчивых материалов [6].

При разрушении оболочки емкости с последующим разливом большого количества химически опасного вещества в поддон (обвалов-

ку) в дальнейшем, в течение достаточно длительного отрезка времени, может происходить его испарение и распространение в атмосфере. В этом процессе принято условно выделять три периода:

- бурное испарение основной части вылившегося опасного вещества за счет разности упругости насыщенных его паров в емкости и их парциального давления в воздухе. При этом формируется облако с значительно превышающими предельно допустимыми концентрациями. Такое облако обычно называют первичным;

- неустойчивое испарение химических веществ за счет тепла, поступающего от поддона (обваловки), притока тепла извне и изменения теплосодержания жидкости;

- длительный по времени (часы, сутки и более) период стационарного процесса испарения веществ за счет тепла окружающего воздуха.

При аварии с разрушением оболочки изотермического хранилища, сопровождающимся разливом в поддон (обваловку) большого количества аварийно химически опасных веществ происходит их испарение. Первичное облако зараженного воздуха формируется за счет быстрого испарения. Количество химически опасных веществ, участвующего в образовании первичного облака в летнее время не превышает - 5 %.

Первичное облако не формируется при аварийном вскрытии оболочек с опасными веществами, представляющими высоко кипящие жидкости.

Все виды аварий на объектах связанные с выбросами и проливами химических веществ, сопровождаются образованием вторичного облака, за счет испарения с площади поверхности зеркала пролива.

Следовательно, основными факторами риска при авариях на химически опасных объектах являются:

- первичное облако загрязненного воздуха, практически мгновенно формируется в зоне выброса или пролива химического вещества и распространяется в приземном слое атмосферы по ветру;

- вторичное облако загрязненного воздуха, формируется за счет стационарного, достаточно длительного по времени испарения выброшенного или пролитого вещества.

Основными параметрами, характеризующими эти факторы риска, являются: концентрация веществ в облаке в точке воздействия на человека и объекты окружающей среды; интеграл концентрации I_K за время прохождения первичного облака или за определенное время их экс-

позиции в период действия вторичного облака, т. е. величина равная:

$$I_K = \int_{t_1}^{t_2} C(t) dt$$

где: $C(t)$ - концентрация аварийных химических опасных веществ.

К числу рассматриваемых характеристик относятся геометрические и временные параметры, в частности размеры и глубина распространения первичного и вторичного облаков, время действия вторичного облака, время подхода первичного и вторичного облаков к объекту поражения и др.

Объекты, где производятся, перерабатываются, используются, транспортируются, хранятся или удаляются аварийно химически опасные вещества принято классифицировать по степени опасности для населения и территорий. Такая классификация, по степени химической опасности в зависимости от принятых критериев [1], приведена в таблице 1.

Таблица 1

Классификация предприятий по химической опасности

Степени химической опасности объектов	Количество человек, попадающих в зону химического заражения при аварии
I	Более 75 тыс. человек
II	От 40 до 75 тыс. человек
III	Менее 40 тыс. человек
IV	Оценке не подлежит

Зона возможного заражения АХОВ при аварии не выходит за пределы территории объекта или его санитарно-защитной зоны.

Безопасность функционирования химических опасных объектов зависит от многих факторов: физико-химических свойств сырья, продуктов производства, характера технологического процесса, конструкции и надёжности оборудования, условий хранения и транспортирования химических веществ, наличия и состояния контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, эффективности средств противояварийной защиты и т. д.

В целом чрезвычайные ситуации, обусловленные выбросом (разливом) аварийно химически опасных веществ, подразделяются на три типа:

- с образованием только первичного облака;

- с образованием первичного и вторичного облака;

- с заражением окружающей среды (грунта, водоисточников, технологического оборудования и т. д.) высококипящими жидкостями и твердыми веществами без образования первичного и вторичного облака.

Большинство химических веществ при аварийных ситуациях сравнительно легко переходят из одного агрегатного состояния в другое, чаще всего из жидкого в парообразное (газообразное), из твердого в аэрозольное и наносят массовые поражения людям, животным и растениям.

Возможный выход облака зараженного воздуха за пределы территории химически опасного объекта, в случае аварии на нем, обуславливает химическую опасность для административно-территориальной единицы, где такой объект расположен.

Основным критерием для отнесения административно-территориальной единицы к той или иной степени опасности [1] в этом случае является процент населения, проживающего в зоне возможного заражения в случае аварии на химически опасном объекте (табл. 2).

Таблица 2

Классификация административно-территориальных единиц по химической опасности

Степень химической опасности	Количество населения, проживающего в зоне возможного заражения, %
I	Более 50
II	30-50
III	10-30
IV	До 10

Важнейшей характеристикой аварийных химических опасных веществ является их токсичность, под которой понимается способность вещества оказывать вредное воздействие на организм человека, животных и растения.

Несмотря на предпринимаемые меры в области промышленной безопасности полностью исключить вероятность возникновения аварии практически невозможно.

В большинстве случаев аварии вызываются нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, низкой трудовой и технологической дисциплиной, несоблюдением норм безопасности, отсутствием должного надзора за состоянием обо-

рудования. Одна из возможных причин аварий - стихийные бедствия.

Аварии на химически опасных объектах по типу возникновения делятся на производственные и транспортные, при которых нарушается герметичность емкостей и трубопроводов.

По масштабам последствий химические аварии имеют свою специфическую классификацию:

- **локальные** - последствия которых ограничиваются одним цехом (агрегатом, сооружением) химически опасного объекта;

- **местные** - последствия которых ограничиваются производственной площадкой химически опасного объекта или его санитарно-защитной зоной;

- **общие** - последствия которых распространяются за пределы санитарно-защитной зоны химически опасного объекта.

По сфере возникновения химические аварии классифицируются на:

- аварии на хранилищах опасных веществ;

- аварии при ведении технологических процессов (возможные источники заражения - технологические емкости и реакционная аппаратура);

- аварии при транспортировке опасных веществ по трубопроводу или железнодорожными цистернами по территории объекта.

В таких авариях выделяют 4 фазы [1]:

1. – инициирование аварии;
2. – развитие аварии;
3. – выход последствий аварии за пределы объекта;
4. – локализация и ликвидация последствий аварии.

Следует отметить, что вторая фаза развития химических аварий оказывает определяющее влияние на масштабы последствий аварии, так как от особенностей попадания химически опасных веществ в атмосферу зависят дальность распространения газовой волны и время поражающего действия.

Особенности попадания отравляющих веществ в атмосферу определяются условиями его содержания в возможном источнике заражения и характером повреждения последнего [1].

Информационная технология - совокупность методов, способов и процедур формирования, хранения, обработки и потребления сведений определенной организационно-технической или иной структурой с использованием выбранного комплекса техники и электронно-вычислительных средств.

Развитие современной информационной технологии неразрывно связано с применением

вычислительной техники и информационно-измерительных систем.

Фундаментальным компонентом современной информационной технологии является аналитическая деятельность с максимально возможным применением человеко-машинных процедур.

Основу новой информационной технологии составляют распределенная компьютерная техника, программное обеспечение и развитые коммуникации. Компьютеры дают возможность человеку повысить эффективность управления за счет увеличения или расширения объема, надежности и скорости выполнения операций по обращению с информацией.

Существуют две стратегии внедрения информационной технологии в ту или иную организационно-техническую структуру. В первой стратегии информационная технология приспосабливается к указанной структуре без ее изменения и предусматривается локальная модернизация сложившихся методов управления. Вторая - организационно-техническая структура рационализируется исходя из возможности достижения максимальной эффективности технологии.

Смысл и содержание любого процесса управления непосредственно связан с той предметной областью, в которой он осуществляется. К предметной области управления безопасностью и риском аварий на техногенно опасных объектах следует отнести: объекты, являющиеся источниками и рецепиентами техногенной опасности и риска; персонал опасных объектов и население; социально-экономические, управленческие, мониторинговые и контрольные структуры и системы, взаимосвязи и отношения между упомянутыми объектами и структурами, а также явления и процессы, в том числе геофизические, которые обуславливают возникновение и формирование факторов техногенного воздействия и риска.

Модель рассматриваемой предметной области может быть названа концептуальной частью базы знаний управления риском при рассматриваемых техногенных воздействиях. Составными элементами являются базы данных и алгоритмы решений управленческих задач. Если в информационной технологии предусматривается использование ЭВМ, то в состав базы знаний включается и прикладное программное обеспечение.

В структуре информационно-управляющей технологии гражданской защиты могут быть выделены две основные компоненты: функциональная и опорная [5].

База знаний, играет весьма важную роль в обеспечении анализа, оценки фактической и

прогнозной информации о техногенной, экологической и общей обстановке.

Прикладное программное обеспечение следует интерпретировать как совокупность алгоритмов и машинных программ, описывающих процессы и явления, в аналитическом или ином виде выражающих законы и закономерности с рассмотрением предметной области.

База знаний наполняет соответствующие структурные элементы и модели предметной области конкретным содержанием и обеспечивает проведение необходимых расчетов, оценок и анализа.

Опорная компонента информационно-управленческой технологии является основой для автоматизированной переработки информации и строится с использованием современных информационных технологий и типовых элементов автоматизированных систем [3].

Компоненты информационно-управленческой технологии рассматриваются как единое целое. Наложение базы знаний из сферы гражданской защиты на опорную, базовую информационную технологию, дает возможность сконструировать эффективную технологию переработки информации и выработать оптимальные варианты управленческих решений по защите населения и территорий, предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Необходимость в построении и картировании вероятностных полей опасности возникает при решении практических задач с использованием результатов оценки техногенного и экологического рисков.

В этом случае должны приниматься во внимание все без исключения факторы техногенного воздействия. Однако в практике чаще обращаются к построению полей химической опасности и риска для наиболее характерных сценариев развития техногенных аварий и катастроф.

