

Содержание

ЖИЛЬЕ-2000	ЛАПИДУС М. А., РОГУНОВ В. А. Монолитные стеновые конструкции на поризованного бетона и на основе гипсодержащих материалов	2
РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ	БОГАТЫРЕВ Г. М., МАКАРОВ А. Б. Расширение сырьевой базы производства ячеистого бетона	4
	ЗАВАДСКИЙ В. Ф., СКРИПКИН Б. К., ПАТРУШЕВ А. В. Лигнозольные мелкоштучные строительные камни	5
	ПИСАРЕВ С. В., ВОЛЖЕНСКИЙ А. В., ПРИХОДЬКО В. А., ХИМЧЕНКО В. И. Водостойкий гранулят из фосфогипса для производства цемента	6
	МУСИН В. Г. Состав и свойства смешанных вяжущих на основе металлургических шлаков и полиминеральных добавок	7
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ	ДЕМИДОВИЧ Б. К., ТУРОВСКИЙ Л. Н., ЯКИМОВИЧ Д. Т., ЛЕБЕДКОВА В. А., КОЗЛОВА С. Л., БОРТНИК В. В., ЛЕВИН Б. Х., КУЦЕЛАЙ Р. В., КЛИНЧУК Е. С. Освоение производства мелкогранулированного мела	9
	СЕМЕНОВ В. С., ШАХВЕТА А. И. Пути снижения затрат на добычу сырья для получения щебня	11
	КОЛПАКОВ Ю. А., ВАСИЛЕЦ О. И., ЗАЛИЗОВСКИЙ Е. В. Железобетонная обжиговая вагонетка	13
НА ПОДХОДЕ К РЫНКУ	ВИКТОРОВ А. М. Цена и качество заполнителей бетона (письмо в редакцию)	15
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА	СОКОЛОВ О. Л. Специализированное устройство программного управления СУПУ автоматом-укладчиком СМК-127	16
РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	ФЕДЯЕВА Л. А., ГУЩИН С. Н., КУТЬИН В. Б., ЗЯДУКЯВИЧЮС К. К., АБРАМОВ Г. П. Математическое моделирование тепловой работы ванной печи для плавки силикатных материалов	17
	ХЛЕБОВ А. А., НУДЕЛЬМАН Б. И. Стойкость дисперсной арматуры в портландцементном камне	19
	РОЗЕНТАЛЬ Н. К., ШИШКАНОВА В. Н., МОРОЗОВ Е. А. Гипсодержащие пески как заполнители для строительных растворов	20
	ЭРКЕНОВ М. М. Влияние влажности песка на его насыпную плотность	23
ИНФОРМАЦИЯ	Строители — сельскому хозяйству	25



УДН 69.023.3.466.973/466.914.3.004.1

М. А. ЛАПИДУС, канд. техн. наук, В. А. РОГУНОВ, инж (ЦНИИЭПсельстрой)

Монолитные стеновые конструкции из поризованного бетона и на основе гипсодержащих материалов

В последнее время, точнее сказать, несколько лет назад в мире наступил перелом в применении производственных методов малоэтажного, в том числе и сельского, строительства. Ведущим стало монолитное домостроение, экономичность которого обусловлена рядом факторов. Это прежде всего возможность использования местных материалов и отходов промышленности — грунта, смолы, гипса, фосфоритса, шлаков, золы и т. д.

Преимущества монолитного способа домостроения оправдывают его широкое распространение в малоэтажном строительстве западно-европейских стран, США. Большое внимание здесь уделяется тщательному подбору и строгому контролю состава бетонных смесей для возведения монолитных конструкций. Обязательны промывка и фракционирование заполнителей, использование различных пластификаторов и суперпластификаторов. Благодаря последним можно получать смеси литой консистенции, одновременно сокращаются расход материалов и трудозатраты. Экономия цемента довольно существенна по сравнению с показателями в отечественной практике. В Болгарии, например, расход цемента на 1 м^3 бетона марки М 200 составляет не более 280 кг. При укладке литых смесей в стены сокращаются трудозатраты благодаря откату от вибрирования.