Смысл построения и картирования вероятностных полей потенциальной опасности техногенных аварий и катастроф состоит в определении расчетным путем вероятности появления того или иного вида ущерба, обусловленного факторами риска в случае химически опасного объекта, а также распространением при аварии вредных веществ или иных субстанций для всех точек на рассматриваемой территории.

Делая расчет, необходимо опираться на определенные с учетом законов турбулентной диффузии в атмосфере, зоны ущерба для различных ее состояний устойчивости и скорости ветра, исходить из вероятностной природы параметров ветра и обусловленной этим вероят-

ностной картины формирования зон загрязнения территории [4].

Формула используемая для расчетов вероятности нанесения ущерба при техногенном воздействии одного источника $R_{r,\theta}$ имеет вид:

$$R_{r,\theta} = R \sum_{m=1}^M \left\{ \sum_{n=1}^N P_{mn} \left[\sum_{q=1}^Q P_q(u) \frac{F_{mn}(r, \theta)}{\Pi_m(r)} \right] \frac{M}{2\pi} \right\},$$

где R – вероятность того, что рассматриваемая техногенная авария или катастрофа произойдет;

M, m – количество секторов, на которое разбита плоскость;

N, n – количество интервалов величины скорости ветра, на которое разбивается шкала скорости;

P_{mn} – вероятность реализации величины скорости ветра в интервале n в секторе m ;

Q, q – количество классов устойчивости атмосферы и его номер соответственно; $P_q(u)$ – вероятность реализации того или иного класса устойчивости атмосферы, по Паскуиллу;

$F_{mn}(r, \theta)$ – ширина зоны ущерба в точке (r, θ) , рассчитанная для интервала скоростей ветра n и сектора m ;

$\Pi_m(r)$ – ширина сектора m на расстоянии r от центра аварийного объекта.

Проводя вычисления, вначале необходимо делать суммирование по классам устойчивости атмосферы и заданной скорости ветра, а затем по грациям скорости ветра и секторам.

По данной методологии могут быть проведены расчеты для всех возможных сценариев развития аварий на опасных объектах, которые находятся на рассматриваемой территории и за ее пределами.

Могут возникнуть трудности с определением размеров и конфигураций зон различных видов ущерба.

Поля потенциальных ущербов различного вида для данной территории с учетом всех возможных источников опасности характеризуют интегральные вероятности тех или иных негативных воздействий. Они наносятся на карту территории, которая используется в практической деятельности [2].

По причине независимости полей ущерба для каждого объекта можно получить оценку влияния аварий одного объекта на другие. Это особенно важно для сценариев со взрывами и пожарами, поскольку для таких случаев весьма вероятно каскадное развитие событий.

Если в качестве ущерба рассматривается гибель людей, то величину риска, которому подвергается человек в конкретной точке, принято называть индивидуальным риском.

Величина индивидуального риска не зависит от распределения населения по рассматриваемой территории. Она отражает лишь уровень потенциальной опасности.

Чтобы определить абсолютный риск для населения, проживающего на данной территории и провести дифференцированную оценку опасности, необходимо знать пространственно-временное распределение людей.

В этом случае возможно оценить величину коллективного техногенного риска для всего населения территории или отдельных его групп.

Данные предложения методологического характера нуждаются в развитии с учетом конкретных сфер применения. Подходы к построению полей потенциальной опасности и риска не всегда будут одинаковыми. При оценке возможности и целесообразности развития хозяйственной деятельности правомерен один подход, а решение задач в интересах обоснований по строительству опасного объекта – другой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Владимиров, В.А.* Катастрофы и экология / В.А. Владимир, В.И. Измалков. – М.: ЦСИ ГЗ МЧС России, 2000. – 379 с.

2. *Владимиров, В.А.* Оценка риска и управление техногенной безопасностью / В.А. Владимир, В.И. Измалков, А.В. Измалков // Монография. – М.: ФИД «деловой экспресс», 2002. – 184 с.

3. *Данилевский, Ю.Г.* Информационная технология в промышленности / Ю.Г. Данилевский, И.А. Петухов, В.С. Шибанов. – Л.: Машиностроение, 1988. – 284 с.

4. *Маршалл, В.И.* Основные опасности химических производств / В.И. Маршалл. – М.: «Мир», 1989. – 672 с.

5. *Свириденко, С.С.* Современные информационные технологии. / С.С. Свириденко. – М.: «Радио и связь». 1989. – 304 с.

6. *Софронов, В.С.* Отраслевое руководство по анализу и управлению риском / В.С. Софронов, Г.Э. Одишария, А.А. Швыряев. – М.: РАО «Газпром», 1996. – 208 с.

7. *Хенли, Э.ДЖ.* Надежность технических систем и оценка риска / Э.ДЖ. Хенли, Х. Кумар // Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.

Лебедев В. М. канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Волков А. А. советник РААСН, д-р техн. наук, проф.
Московский государственный строительный университет

СИСТЕМОКВАНТЫ ПРОЦЕССОВ ВОЗВЕДЕНИЯ МНОГОЭТАЖНЫХ
КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

vestnik@intbel.ru

Разработана модель поточного возведения многоэтажного каркасного здания с использованием технологической нормы, сетевой циклограммы и системоквантов строительных процессов и возведения объекта.

Ключевые слова: технологическая норма, специализированные и объектные потоки, монтажные участки, стадии производства, монтажный модуль цикличности, карточки-определители работ и ресурсов.

Для организации потока при возведении однородных многоэтажных промзданий разрабатываются технологические нормы для одного повторяющегося монтажного участка по каждой стадии производства.

Технологические нормы служат основой для создания специализированных и объектных потоков. Технологическая норма возведения монтажного участка в пределах одной секции 36×12 м., высотой в один этаж пятиэтажного трехпролетного здания с шириной пролетов 12м. введена в табл. 1. При возведении подземной части ведущими являются процессы отрывки котлована и монтажа сборных конструкций. При возведении надземной части здания ведущими процессами являются: монтаж сборных конструкций, заделка стыков и заливка швов, сантехнические работы. Из технологической нормы (табл. 1) видно, что

с монтажом сборных конструкций совмещается электросварка швов, с заделкой стыков и заливкой швов- расшивка наружных швов, с сантехническими работами- электромонтажные и остекление [1,2,3].

Длительность монтажа конструкций на одном участке составляет пять дней при работе в две смены, этой продолжительностью определяется ритм монтажных работ, называемый монтажным модулем, который модулирует во времени все специализированные потоки, выполняемые на участке. Монтажный модуль цикличности служит общим показателем ритмичного выполнения работ на всех стадиях возведения здания, поэтому все виды отделочных и других работ подчинены единому ритму, т.е. для них применяется та же продолжительность, что и для монтажа конструкций.

Таблица 1.

Технологическая норма возведения многоэтажного промздания

№ части потока	№ процесса	Наименование потоков, работ	Трудоем- ность ч-дн	Продолжи- тельность дн.	Дни									
					1-10	11-21	21-30	30-41	41-50	51-60	61-70			
Подземная часть														
1	1	Планировка со срезкой растительного слоя	24	4	—									
2	2	Отрывка котлована и траншей экскаватором	16	4	—									
3	3	Зачистка котлована вручную	40	5	—									
4	4	Монтаж конструкций	108	9	—									
5	5	Электросварка			—									
5	6	Замонтирование стыков	27	9	—									
Надземная часть														
4	7	Монтаж конструкций	120	5	—									
	8	Электросварка стыков			—									
5	9	Замонтирование стыков и швов	30	5	—									
5	10	Оконопачка окон, расшивка швов	15	5	—									
6	11	Монтаж систем отопления, водопровода, канализации	20	5	—									
7	12	Монтаж электропроводки	20	5	—									
8	13	Остекление	25	5	—									
9	14	Защита стен и потолков	80	5	—									
10	15	Устройство плиточных полов, облицовка стен плиткой	15	5	—									
11	16	Устройство подготовки под полы	70	5	—									
12	17	Клеевая окраска стен и потолков	10	5	—									
13	18	Масляная окраска проемов стен	25	5	—									
14	19	Установка унитазов, бачков и умывальников	20	5	—									
15	20	Установка электроприборов	20	5	—									
16	21	Настилка чистых полов	70	5	—									
17	22	Устройство кровли	120	15	—									

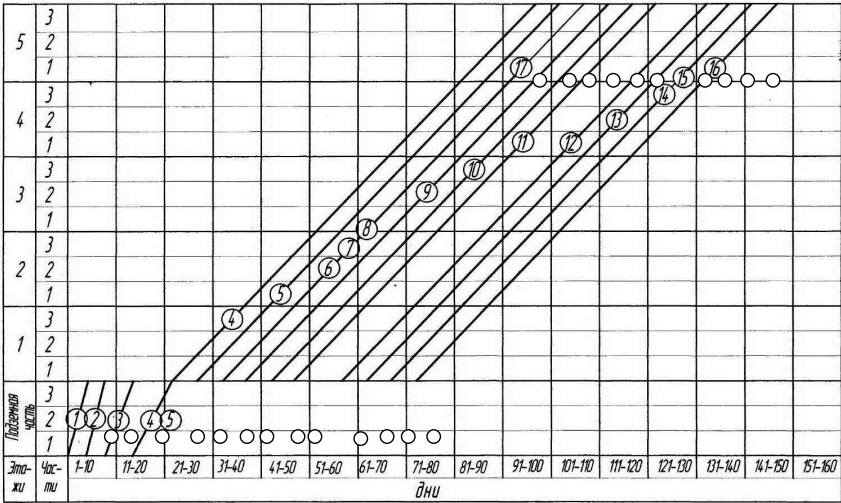


Рисунок 1. Сетевая циклограмма поточного возведения 5-ти этажного каркасного здания, по горизонтально-восходящей схеме. Цифрами в кружках 1,2,...-обозначены номера потоков (табл. 1.)