Основная же особенность зарубежных технологий монолитного домостроения — это механизация всех видов работ и высокое качество выполнения технологических операций.

Перспективно применение монолитного бетона в сельском строительстве в нашей стране, особенно вдали от индустриальной строительной базы.

Планировочная структура сельских домов, в настоящее время усадебного типа, связанных с хозяйственными постройками и приусадебными участками, значительно отличаются от планировки городских многоэтажных зданий.

В условиях распространяющегося в сельской местности арендного и семейного подряда, в том числе и в строи-

тельстве, монолитный бетон как строительный материал отвечает потребностям индивидуальных застройщиков.

В монолитном домостроении основные производственные процессы — это приготовление, транспортирование и укладка бетонной смеси. Важный момент — выбор строительного материала для наружных стен.

ЦНИИЭПсельстроем изучены номенклатура местных строительных материалов, применяемых для малоэтажного строительства. Установлено, что изготавливать низкокачественные бетоны для ограждающих конструкций зданий можно на различных местных материалах около 10 наименований. Среди них большой объем занимают легкие бетоны на основе керамзитового гравия, а наряду с клинкерными вяжущими применяют местные — из гипсодержащих материалов.

Керамзит, как известно, имеет довольно большую насыпную плотность, которая влияет на плотность конструкционно-теплоизоляционного керамзитобетона, применяемого для возведения наружных несущих монолитных стен. Плотность такого бетона достигает $1600\text{--}1700 \text{ кг/м}^3$. Следовательно, надо увеличивать толщину конструкций. Отсюда — увеличение расхода бетона и цемента на 1 м^2 площади помещений, а также топлива на их обогрев в осенне-зимний период.

Следует подчеркнуть, что монолитное домостроение на селе сдерживается и острым дефицитом цемента.

В связи со сказанным ЦНИИЭПсельстрой вел поиск возможности увеличения строительства на селе в нескольких направлениях, в частности, в использовании гипсовых вяжущих и снижении плотности бетона путем его поризации.

Есть разные способы снижения плотности легкого бетона, среди которых наиболее эффективный — поризация технической пеной. В этом способе, предложением специалистами ЦНИИЭПсельстрой, реализовано разработанное автоматизированное оборудование по приготовлению технической пены. Введение ее улучшает удобо-

укладываемость бетонной смеси, снижает на 8—12% плотность бетона, а также расход цемента на 1 м^2 стены. Уменьшается расход воды при сохранении пластичности бетонной смеси.

В 1989 г. было организовано экспериментальное строительство жилых домов серии 181-25-11.1-85 с монолитными стенами из керамзитобетона в с. Никольское Знаменского р-на Тамбовской обл. Техническая пена для поризации бетонаготавливалась на установке УПП-А.

Основным агрегатом в установке УПП-А является рециркуляционный пеногенератор, в котором происходит взбивание технической пены, сохраняющей устойчивость в керамзитобетонной смеси.

Изготовление керамзитобетонной смеси включает дозировку составляющих, приготовление рабочего раствора пенообразователя и технической пены из него, совместное перемешивание заполнителя, вяжущего, воды и пены до получения однородной бетонной смеси подвижностью 6—8 см.

На строительной площадке установка по приготовлению технической пены была смонтирована на фундаментные блоки в непосредственной близости от строящегося дома.

Техническую пену вводили в керамзитобетон, доставляемый на стройплощадку в ягробетоносмесителе с РБУ на расстоянии 45 км. Из ягробетоносмесителя поризованный керамзитобетон перегружался в поворотный бункер, предназначенный для укладки в опалубку при экспериментальном строительстве жилого дома серии 181-25-11.1-85.

В составе керамзитобетона, изготовленного на РБУ, количество воды было уменьшено и в результате введения технической пены уже на стройплощадке была получена необходимая удобоукладываемость бетонной смеси. При этом плотность бетона была ниже, чем обычно, на $100\text{--}150 \text{ кг/м}^3$, а проектная прочность оставалась прежней.

На основе обобщения опыта изготовления изделий из керамзитобетона,

лабораторных исследований по подбору монолитного керамзитобетона, проведенных испытаний и экспериментального строительства в с. Никольском Знаменского р-на Тамбовской обл. разработаны «Рекомендации по изготовлению и применению монолитного керамзитобетона для строительства жилых зданий по рабочим чертежам серии 181 25-11.1-85» и комплект рабочих чертежей «Установка по приготовлению технической пены в полевых условиях УПП-А-2».

Другой путь, позволяющий увеличить объемы монолитного строительства на селе, — использование гипсо-содержащих вяжущих повышенной водостойкости (содержащих гидравлически активные добавки) на основе природного гипса или гипсо-содержащих отходов (фосфогипса и др.). Помимо экономии цемента это ускоряет строительство из монолитного бетона.

Независимо от принятой технологии бетонирования требуемая подвижность бетонной смеси обеспечивается в результате применения эффективных пластификаторов гипсо-бетонных и гипсовых смесей.

Наружная поверхность монолитных стен зданий должна быть покрыта влагостойкими, воздухо- и паронепроницаемыми составами или защищена от увлажнения атмосферными осадками облицовочными материалами.

Наиболее эффективными конструкци-

ями с точки зрения обеспечения теплозащитных свойств монолитных стен на гипсо-содержащих вяжущих являются трехслойные монолитные стены с полнотелым утеплителем. Термическое сопротивление их выше более, чем в 2 раза, и позволяет уменьшить толщину монолитных стен.

Сочетание гипсовых вяжущих с золой и золошлаковыми отходами в монолитных бетонах позволяет одновременно решать экономическую и экологическую задачу.

В ЦНИИЭПсельстрой на местных материалах — гипсоцементно-пуццолановом вяжущем марки 100 Растворгуевского комбината «Гипсобетон», керамзитовом гравии Казанского комбината строительных материалов насыпной плотностью 550 кг/м³, золе гидроудаления ТЭЦ-20 от сжигания Кузнецкого тощего угля подобран состав поризованного гипсобетона, отличающийся требованиями к монолитным бетонам¹.

Введение добавок золы в гипсоцементно-пуццолановый бетон положительно влияет на технологические свойства бетонной смеси: улучшает ее удобоукладываемость, пластичность, повышает однородность. Поризация гипсо-

бетонной смеси еще больше усиливает этот эффект — улучшается также структура бетона, благодаря созданию мелких замкнутых пор и др.

Предварительный технико-экономический расчет показывает, что при замене традиционных материалов — песка, цемента, керамзитового гравия более дешевыми местными — гипсом, золой, отходами древесины обрабатывающей промышленности, сокращаются не только расходы на транспортные перевозки, но и на изготовление материалов.

Так, при замене цемента гипсом затраты на изготовление сокращаются на 15,27 %, а при замене песка — на 86,16 %.

В результате экспериментальных работ, теоретических исследований, основанных на анализе существующей технической и нормативной литературы, разработан Технологический регламент по изготовлению и технологии возведения монолитных ограждающих конструкций из керамзитобетона на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем.

Таким образом, проведенные теоретические и опытно-экспериментальные исследования, а также разработанные на их основе нормативно-техническая и инструктивная документация будут способствовать расширению производства стеновых материалов для монолитного домостроения с целью преодоления дефицита на них.

¹ Округина В. А., Залегина А. К. Монолитный бетон с применением гипсовых вяжущих для ограждающих конструкций малоэтажных сельских домов. — Сб. научн. трудов ЦНИИЭПсельстрой. М., 1980.

В сентябре 1992 г. в г. Москве состоится VII Международный конгресс по применению полимеров в бетоне (ИКПИК-92).

Организатором конгресса является Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР.