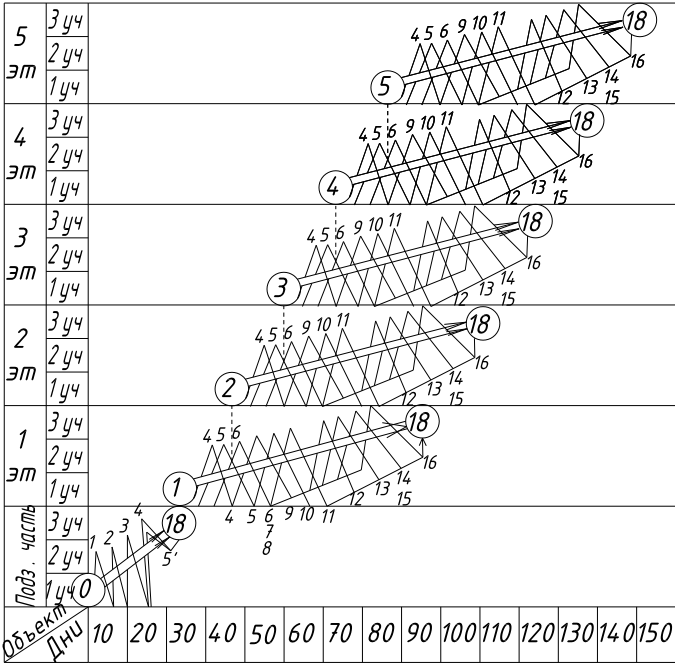


Рисунок 2. Системокванты процессов поточного возведения 5-ти этажного каркасного здания адекватно сетевой циклограмме (рис. 1): «0-18», «1-18», «2-18», «3-18», «4-18». «5-18» - информационные векторы; 1,2,3,...17 – системокванты процессов переходящие с одного вектора на другой и обвивающие их по восходящим спиральям

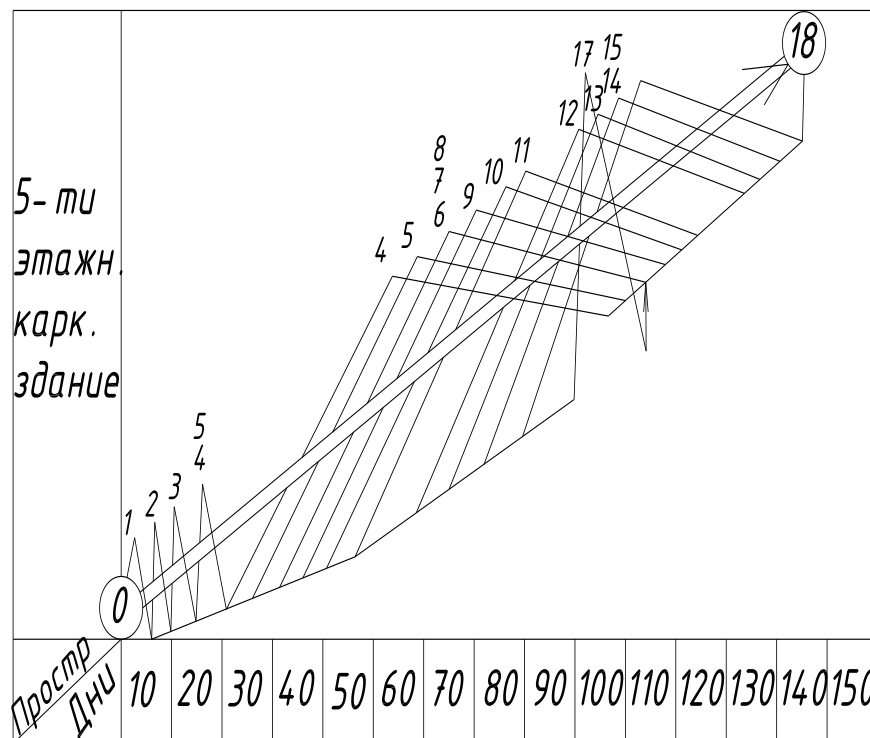


Рисунок 3. Укрупненные объектные системокванты возведения 5-ти этажного каркасного здания: «0-18» - информационный вектор, направленный на достижение цели – ввод объекта; 1,2,3,...17 – системокванты объектных потоков согласно технологической нормали (табл.1) и обвивающие информационный вектор по восходящим спиральям

Сетевая циклограмма (рис. 1) и системокванты (рис.2, 3) поточного возведения многоэтажного здания по горизонтально-восходящей схеме монтажа запроектированы на основании технологической нормали (табл. 1).

Для системоквантов технологических процессов [4, 5] всех уровней составляются карточки – определители работ и ресурсов, в которых содержится информация об исполнителях и потребности в материально-технических и финансовых ресурсах. Все данные заносятся в компьютер.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасьев В.А. Поточная организация строительства. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-е, 1990. - 304с., ил.
2. Строительное производство: Энциклопедия/ Гл. ред. А.К.Шрейбер.- М.: Стройиздат, 1995.- 464с.: ил.
3. Гусаков А.А. Системотехника строительства. М.: Стройиздат, 1993.- 368с.: ил.
4. Информационные модели функциональных систем /под ред. К.В.Судакова и А.А.Гусакова. – М. Фонд «Новое тысячелетие», 2004. - 304с.
5. Волков А.А., Лебедев В.М. Проектирование системоквантов рабочих операций и трудовых строительных процессов в среде информационных технологий//Вестник МГСУ / 2010.№2.

Филинских А. Д., аспирант

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НА РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

alexfil@yandex.ru

Представлены PDM-системы как отечественного производства, так и системы разработанные в Европе и Америке. Представлены их основные характеристики и приведен сравнительный анализ цен на рассмотренные системы.

Ключевые слова: PDM, информационные процессы, документооборот, жизненный цикл изделия, архив технической документации, 1C:PDM, Lotsia PDM PLUS, T-FLEX DOCs, TDMS, Search PDM, PDM STEP Suite, Windchill PDMLink.

Во всём мире, в том числе и в России, IT-технологии развиваются стремительными темпами, затрагивая всё больше сфер деятельности, помогая облегчить и упорядочить работу всех служб и подразделений предприятия. Развитие IT-технологий и осознание необходимости комплексного подхода к автоматизации своей деятельности стало причиной, по которой популярность систем управления данными об изделии (PDM - Product Data Management) набирает обороты.

PDM-система – является одной из ключевых и неотъемлемых частей при создании ЕИП (единое информационное пространство) предприятия и одной из ключевых в решении задач CALS (Continuous Acquisition and Life cycle Support) – технологий – повышение эффективности управления информацией об изделии и её роль состоит в том, чтобы сделать информационные процессы максимально прозрачными и управляемыми. Для реализации PDM-технологии существуют специализированные программные средства, называемые PDM-системами, - системы управления данными об изделии и информационными процессами жизненного цикла.

PDM-система может выступать в двух основных ролях:

- как рабочая среда сотрудника предприятия;
- как средство интеграции данных на протяжении всего жизненного цикла изделия.

На данный момент на российском рынке присутствуют ряд программных продуктов, как российских, так и зарубежных, реализующих PDM-технологии. Рассмотрим некоторые из них.

Начнём с отечественной системы управления данными - 1C:PDM компании АРПИУС (рис.1). 1C:PDM – совместный продукт компании АРПИУС и фирмы «1С», разработанный на базе системы Appius-PDM, которая зарекомендовала себя как успешное решение для автоматизации задач управления инженерными данными. Достаточно известная и освоённая система управления инженерными данными может быть успешно применена практически для любого достаточно крупного «Замкнутого» предприятия. Для малых предприятий система дорога.

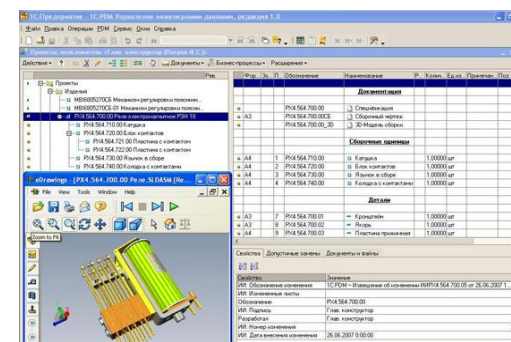


Рисунок 1. Система 1C:PDM

Платформа «IC:Предприятие» предоставляет обширные возможности по созданию любых, в том числе специфичных форм отчетов. Преимущества этой системы заключаются в её открытости, единстве данных, работы в комплексе с ERP-решением и т.д. Клиентами AP-PIUS являются множество предприятий в России: ООО "АВП-Технология", г. Москва; ЗАО «Асептические Медицинские Системы», г. Ми-

асс; ОАО «Воздухотехника», г. Москва; ООО «Машиностроительная компания ВСЕЛУГ», г. Москва; ЗАО «Газпром инвест юг», г. Москва; ОАО «Дальэнергомаш», г. Хабаровск и многие другие[1].

Вторая PDM-система, которую мы рассмотрим, **Lotsia PDM PLUS** (рис.2), продукта российской компании «Лотция Софт».

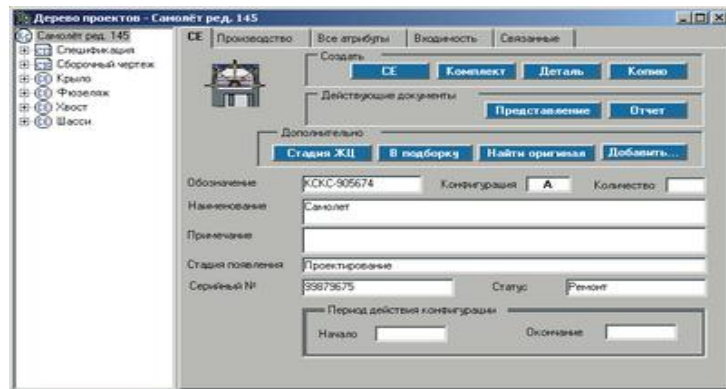


Рисунок 2. Система Lotsia PDM PLUS

Lotsia PDM PLUS разрабатывалась специально для отечественных предприятий и проектных организаций. Система может быть использована на любых предприятиях. Она обеспечивает надежное взаимодействие филиалов крупного холдинга при работе в территориально-распределенном режиме. Она соответствует требованиям отечественных стандартов (ЕСКД, СПДС и др.), но в то же время ориентирована на поддержку международных стандартов (ISO 9000, 10007, STEP). Успешно используется для решения задач управления информацией и документами в машиностроении (общем, транспортном и др.), приборостроении, проектных организациях, а также в авиационно-космической отрасли, нефтегазовой отрасли, энергетике, судостроении, государственных организациях и др. Клиентами Лотция Софт являются предприятия РОСАТОМа, ЛУКОЙЛ и другие[2].

Ещё одна система управления проектами - **T-FLEX DOCs** компании «Топ Системы».

T-FLEX DOCs – российский программный комплекс для решения задач конструкторско-технологического и организационно-распорядительного документооборота, а так же комплексного управления инженерными данными предприятия (рис. 3).

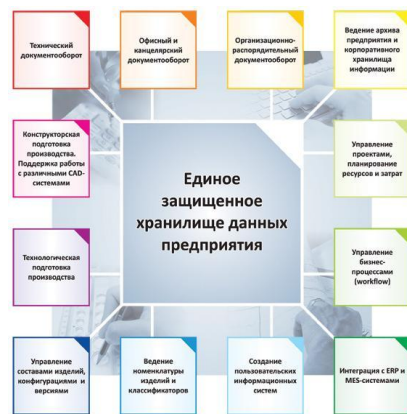


Рисунок 3. Структура системы T-FLEX DOCs.

T-FLEX DOCs достаточно интересная система управления предприятием во всех его направлениях. Она обеспечивает простоту и удобство администрирования, организации совместной работы отделов, быструю работу всех приложений, надежность работы единого хранилища данных.

Система T-FLEX DOCs построена на основе программной архитектуры с использованием

технологий корпорации Microsoft. Наличие развитого API, реализованного с применением технологии .NET Framework, позволяет создавать собственные приложения, построенные на ядре T-FLEX DOCs. Клиенты T-FLEX: ОКБ Машиностроения им. Африкантова, г. Нижний Новгород; Орский механический завод, г. Орск; Стандарт плюс, г. Челябинск и другие[3].

Производителем программного продукта TDMS является отечественная группа компаний «CSoft».

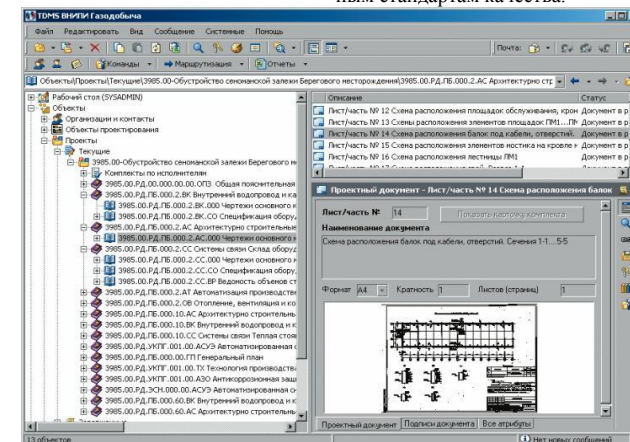


Рисунок 4. Система TDMS

Внедрение на предприятии системы TDMS позволяет комплексно автоматизировать процесс решения задач, связанных с вопросами хранения, поиска и распределения технической информации и документации, планирования и оперативного управления работами. Клиентами компании CSoft являются ФГУП «Атомэнергосредпроект» (Нижний Новгород), ФГУП «ММПЗ «САЛЮТ», ОАО «РЖД» и многие другие[4].

Теперь рассмотрим такую систему управления данными как **Search PDM** (Intermech, Республика Беларусь) (рис. 5).

По своим функциональным возможностям система ориентирована для использования в первую очередь на крупных, средних и малых предприятиях, предъявляющих высокие требования к электронному документообороту и ведению базы данных выпускаемых и используемых на предприятии изделий.

В стандартный комплект поставки с системой Search кроме системы ведения архива технической документации предприятия и управления данными об изделиях входит Showmini - программа для просмотра векторных и растро-

Система **TDMS (Technical Data Management System)** (рис. 4) предназначена для руководителей высшего уровня, руководства среднего уровня и для рядовых сотрудников. Преимуществами от внедрения TDMS являются: повышение доступности информации, эффективности управления и работы, а так же её удобства; снижение затрат времени на поиск актуальной информации, накладных расходов на работу с бумажными документами; защита и сохранность данных; соответствие международным стандартам качества.

вых графических форматов, графический редактор шаблонов процессов - программа для создания и редактирования шаблонов и процессов документооборота, редактор бланков - программа создания бланков для различных типов документов. Search понимает внутренний формат файлов документов: AutoCAD, Mechanical Desktop, SolidWorks, Solid Edge, Autodesk Inventor, Unigraphics Pro/ENGINEER, PCAD (версии 2002 и выше), Mentor Graphics.

Для более гибкого управления составом объекта в Search добавлен новый сервис – конструктор, который позволяет накладывать условия применения на состав объекта. Системы НПП «ИНТЕРМЕХ» используют более 2000 предприятий, работающих в различных отраслях народного хозяйства как в СНГ, так и за его пределами. Системы внедрены и успешно используются на таких известных предприятиях как АМАЗ, БЕЛАЗ, ОАО «Амкордор-Ударник», ПО Беларуский, ОЗС «Красный борец» (Орша), ОКБМ (Нижний Новгород), и многих других [5].

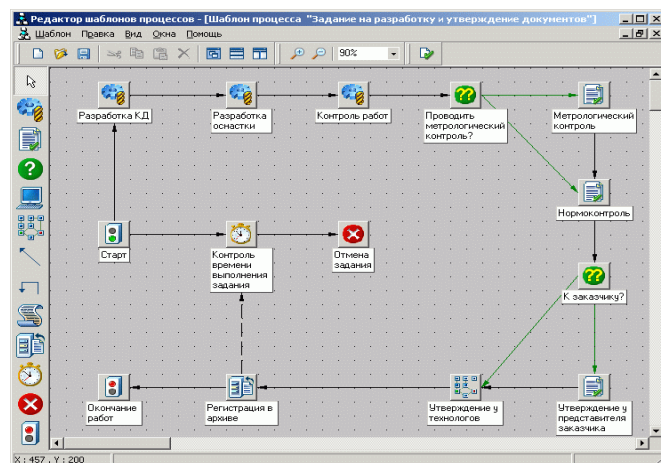


Рисунок 5. Система Search PDM

Так же рассмотрим систему, производителем которой является российская Научно-исследовательский центр CALS-технологий

"Прикладная логистика", под название PDM STEP Suite (рис. 6).

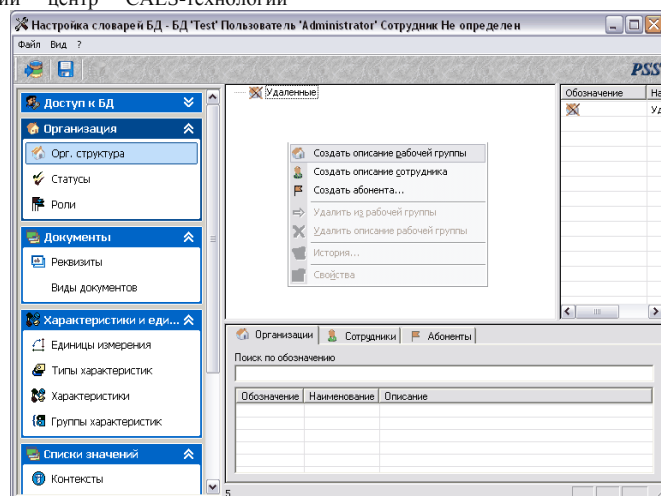


Рисунок 6. Система PDM STEP Suite

Система PDM STEP Suite, произведенной российским Научно-исследовательским центром CALS-технологий "Прикладная логистика", предназначена для управления данными об изделии на всех стадиях жизненного цикла. Использование PDM STEP Suite позволяет объединить данные различных служб предприятия в

едином информационном пространстве, гарантируя их актуальность, достоверность, полноту, целостность и непротиворечивость.

Основными функциями PSS являются: управление конструкторскими, технологическими и эксплуатационными данными об изделии, конфигурациями и изменениями, данными

логистического анализа и данными о качестве, проектами, контрактами и потоками работ, информационное взаимодействие с CAD/CAM/ERP, обмен данными между всеми участниками жизненного цикла.

Основными достоинствами PSS являются: управление данными обо всем жизненном цикле изделий, открытая информационная модель, соответствующая требованиям CALS стандартов, открытая архитектура, позволяющая не только дополнять систему новой функциональностью, но и дополнять структуру базы данных новыми объектами и атрибутами, изначальная ориентация системы на решение задач в масштабе предприятия, трехуровневая сетевая архитектура, позволяющая добиться от имеющегося парка вычислительной техники максимально возмож-

ного быстродействия, поддержка специфики российских предприятий. PSS внедрен на ФГУП "Особое конструкторское бюро "Спектр", г. Рязань, ОАО «Казанский вертолетный завод» и др[6].

И последняя PDM-система, которую мы рассмотрим: Windchill PDMLink (Parametric Technology Corporation, США) (рис. 7).