Заявки на участие в работе конгресса просим направлять в комиссию по отбору докладов Оргкомитета ИКПИК-92 проф. Патурову В. В. по адресу: 109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., д. 6, НИИЖБ.

УДК 646.973.6.004.8

Г. М. БОГАТЫРЕВ, канд. техн. наук, А. Б. МАКАРОВ, инж. (УкрстромНИИпроект НПО «Стройматериалы»)

Расширение сырьевой базы производства ячеистого бетона

Постоянный рост объемов производства и потребления продукции производственного и бытового назначения ведет к увеличению абсолютных объемов образования отходов. Некоторые виды отходов, в частности кремнеземистые, могут успешно применяться взамен природного кварцевого песка при производстве изделий из автоклавного ячеистого бетона.

При широкой номенклатуре отходов предпочтение следует отдавать тем, которые не только являются равноценным заменителем кварцевого песка, но благодаря содержанию небольших количеств добавок, например, жидкого стекла и щелочи позволяют получить бетон, превосходящий по своим качественным характеристикам бетон на чистом кварцевом песке. К таким отходам может быть отнесена отработанная формовочная смесь литейного производства.

УкрстромНИИпроект в течение последнего времени проводит исследования отработанной формовочной смеси литейных производств Украины с целью расширения сырьевой базы кремнеземистого компонента для ячеистого бетона и организации производства ячеистобетонных изделий.

Ржищевский завод радиаторов (Киевская обл.) ежегодно направляет в от-

© Богатырев Г. М., Макаров А. Б., 1991

Расход компонентов на 1 м ³ бетона, кг			Водоупругость	Плотность бетона в сухом состоянии, кг/м ³	Средняя прочность бетона при сжатии, МПа
Известь А - 74 %	Портланд-цемент М 400	Отработанная формовочная смесь			
124	105	353	0,5	583	4,7
127	96	375	0,49	598	4,6-4,9
148	73	389	0,5	611	4,3-4,8
166	—	446	0,5	612	4,3
137	108	385	0,46	630	5,5-6,1
158	106	437	0,46	700	6,3-7,6
166	39	441	0,5	646	6-6,5

валы до 30 тыс. т отработанной формовочной смеси. В результате исследований установлена целесообразность и эффективность использования этого отхода для изготовления ячеистого бетона. Составы сырьевых смесей при расходе алюминиевой пудры 500 г на 1 м³ бетона и основные характеристики бетона после автоклавирования по режиму 3+5+3 ч при давлении 1 МПа приведены в таблице.

На основе отработанной формовочной смеси литейного производства можно изготавливать изделия из автоклавного ячеистого бетона марок по плотности 600-700 и марок по прочности 35-50 (класс В 2,5-В 3,5), морозо-

стойкостью 25 циклов.

Полученные результаты явились основой для разработки технологии и технологического регламента для проектирования производства мелких стеновых блоков из автоклавного ячеистого бетона. В настоящее время ведутся проектные работы для цеха стеновых блоков на Ржищевском заводе радиаторов.

Близкие результаты по качеству бетона получены при применении отработанной смеси Купянского литейного завода, на котором образуется 250 тыс. т отходов в год. Планируется использование этой смеси при производстве ячеистобетонных блоков после пуска Купянского завода стеновых блоков.

МИНСКИЙ МАГАЗИН «ЭВРИКА» ИМЕЕТ В НАЛИЧИИ И ВЫСЫЛАЕТ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ ЛИТЕРАТУРУ СТРОЙИЗДАТА:

- Аникин В. И. Жилой район крупного города. (Опыт Белоруссии). 1987.— 2 р. 60 к.
- Ким Н. Н., Маклакова Т. Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учеб. пособие для вузов. 1987.— 1 р. 20 к.
- Ким Н. Н. Промышленная архитектура. 2-е изд., перераб. и доп. 1988.— 1 р. 70 к.
- Кричко В. А. Архитектурные современники из прошлого. (Научно-популярная библиотека школьника). 1988.— 35 к.
- Ожегов С. С. Типовое и повторное строительство в России в XVIII—XIX веках. 1987.— 1 р. 90 к.
- Станькова Я., Пехар И. Тысячелетнее развитие архитектуры. Пер. с чеш. 2-е изд. 1987.— 1 р. 90 к.
- Тиц А. А., Воробьева Е. В. Пластический язык архитектуры. 1986.— 1 р. 50 к.