Windchill PDMLink — решение для обеспечения контроля над всеми производственными процессами и сопутствующей информацией об изделии на протяжении всего жизненного цикла. Она направлена на удовлетворение самых широких требований заказчиков, вплоть до выбора конкретного поставщика, тех или иных материалов, деталей, изделий.

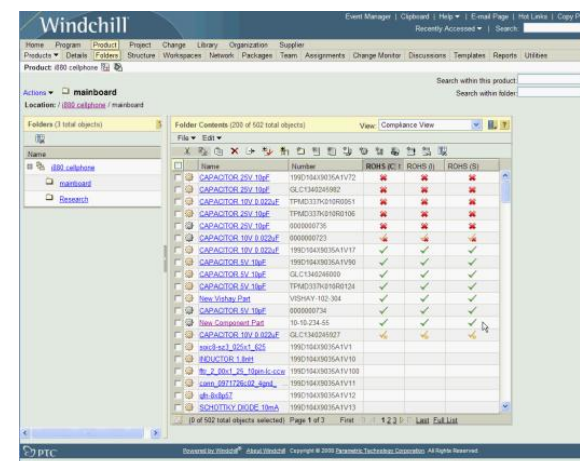


Рисунок 7. Система Windchill PDMLink

Windchill PDMLink предоставляет индивидуальное рабочее место для работы над изделием, в рамках которого пользователь получает доступ ко всей необходимой информации, в зависимости от назначенной роли, выполняемых задач и прав доступа. Кроме того, данные могут предоставляться пользователям в зависимости от этапа жизненного цикла и тех задач, которые выполняются на этом этапе. Конструктивно-технологическое членение изделия в этом случае является своеобразной структурой хранения всех связанных данных. Все доступные для различных видов документов и других объектов операции представлены в ясной и понятной форме.

Пользователю предоставляется «домашняя страница» содержащая список заданий и выпи-

санные из архива данные, которые редактируются в настоящий момент. Ссылки на важные данные в системе или в Интернете можно сохранять в «персональном блокноте». Пользователь может подписаться на оповещение о различных изменениях в интересующих его документах.

Механизм сквозной визуализации Windchill PDMLink обладает наилучшими для систем своего класса возможностями, позволяя пользователю легко использовать графическое представление изделия и отдельных его частей для задач идентификации, просмотра и рабочего применения. В результате достигается высокая производительность, легче осуществляется поиск новых решений. Система используется на ОАО «Конструкторского бюро электроизделий XXI века»

(г.Сарапул), ЗАО «Таурас-Феникс» (Россия), ОАО «Автодизель», входящий в «Группу ГАЗ», ГУП НПП «СПУРТ» и других предприятиях [7].

У любой PDM-системы есть свои достоинства и недостатки, поэтому важно принять правильное решение по выбору продукта. Помимо

стоимости продукта (рис. 8) нужно также учитывать, что их внедрение представляет собой непростую задачу и требует адаптации к нуждам предприятия.

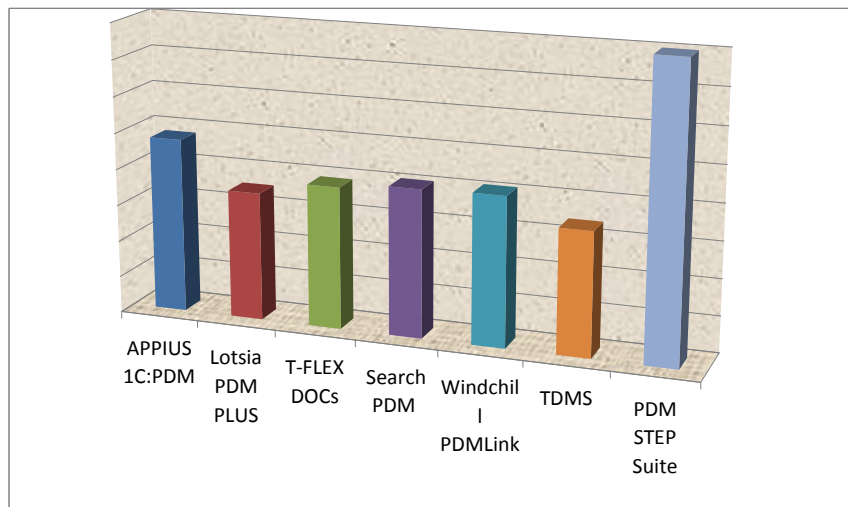


Рисунок 8. Сравнительный график цен за лицензию одного рабочего места

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.appius.ru/>
2. <http://www.lotsia.com/>
3. <http://www.tfex.ru/products/docs/>
4. <http://www.csoft.ru/catalog/soft/tdms/>
5. <http://www.intermech.ru/search/>
6. <http://pss.cals.ru/>
7. <http://www.pts-russia.com/products/windchill/>

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Шипицына Г. М., д-р филолог. наук, проф.
Белгородский государственный университет

ЯЗЫК И ДЕНЬГИ (О ЯВНЫХ И СКРЫТЫХ СМЫСЛАХ В УСТОЙЧИВОМ СЛОВСОЧЕТАНИИ НА ТЕМУ ДЕНЕГ)*

Shipitsina@bsu.edu.ru

В статье на примере словосочетания включить печатный станок раскрываются языковые механизмы импликации и эвфемизации прагматического потенциала высказывания. С учетом культуры и ментальности российского народа определяются мотивировочные признаки денотативного пространства фразеологизировавшегося словосочетания.

Ключевые слова: фразеологизация, эвфемизмы, прагматика, имплицитные смыслы, смысловая структура фраземы, картина мира, ментальность россиян, деньги.

Язык как мощная социально обусловленная знаковая система изменяется вслед за развитием общества, мышления народа и его культуры. Средствами языка номинируются результаты когнитивной, осуществляющей связь между знаниями, добытыми не только на креативном, но и на перцептивном, и на эмоциональном уровнях познания. «Свойства языка естественным образом согласованы с потребностями и условиями протекания коммуникативной деятельности человека» [1: 606], поэтому в языке всякого исторического периода есть или вновь создается все то и только то, что необходимо социуму для результативной коммуникации.

Оценивать результативность коммуникации можно с двух сторон. С позиции говорящего: если ему удалось достигнуть цели сообщения, то есть донести до адресата речи именно те смыслы высказывания и те прагматические установки сообщения, которые он хотел донести. Обычно такие смыслы и прагматические установки эксплицированы. С позиции же адресата речи результативность коммуникации можно определять степенью понимания не только эксплицированного смысла высказывания, но и завуалированной от данного получателя информации семантики и прагматики сообщения (если, конечно, такая семантика и прагматика имеется). В противоречии между желаемой целью сообщения и реально достигнутым его результатом заключается основная причина коммуникативных неудач для отправителя информации, и эта причина часто обусловлена неверной оценкой говорящим коммуникативно-языковых,

мыслительных, психологических и интуитивных способностей адресата речи, влияющих на эффективность понимания текста и особенно дискурса говорящего. Неслучайно А.А. Потебня писал о том, что «слушающий может гораздо лучше говорящего понимать, что скрыто за словом, и читатель может лучше самого поэта постигать идею его произведения. Сущность, сила такого произведения не в том, что разумел под ним автор, а в том, как оно действует на читателя или зрителя, следовательно, в неисчерпаемом возможном его содержании» [2: 301].

Кроме того, что у всех участников социокультурного диалога для обеспечения его коммуникативно-прагматической эффективности должна быть общность речевой установки, единство информационного и культурного поля, важен и эмоциональный аспект восприятия информации, поскольку «человеческая мысль постоянно колеблется между логическим восприятием и эмоцией; мы или понимаем, или чувствуем; чаще всего наша мысль складывается одновременно из логической идеи и чувства... В одних случаях она (мысль) имеет логическую доминанту, а в других – эмоциональную» [3: 182].

Как отмечают вслед за В. Гумбольдтом многие ученые, важная в коммуникативных дискурсах информация, связанная с чувственным осознанием ее сущности носителями языка, нуждается не только, а зачастую и не столько «в объективном и беспристрастном номинировании, сколько в экспрессивно-образном знаково-обозначении, которое передавало бы ценностно-смысловые отношения к ней субъекта познания,

который может быть не только персональным, но и коллективным. Справиться с этой сложной коммуникативно-прагматической задачей знакам прямой номинации не по силам» [4: 222]. В этом случае носители языка создают более сложные, чем слово, языковые единицы – устойчивые словосочетания – для репрезентации информативно важного содержания, а главное – для прагматической аранжировки этого содержания. Способ создания устойчивых оборотов – это фразеологизация свободных словосочетаний путем приобретения ими основных признаков фразеологизма (устойчивости, воспроизводимости, утраты (в той или иной степени) компонентами конструкции самостоятельной семантики в пределах этого словосочетания и приобретение целостного метафразеологического значения, не сводимого к сумме значений входящих в словосочетание слов).

Фразеологизация свободных словосочетаний в настоящее время происходит довольно быстро, во всяком случае без многовековой эволюции, поскольку современный русский язык мобилизовал свои ресурсы для оперативного решения возникших проблем особой номинации и предикации, шадящей воспитанную десятилетиями советскую ментальность так называемого простого человека. Этот процесс соответствует и модификации языкового сознания. Неологизация в зоне устойчивых сочетаний – это результат лингвокреативной деятельности синергетически перестраивающегося языкового сознания, «его лингвопрагматическая адаптация к новым ценностно-смысловым приоритетам, своеобразная ономазиологическая реакция языка на стремительные изменения социокультурного пространства» [4: 208]. Устойчивые сочетания слов оказываются востребованными еще и потому, что с их помощью можно утонченно выразить негативную информацию по принципу эвфемизации, нейтрализовав ее неприятный для социума смысл.

Проанализируем фразеологизировавшееся словосочетание в аспекте декодирования заложенной в нем имплицитной информации прагматического характера на примере актуализировавшегося на рубеже XX – XXI веков выражения *включить печатный станок*. Оно из тематической группы словосочетаний новейшего времени, построенных по принципу недосказанности сообщения, прямо или косвенно касающегося денег (*грязные деньги, черные деньги, преступные деньги, отмывание грязных денег, девяностый рубль*, а также *либерализация цен, потребительская корзина* и т.п.). Наш выбор примера не случаен: в обществе людей именно деньги составляют основу жизни: без них не-

мыслимы ни хозяйственная, ни духовная деятельность, они влияют на развитие общества с его достоинствами и противоречиями. Роль стабилизатора в приобретении спокойствия и порядка в обществе также играют деньги: с их помощью можно достигнуть относительной гармонии в человеческих межгрупповых и личностных отношениях, но именно деньги часто вызывают социальные катаклизмы, они же оказываются первопричиной многих преступлений. Вопрос денег для современного российского социума один из наиболее болезненных, причем, он и раньше был таковым, что подтверждает обилие паремий на тему денег (а паремии, как известно, по пустякам не создаются народом): *Денежка не бог, а полбога есть; После бога деньги первые; Когда деньги говорят, правда молчит; Деньги лучше уговора* (словарь Даля).

В смысловой структуре словосочетания *включить печатный станок* заложена дополнительная информация, названная И. Р. Гальпериным содержательно-подтекстовой. Она «возникает в силу свойственной нашему сознанию привычки связывать изложенное вербально с накопленным личным или общественным опытом» [5: 45]. Важно то, что коммуникативно значимым является именно неэксплицированный смысл, который по-разному ощущается и домысливается носителями языка в зависимости от их понимания денотативной ситуации, отраженной в сообщении. В словосочетании *включить печатный станок* таким неэксплицированным смыслом оказывается не периферийная зона смысловой структуры, а скорее центральная, то есть сигнификативное и денотативное значение: «начать печатать и вводить в денежный оборот страны дополнительное количество бумажных денег, не обеспеченных совокупным общественным продуктом» (ТСРЯ XXI в.). Например: *В августе Центробанк включил печатный станок и принялся активно пополнять золотовалютные запасы, скупая на бирже «нефтедоллары». Как и следовало ожидать, рубль почти каждый день начал терять несколько копеек* (газ. «Труд» 17.08.04). Общественно значимая, экономически важная семантика оборота *включить печатный станок* могла бы быть эксплицирована более точно средствами той же лексико-фразеологической парадигмы, например, словосочетанием терминологического характера *произвести эмиссию денег* или общеупотребительной фразой *напечатать много лишних денег*, но эти языковые средства как минимум могли бы насторожить электорат, вызывать ненужные эмоции, стимулируя раздумья о последствиях такого действия, поскольку эмис-

сия денег вызывает высокий уровень инфляции и рост цен. Понимание связи между денежной эмиссией, последующей гиперинфляцией и ростом цен у людей, неоднократно переживавших в прошлом денежные реформы, обмены купюр и кризисы, имеется. Так, «в 1991 г. в обращение было выпущено денег больше, чем за все предшествующие тридцать лет... Доверие к рублю продолжало падать. В дальнейшем инфляция еще больше усилилась» [6: 40]. И ранее: «Одним из важнейших источников финансирования в период Великой Отечественной войны 1941 – 1945 гг. стала денежная эмиссия, что вызвало инфляцию... При этом быстрое увеличение денежной массы вызвало резкий рост цен на рынке. В целях изъятия лишних денег были установлены высокие цены в государственной коммерческой торговле, принудительно распространялись государственные займы» [6: 37]. Между этими периодами была не одна денежная операция, неприятная для социума.

Но найденный вариант языковой репрезентации концепта «денежная эмиссия» с помощью неофраземы *включить печатный станок* почти свободен от тревожащей сознание социума прагматики, так как его лексический состав не нацелен на передачу возможных экономических и социальных последствий печатания эмиссионных денег, поскольку буквальный и метафорический смыслы оборота достаточно отдалены друг от друга. «Отбор всех языковых средств производится под большим или меньшим влиянием адресата и его предвосхищаемого ответа» [7: 232]. Язык отражает особенности национального менталитета, каждый язык налагает на эмоциональный опыт людей свою собственную классификационную сетку [8: 507]. Эмоции не могут быть идентифицированы без помощи слов, а слова принадлежат какой-то одной конкретной культуре и приносят с собой культуро-специфическую точку зрения [8: 523]. Оборот *включить печатный станок* оказался удобной формой нейтрализации взрывоопасной информации, поскольку на поверхностном уровне его смысловой структуры не содержится прямого указания на цель и последствия включения печатного станка. Это действие в денотативном сюжете словосочетания представлено как самый начальный его этап в чисто механической ипостаси, а в отношении к российской ментальности позиционирует его вообще только как определенную *возможность* продолжения задуманного процесса, которая впрочем может и не реализоваться. И это несмотря на то, что в обороте *включить печатный станок* грамматическая форма глагола *включить* (совершенный вид со значением результативно законченного дей-

ствия и инфинитив с потенциальной модальностью предписания) вроде бы нацелена на выражение решительных намерений и обязательности выполнения действия. Однако лексический состав и особенно интерпретационное поле оборота «успокаивают» общественное сознание, обеспечивая нейтральное восприятие этого действия. Язык отражает не только мир действительности, но и опыт человека в его познании, закрепленной в национальной картине мира. Восприятие неофраземы *включить печатный станок* задано ментальным стереотипом эмпирических ассоциаций носителей языка. Слово *включить* в значении «присоединив к источнику энергии, привести в действие, пустить в ход» (*включить мотор, станок, утюг* и т.п.) (МАС) для российского народа, воспитанного далеко не идеальным производственным и бытовым опытом, факт включения какого-либо устройства (особенно российского производства), еще не означает гарантированной последующей работы этого устройства (станки часто ломаются, потому на производстве была востребованной специальность наладчиков станков), кроме того станок может и вовсе не включиться. Фактически глаголом *включить*, не поддержанным в контексте оборота модальным словом со значением обязательности (*немедленно, срочно, непременно* и т.п.) провозглашаются всего лишь намерения, которые для российской ментальности выглядят примерно так, как лингвисты квалифицируют прагматику глагола *постараться*: «Говоря *постараться*, человек всего лишь сообщает, что он в принципе готов предпринять усилия для осуществления этого действия, однако не обещает расширяться в лепешку – ему могут помешать различные внешние обстоятельства, в том числе его собственное нежелание» [9: 64].

Семантическим и прагматическим центром выражения *включить печатный станок* оказывается слово *станок* в значении «машина для обработки металла, дерева и т. п. или для изготовления, производства чего-либо» (*токарный станок, типографский станок, ткацкий станок*). Оно образовано от слова *стан* в значении «приспособление, сооружение (обычно деревянное) для каких-либо работ (*мельничный стан, ткацкий стан*)» (МАС) с помощью уменьшительного суффикса *-ок*. Внутренняя форма сохранилась, и «она показывает, как представляется человеку его собственная мысль» [10: 210 – 211]. Образно-предметная мотивация обеспечивает устойчивую связь деривата *станок* со своим производящим словом *стан*, что создает основу для ассоциативной актуализации буквального значения производного слова. Мотивировочный признак как основа денотативного про-

странства фраземы усвоен и прагматически определен носителями языка. Поверхностный слой семантической структуры словосочетания *включить печатный станок* вызывает в сознании носителей языка известные из перцептивно-го опыта наглядно-чувственные образы стана и станка. Безусловно, эти образы будут различными у разных носителей языка в зависимости от того, какие станы и станки им известны. Однако с уверенностью можно утверждать, что большая часть носителей языка не видела действительного производства денежной массы, еще какая-то часть населения вообще никаких станков не видела, кроме станков и станочков бытового назначения. Потому перцептивные представления о промышленном производстве такой продукции, как деньги, может и не вызвать каких-либо негативных эмоций в обыденном сознании носителей языка. Ведь если станок – это всего лишь маленький стан, то много ли на нем напечатать? Немного, даже если он будет хорошо работать, что весьма проблематично.

Поскольку креативные возможности носителей языка обусловлены их общественным сознанием и личным опытом, фразеологизм *включить печатный станок* оказался весьма удобной структурой для удержания поверхностно-денотативной семантики на уровне «ближайшего значения» фразы (а только оно одно «составляет действительное содержание мысли» (по А. А. Потебне). Пустота «ближайшего значения» в сравнении с концептуальным, понятным содержанием фразеологизма очевидна. Кроме вуалирования негативного смысла реализованный вариант номинации отличается от синонимичных доступностью и адаптированностью способа выражения концепта. Его яркая внутренняя форма позволяет завуалировать концептуальный смысл.

Итак, структурно-содержательные особенности фразеологизма *включить печатный станок* в конечном счете обусловлены социальной жизнью носителей языка как внешней среды функционирования языковой системы, пресуппозицией дискурса и сущностью коммуникативной стратегии сообщения. Оценивая содержание анализируемого устойчивого словосочетания с лингвокультурологических позиций, соотнося его с ментальной системой ценностей россиян, отметим, что устойчивые выражения такого рода ориентированы не столько на выражение действительной прагматики, сколько на удержание семантики на уровне поверхностного смыслового слоя оборота, картинно-образно представляющего денотативный театр действий. Механизмом, обеспечивающим данную функцию устойчивого сочетания, оказывается актуализа-

ция ядерных сигнификативных и денотативных сем поверхностного слоя его смысловой структуры в ущерб прагматическим семам периферийной зоны, нагруженным культуроносным содержанием.

Названные в данной статье пресуппозитивные факторы, обусловившие прагматическое содержание словосочетания, очевидно, не носят исчерпывающего характера, но являются важными в процессе создания эвфемической фраземы.

**Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (з/к № 16.740.11.0351).*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кибрик, А. Е. Язык / Лингвистический энциклопедический словарь. – М.: Сов. Энциклопедия, 1990. – С. 604 – 606.
 2. Потебня, А. А. Мысль и язык / Хрестоматия по истории русского языкознания. Под ред. Ф.П. Филина. – М.: Высшая школа, 1973. – С. 207 – 213.
 3. Балли, Ш. Французская стилистика. – М.: Иностран. литература, 2001. – 235 с.
 4. Алефиренко, Н. Ф. Фразеология в свете современных лингвистических парадигм: Монография. – М.: Эллис, 2008. – 271 с.
 5. Гальперин, И. Р. Текст как объект лингвистического исследования. – М.: УРСС, 2005. – 144 с.
 6. Зверев, С. В. История денег в России. – М.: Инкомбук, 2005. – 78 с.
 7. Бахтин, М. М. Эстетика словесного творчества. Изд. 2. – М.: Искусство, 1986. – 444 с.
 8. Велжицкая, А. Семантические универсалии и описание языков. Пер. с англ. – М.: Языки русской культуры, 1999. – 780 с.
 9. Зализняк, А. А. Ключевые идеи русской языковой картины мира / А.А. Зализняк, И.Б., Левонтина, А.Д. Шмелев. – М.: Языки славян. Культуры, 2005. – 540 с.
 10. Потебня, А. А. Мысль и язык / Хрестоматия по истории русского языкознания. Под ред. Ф.П. Филина. – М.: 1973. – С. 207 – 213.
- Словари:** (Словарь Даля) – Владимир Даль. Толковый словарь живого великорусского языка. – М.: Русский язык, 1980; (МАС) – Словарь русского языка: в 4-х томах / АН СССР / под ред. А.П. Евгеньевой. 2-е изд. М.: Русский язык – 1981 – 1984; (ТСРЯ XXI в.) – Толковый словарь русского языка начала XXI века. Актуальная лексика / под ред. Г.Н. Складневской. М.: Эксмо, 2000.

Спасов В. Д., аспирант
Алтайский государственный университет

СИМВОЛИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ОТЦА В ПАРСОНИАНСТВЕ

vitalisix@yandex.ru

В статье рассматривается концепция отцовства Т. Парсонса, в которой освещаются философский, социологический и психологический аспекты исследования данного феномена. В парсониастве мужское родительство представлено в качестве символического комплекса определенных смыслов и функций, важных с точки зрения возможного влияния на детей в процессе их социализации.

Ключевые слова: парсониаство, нуклеарная семья, гендерная идентичность, функциональность, экспрессивность, отцовство, символический комплекс.

В начале XX века ученые констатировали, что отцы стали лишаться своей власти и авторитета в семье и обществе. Тогда мужчина постепенно терял свое ведущее положение, а женщины начала приобретать равные с ним права. Однако к середине двадцатого века в Западной Европе и США многие матери еще предпочитали оставаться в границах своего домохозяйства; массовый выход женщин за пределы семьи начнется в 60-х годах, в связи с появлением «второй волны» феминистского движения [2].

Для большинства западных семей конца сороковых – пятидесятих годов XX века по-прежнему была характерна модель, в которой мужчина зарабатывал деньги вне дома, а женщина оставалась «хранительницей очага» и воспитательницей детей. Именно в контексте нуклеарной семьи, в которой существовало традиционное разделение ролей между представителями двух биологических полов, изучал феномен отцовства Толкотт Парсонс. Нужно отметить, что американский ученый возродил исследования мужского родительства в период после окончания Второй мировой войны. И интерес Т. Парсонса к данному феномену был обусловлен тем, что отцы, по его мнению, могут сохранить стабильность нуклеарной семьи, а это, в свою очередь, способствует возникновению общественного благополучия, которое необходимо было обрести в послевоенный период [8].

Исследуя мужское родительство, Парсонс обращался к психоанализу как к методу анализа личностного и нравственного развития человека. Также и неотрейдиская концепция объектных отношений представляла интерес для американского социолога, поскольку она фокусировалась на смысле объектов, которые становятся источниками социализации ребенка. В данной концепции особую значимость имеет то, какой эмоциональный смысл несет для человека некоторый объект. Таким образом, личность человека в ней предстает в виде набора представлений об объектах и связанных с ними переживаний, че-

рез призму которых происходит осмысление мира. Источником же представлений является культура, которая связывает воедино различные смысловые элементы. В рамках данной концепции можно рассматривать, каким отец предстает в восприятии ребенка, при этом учитывая детские переживания и усвоенные из социальной жизни и индивидуализированные значения [1].

Ведя научное обсуждение феномена отцовства, Т. Парсонс также обращал внимание на антагонистические отношения между отцом и его ребенком, в частности – в эдипальной фазе онтогенеза. Однако конфликт этого возрастного периода в парсониастве рассматривается несколько иначе, чем в классическом психоанализе. У З. Фрейда Эдипов комплекс связан с врожденной сексуальной энергией ребенка – либидо: инстинкт заставляет мальчика чувствовать влечение к матери как к лицу противоположного пола; отца же ребенок идентифицирует как человека своего пола, и поэтому рассматривает родителя как соперника, от которого нужно избавиться. У Т. Парсонса же присутствует иное понимание происхождения переживаний сына на эдипальной стадии развития: социолог связывает их не с сексуальностью, а с врожденной агрессивностью. В этот период дети, как полагал Т. Парсонс, начинают вести себя достаточно жестоко, в том числе – в отношении родителей. А отец на данном этапе психического развития становится своего рода буфером между матерью и агрессивными склонностями ребенка: все проявления жестокости сына отец концентрирует на себе. Именно по причине того, что детская агрессия фокусируется на отце, а не из-за влияния либидо, в сыне и пробуждается желание совершить некое жестокое действие в отношении своего родителя [6].

Что еще более важно, мужское родительство в парсониастве не редуцируется к одной лишь функции буфера детской агрессии. Отцовство в более широком смысле отражает некоторый символический комплекс, представленный

индивидуализированными значениями и функциями, важными для социализации ребенка. Мужское родительство презентует смыслы социальной жизни за пределами семьи, становясь источником влияния внешнего мира на жизнь ребенка. Мужчина выходит за пределы семьи как социальной группы, он находится в более «стратегической» позиции по отношению к внешнему миру, чем мать. Кроме того, отец выполняет инструментальную роль, определяя экономический, социальный, культуральный статус всей семьи. Констатация американским ученым подобного положения, конечно, связана с существовавшей во времена Т. Парсонса спецификой гендерного разделения труда в Соединенных Штатах: в большинстве семей за матерью были закреплены домашние обязанности, а отец трудился за пределами своей семьи [4, 6].

Подобное различие социокультурных статусов отца и матери важно для понимания мужского родительства, поскольку отцовство и материнство представляют разные социальные подсистемы, через которые в процессе социализации проходит ребенок. Подсистема, в которой ребенок оказывается сразу после рождения, это область отношений младенца и его матери, с которой он в столь раннем возрасте больше проводит времени, чем с кем-либо другим. С переходом из младенческого в детский возраст, ребенок включается в более широкую социальную систему – супружескую семью, и отец начинает принимать больше участия в его воспитании. При этом мужчина, который воспринимается как представитель внешнего, социального мира, служит для ребенка посредником между семьей и обществом. И именно отец постепенно способствует вхождению ребенка в общественные отношения вне дома. Таким образом, в социализации ребенка отец сначала становится объектом – актором, который представляет внешний мир, далее с ним идентифицируется («потеря раи») – то есть разрыв отношений между ребенком и матерью. А позднее, как отмечает Т. Парсонс, именно через конфликт с отцом (через «преодоление» отца) ребенок входит во взрослый мир [5].

Говоря о статусе отца в семье, Т. Парсонс подчеркивает, что отец занимает в семье позицию силы, власти, влияния по отношению к другим подсистемам. Социализация детей, таким образом, рассматривается как разрыв отцом связей ребенка с матерью в раннем возрасте и, в дальнейшем – преодоление влияния отца, способствующее выходу в сферу социальных отношений.

Нуклеарная семья, по Парсонсу, выполняет важнейшую функцию – ввод ребенка в общественную жизнь. В процессе воспитания детей имеет значение, какие роли приобретают отец и мать, ведь родители – это самые первые агенты социализации ребенка. При общении ребенка с родителем важно учитывать гендерный аспект этого взаимодействия [7].

Прежде нужно обозначить роль семьи как социального института в более широком социальном контексте. Как считал Т. Парсонс, функция семьи в обществе состоит в том, чтобы быть «фабрикой» ценностей, поскольку она их транслирует обществу. А роль родителя – быть агентом социализации, передающим ценности новым поколениям. Но ребенок не социализируется «для» семьи, или «в» семью: ведь он включается в структуры, которые находятся за ее пределами. Таким образом, семья служит и отражением, и функцией общества, в котором она существует. Но в семье ребенок не только может усвоить определенные модели поведения, принятые в социуме: в своем развитии личность также проходит некоторые стадии проявления своей сексуальности, которые отражают не социальный, а биологический аспект онтогенеза. А психосексуальное развитие детей Т. Парсонсом связывалось с формированием гендерной идентичности [1, 5].

В современном Т. Парсонсу общество представляется о социальных ролях мужчин и женщин существовали в общественном сознании как некоторая мифология, ассоциированная с полом. От демонстрируемых матерями и отцами моделей поведения, от культурного статуса того или иного пола зависело формирование у ребенка гендерной идентичности.