Заказы направляйте по адресу: 220100, г. Минск, ул. Куйбышева, 75, книжный магазин № 46.



В. Ф. ЗАВАДСКИЙ, канд. техн. наук (Новосибирский инженерно-строительный институт им. В. В. Куйбышева), Б. К. СКРИПКИН, канд. техн. наук (Сибирский зональный научно-исследовательский и проектный институт типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий, г. Новосибирск), А. В. ПАТРУШЕВ, главный инженер Канского биохимического завода

Лигнозольные мелкоштучные строительные камни

Гидролизный лигнин, являющийся отходом химической переработки древесины, относится к вторичному сырью, степень полезной утилизации которого в народном хозяйстве, по различным данным, составляет 9—30 % общего выхода и в основном в качестве топлива. В связи с этим задача выявления новых сфер целенаправленного использования отходов гидролизного производства является весьма актуальной.

С применением лигнина можно получить широкую номенклатуру строительных материалов и изделий и в основном прессованных. Показателен опыт промышленного использования гидролизного лигнина в составе смеси (до 10 % по объему) для получения лигно-древесных плит на Кададинском лесокombинате [1].

Широкое промышленное использование гидролизного лигнина в строительной индустрии, на наш взгляд, сдерживается следующими причинами: высокая влажность (60—70 %) и кислотность (рН — 1,5—2), что требует дополнительных технологических операций по подготовке лигнина к применению (сушка, нейтрализация, помол и т. п.), отсутствие разработанной теории твердения композиций с лигнином на основе вяжущих веществ, сложность транспортировки и хранения лигнина, особенно в зимний период времени. Кроме того, использование лигнина без нейтрализации не гарантирует безвредность строительных изделий на его основе.

Зола ТЭС от сжигания бурых углей, распространенных в Восточной Сибири, обладающие вяжущими свойствами можно отнести к группе местного сырья для производства строительных материалов, однако промышленное применение их сдерживается нестабильностью свойств и значительными объемными деформациями изделий на их основе при твердении и эксплуатации.

На основе гидролизного лигнина Канского биохимического завода и золы-уноса от сжигания бурых углей Ирша-Бородинского разреза Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭК) разработан стеновой материал с необходимой прочностью, невысокой средней плотностью и хорошими теплотехническими показателями. Такое сочетание материалов в сырьевой смеси оправдано прежде всего нейтрализацией кислотных остатков в гидролизном лигнине золой бурых углей, имеющей щелочной характер (рН — 12,6—13), и вяжущими свойствами золы, содержащей в своем составе значи-

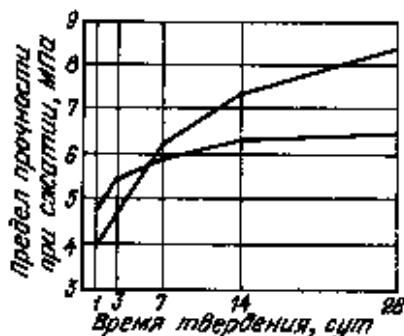


Рис. 1. Кинетика набора прочности лигнозольных образцов при твердении 1 — лигнозольная смесь без цемента; 2 — то же, с добавкой 10 % цемента



Рис. 2. Лигнозольные мелкоштучные строительные блоки

тельное количество CaO , в том числе в свободном состоянии (до 4—8 %) [2]. Кроме того, при определенных соотношениях лигнина и золы можно получать изделия без деструктивных процессов при твердении.

Для проведения исследований формировались образцы-балочки $4 \times 4 \times 16$ см и кубы с ребром 10 см при различных соотношениях лигнина и золы, определялись оптимальные составы с позиции технологичности и достижения наилучших свойств изделий.

Установлено, что в лигнозольной смеси, затворенной до формовочной влажности, и течение 2 ч не происходят безвозвратные реакции, приводящие к потере ее активности. Более длительная выдержка (хранение) лигнозольной смеси как сухой, так и затворенной водой не допустима. Для по-

вышения механической прочности образцов из лигнозольной смеси рекомендуется вводить до 5—10 % по объему цемента от количества золы.

Различия кинетика набора прочности образцов из смеси без цемента и с цементом. В первые сутки твердения отмечается более быстрый набор прочности лигнозольных образцов без цемента (рис. 1). Стабилизация роста прочности наблюдается на 7 сут нормального твердения. Образцы с 10 % шлакопортландцемента от количества золы в отдаленные сроки твердения набирают более высокую прочность, к 28 сут превышающую прочность образцов без цемента на 20—25 %. Капиллярное увлажнение испытанных образцов стабилизируется на 6 сут и составляет 5—8 % по массе.

На опытно-производственном участке лаборатории по использованию отходов переработки древесины СибЗНИИЭПа (г. Новосибирск) в 1990 г. проведено опытное формирование пустотелых мелкоштучных камней размером $390 \times 190 \times 188$ мм из лигнозольной смеси оптимального состава, содержащей 5 % цемента от количества золы (рис. 2). Для формирования использовался лигнин Канского биохимического завода и золы-уноса от сжигания бурых углей. Камни формировались на вибропрессователе конструкции СибЗНИИЭП, который разработан для формирования древесно-минеральных блоков.

Твердение камней и образцов размером $4 \times 4 \times 16$ см того же состава осуществлялось в комнатных условиях под пленкой ПВХ в течение 28 сут. После твердения образцы имели предел прочности при изгибе 2—3 МПа, при сжатии 5—8 МПа, а пустотелые камни — среднюю плотность 1100—1200 $\text{кг}/\text{м}^3$, пустотность до 25 % (характер и объем пустот можно изменять за счет смены пуансонов на вибропрессователе), морозостойкость 35 циклов.

Таким образом камни, полученные на основе лигнина и золы-уноса можно применять в малоэтажном строительстве (выше отметки «0»).

В настоящее время проводятся организационные и проектные работы по разработке технологической линии на производстве лигнозольных камней на базе Канского биохимического завода с годовой производительностью до 10 тыс. м^3 .

Расчеты показывают, что экономическая эффективность от применения стеновых лигнозольных камней по сравнению с керамическим кирпичем для условий г. Канска составит около 11 р. на 1 м^3 кладки.

Производство таких блоков может быть организовано прежде всего в районах, располагающих наличием гидролизного лигнина и золы-уноса от сжигания бурых углей (гг. Красноярск, Канск, Абакан, Братск и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Арбузов В. В. Строительные лигно-древесные плиты из отходов // Строит. материалы. 1988. № 7.
- Сважикина М. А., Логвиенко А. Т. Зола Канско-Ачинских бурых углей. — Новосибирск: Наука 1977.

С. В. ПИСАРЕВ, инж., А. В. ВОЛЖЕНСКИЙ, д-р техн. наук, В. А. ПРИХОДЬКО, канд. техн. наук, В. И. ХИМЧЕНКО, инж.

Водостойкий гранулят из фосфогипса для производства цемента

В связи с уменьшающимися запасами природного гипсового камня возникает необходимость в его замене как минерализатора и регулятора сроков схватывания цемента гипсо-содержащими материалами. Потенциальным сырьем для этих материалов служат многотоннажный и неблагоприятный для окружающей среды отход промышленности по производству минеральных удобрений — фосфогипс, который по содержанию дигидрата сульфата кальция соответствует нормативным требованиям к первоклассному гипсовому сырью. Ввиду специфики свойств фосфогипса, основными из которых являются повышенное влагосодержание и высокая дисперсность, его использование в производстве цемента сдерживается из-за трудностей, возникающих при транспортировании, хранении и дозировании отхода.