У родителей выделяются две основныеведенческие модели: экспрессивная и инструментальная, причем первая относится к женщинам, а вторая – к мужчинам, и указанные позиции членов семьи, как считал Т. Парсонс, определяются особенностями гендерного разделения труда. А дифференциация ролей отца и матери в домохозяйстве становится основой для формирования гендерной идентичности детей. Фигура отца является презентацией маскулинности как таковой, связывается с авторитетом, влиянием, а также иерархически организованной структурой общества за пределами дома и с мужской инструментальной (или функциональной) ролью. Образ же матери является символом экспрессивности, поэтому он играет интегративную роль, консолидируя внутреннюю мотивацию растущего человека и гармонизируя его отношения с другими людьми [6].

Внутри нуклеарной семьи отец является ролевой моделью поведения для мальчика и идеалом маскулинности для девочки. То есть, согласно идеям парсонизма, став взрослым человеком, сын будет стремиться воплотить в жизнь модель инструментальной маскулинности, будет зарабатывать деньги для удовлетворения потребностей своих домочадцев. А дочка будет искать мужа, похожего на ее отца, обладающего схожими умениями в обеспечении благосостояния семьи.

Еще одной важной составляющей процесса формирования гендерной идентичности является, как отмечал Т. Парсонс, появление ощущения принадлежности к некоторому коллективу. Иными словами, сын не просто ориентируется на поведение отца как на некоторую ролевую модель. У мальчика также появляется чувство принадлежности к группе «мы-мужчины», которая обладает определенными характеристиками и противопоставлена женщинам, которые воспринимаются как имеющие иные характеристики. Таким образом, развитие личности для мальчика будет процессом интернализации символического комплекса отца и ценностей, норм группы «мы-мужчины». Однако сын не может в рамках своей родной семьи реализовать подобную роль, поскольку эта позиция уже занята его родителем. Здесь и находит свое проявление в социальных формах Эдипов комплекс. Он реализуется в исчезновении у сына желания находиться в родительском доме. Со временем у него возникает чувство, что необходимо освободиться от авторитета своего отца, основать собственную семью, лидером которой сын желает стать. Рассматривая американские семьи своего времени, Т. Парсонс находит множество жизненных воплощений подобной теоретической схемы: юноша после явного или латентного конфликта со своим отцом покидает родной дом и отправляется реализовывать себя – либо в образовании, либо в некоей профессиональной деятельности [3, 5].

Аналогом Эдипова комплекса у девочек является комплекс Электры. Девушка осознает, что она не сможет заменить мать и не сможет стать супругой своего отца, поэтому она покидает родительскую семью для того, чтобы, обретя супруга, стать хранительницей своего собственного домашнего очага. Можно сказать, что в комплексе Электры для девушки является важным не только ее соперничество с матерью, но также и посредническая роль отца, который помогает дочери покинуть пределы семьи, решая проблемы, мешающие самореализации девушки. И с образом своего же родителя дочь будет соотносить мужчин – ее избранников, стремясь увидеть в их действиях такую же поддержку и опору, какую она наблюдала со стороны отца [5, 7].

Таким образом, в парсонизме обозначается несколько аспектов мужского родительства. В первых, отцовство рассматривается в контексте современного Т. Парсонсу разделения труда, которое выводило мужчин вне семьи, налагая на них задачу материального обеспечения домочадцев и делая мужчину посредником между ребенком и обществом. Отец также был важен для формирования гендерной идентичности как мальчиков, так и девочек, а Эдипов комплекс определял стремление сыновей покинуть семью и начать свою профессиональную карьеру. В итоге, функции мужчины в семье позволяли ему стать символическим и инструментальным лидером.

Нужно отметить, что описание ролей мужчин в семье и обществе было сделано Т. Парсонсом на основе исследований, проведенных в середине двадцатого века. Сегодня в Западной Европе и США ситуация несколько изменилась из-за ослабления поляризации женского и мужского, однако, несмотря на трансформацию отношений между представителями двух биологических полов, в сознании людей западных стран сохраняются существовавшие прежде символические комплексы родительства. И там по-прежнему можно обнаружить символический комплекс отца как посредника между семейной и внесемейной жизнью и инструментальной главы домовладения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арон, Р. Этапы развития социологической мысли/Р. Арон. – М.: Издательская группа «Прогресс» – «Политика», 1992. – 608 с.
2. Бачинин, В.А. История западной социологии: Учебник / В.А. Бачинин. – СПб.: Лань, 2002. – 384 с.
3. Парсонс, Т. О структуре социального действия/Т. Парсонс. – М.: Академический Проект, 2000. – 880 с.
4. Парсонс, Т. Система современных обществ/Т. Парсонс. – М.: Аспект Пресс, 1997. – 270 с.
5. Parsons, T., Bales, R. Family: socialization and interaction process / T. Parsons, R. Bales. – Illinois: The Free Press, 1955. – 422 pp.
6. Parsons, T. Social structure and personality/T. Parsons. – New York: The Free Press of Glencoe, 1964. – 376 pp.
7. Trevino, J.A. Talcott Parsons Today: His Theory and Legacy in Contemporary Sociology/ J.A. Trevino. – Rowman & Littlefield, 2001. – 259 pp.
8. [Staubmann, H.](#) Talcott Parsons: Actor, Situation, and Normative Pattern: An Essay in the Theory of Social Action/H. Staubmann.- Wien: LIT, 2009. – 250 pp.

НАШИ АВТОРЫ

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

Шейченко Михаил Сергеевич

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: shms2005@yandex.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

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

Лесовик Руслан Валерьевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций.

Тел.: (4722) 55-41-61; e-mail: ruslan@intbel.ru

Андреева Айталипа Валентиновна

Адрес: 677007, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Автодорожная, 20. Институт проблем нефти и газа СО РАН.

Тел.: (4112) 35-72-93; E-mail: aita1973@mail.ru

Клюев Сергей Васильевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра сопротивления материалов и строительной механики.

E-mail: Klyuyev@yandex.ru

Ракитченко Константин Сергеевич

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: kstik@mail.ru

Филинских Александр Дмитриевич

Адрес: Россия, 603600, Нижний Новгород, ГСП-41, ул. Минина, 24. Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, кафедра «Графические информационные системы».

E-mail: alexfil@yandex.ru

Гарькина Ирина Александровна

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

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

Романович Алексей Алексеевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра подъемно-транспортных и дорожных машин.

Тел.: (4722) 55-13-66; e-mail: maleti31@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

Шарапов Рашид Ризаевич

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

Минин Виталий Васильевич

Адрес: Россия, 660074 г. Красноярск, ул. Киренского, 26. Политехнический институт Сибирский федеральный университет, кафедра «Транспортные и технологические машины».

Тел.: (391) 249-82-80; e-mail: mininV@rambler.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

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

Ильина Татьяна Николаевна

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра отопления, вентиляции и кондиционирования.

Тел.: (4722) 55-94-38; e-mail: ilyina@intbel.ru

Ханина Ольга Сергеевна

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: Unique.ox@gmail.com

Юдин Константин Анатольевич

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: kyudin@mail.ru

Чижова Елена Николаевна

Адрес: Россия, 308012 г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра теории и методологии науки.

Тел.: (4722) 55-21-35; e-mail: chizhova_elena@mail.ru

Редькин Геннадий Михайлович

Адрес: Россия, 308012 г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра прикладной математики.

Тел.: (4722) 30-99-06; e-mail: kilogachev@intbel.ru

Грузинов Владимир Петрович

Адрес: Россия, 107023, г. Москва, ул. Электровзводская, д. 21. Московский институт государственного и корпоративного управления.

Тел.: (499) 432-33-11; e-mail: grafav@mail.ru

Слабинский Денис Васильевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедры бухгалтерского учета и аудита.

Тел.: (4722) 54-96-10; e-mail: dslabinskiy@gmail.com

Слинков Анатолий Михайлович

Адрес: Россия, 665730 Россия, Иркутская область, г. Братск, ул. Пирогова 9-69. Братский государственный университет, кафедра менеджмента и информационных технологий.

E-mail: st121175@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

Цветаев Сергей Сергеевич

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра стратегического управления.

E-mail: tsvetaev@narzan-aqua.ru

Графов Андрей Владимирович

Адрес: Россия, г. Липецк, ул. 9 Мая, д. 16. Липецкий филиал АОНО «Институт менеджмента, маркетинга и финансов», кафедра экономики.

Тел.: (4742) 43-12-80; e-mail: grafav@mail.ru

Старикова Мария Сергеевна

Адрес: Россия, 308012 г. Белгород, ул. Костюкова, 46. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, кафедра маркетинга.

E-mail: s_ms@bk.ru

Трофимова Наталья Владимировна

Адрес: Россия, 450008, Уфа, ул. Заки Валиди, 4. Башкирская академия государственной службы и управления при Президенте Республики Башкортостан, кафедра экономической теории и экономической политики.

Тел. (3472) 83-51-68; e-mail: trofimova_nv@list.ru

Лабанова Валентина Анатольевна

Адрес: Россия, 450074, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32. Башкирский государственный университет, кафедра «Национальная экономика».

E-mail: fed_urist@mail.ru

Полуянов Валерий Петрович

Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, БГТУ им. В.Г.Шухова, кафедра защиты в чрезвычайных ситуациях.

Тел.: 8(4722) 54-58-11; e-mail: zchs@intbel.ru

Лебедев Владимир Михайлович

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

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

Спасов Виталий Дмитриевич

Адрес: Россия, 656099, г. Барнаул, проспект Ленина, д. 61, Алтайский государственный университета, кафедра общей и прикладной психологии.

E-mail: vitalisix@yandex.ru

Научное издание

**«Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова»
№ 1. 2011 г.**

Научно-теоретический журнал

**Ответственный за выпуск Н.И. Алфимова
Компьютерная верстка Н.И. Алфимова
В.В. Нелюбова
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 25.01.11. Подписано в печать 28.02.11 Формат 60х84/8

Усл. печ. л. 20,69. Уч.-изд. л. 22,25.

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