Решить эти вопросы можно путем подготовительных мер по переработке фосфогипса в окускованный или гранулированный материал. При этом помимо основных требований цементников к химическому и гранулометрическому составу сырья к гранулированному фосфогипсу должны, очевидно, предъявляться и требования по прочности и водостойкости, обусловленные возможностью его длительного хранения на открытой площадке, дозирования и транспортирования.

Нами разработана малозатратная, ресурсосберегающая безотходная оригинальная технология получения водостойких механически прочных гранул на основе фосфогипса для их использования при производстве цемента.

Технологический процесс включает дозирование фосфогипса — дигидрата и добавок, перемешивание смеси с одновременной ее активацией, грануляцию и (при необходимости) термообработку. При этом к химическому составу исходного фосфогипса не предъявляются дополнительные требования, кроме нормативных: он может быть из текущего выхода и отвальный.

В качестве добавок могут использоваться как специально добываемые или изготавливаемые материалы (трепел, опока, диатомит, туф, известь), так и вторичные продукты или отходы промышленности (микрокремнезем, зола, карбидный ил и др.).

Гранулирование смеси из фосфогипса заключается в том, что ее осуществляют в две стадии. На первой стадии тестообразную массу направляют из смесителя-активатора на вибростол, на котором происходит разделение смеси на гранулы различных размеров

и формы. При этом происходит сближение частиц фосфогипса и добавок, удаление воздушных прослоек и избытка влаги — получаются гранулы высокой плотности. На второй стадии гранулированные частицы фосфогипса поступают во вращающийся барабан, в котором они приобретают округлую форму, твердеют и подсушиваются в низкотемпературном режиме термообработки при взаимодействии активной минеральной и известьсодержащей добавок с образованием гидросиликатов кальция, придающих всей системе водостойкость и прочность. По окончании этого процесса гранулы готовы к отправке потребителю. Возможно их складирование на открытой площадке. В этом случае их прочность и водостойкость с течением времени увеличиваются.

Разработанная технология изготовления гранул для производства цемента позволяет получать продукт повышенной водостойкости — коэффициент размягчения 0,7—0,85, прочности при сдавливании в цилиндре — 7—9 МПа. Это решает проблему обеспечения прочности гранул при транспортировании, сохранности и защиты на складе от слеживания и воздействия атмосферных осадков.

Экономическая эффективность реализации предлагаемой технологии об-

условлена тем, что фосфогипсовый гранулят получается повышенной прочностью и водостойкостью при относительно небольших топливно-энергетических затратах. Например, удельный расход топлива и электроэнергии на 1 т гранулята составляет соответственно 75000 ккал и 10 кВт·ч. По проектным данным аналогичные показатели для Гомельского химического завода, а также фирмы «Зальциттер» (ФРГ) составляют соответственно для первого — 345000 ккал и 25 кВт·ч, для второго — 125000 ккал и 14 кВт·ч.

По предварительным расчетам себестоимость 1 т гранулята, изготовленного по предлагаемой технологии, составляет 2,5—3,7 р. в зависимости от вида применяемых добавок.

Потребность цементной промышленности в грануляте, полученном на основе фосфогипса для использования его в качестве регулятора сроков схватывания, исчисляется, по данным Гипрохима, 7 млн. т в 1 год.

В настоящее время в Лермонтовском ПО «Алмаз» Ставропольского края на основании предложенной технологии качаты работы по созданию опытно-промышленной линии по производству водостойкого гранулята с использованием фосфогипса как регулятора схватывания цемента мощностью 2,5—3 тыс. т в 1 год.

© Писарев С. В., Волженский А. В., Приходько В. А., Химченко В. И., 1991

Стеклоперлитовые изоляционные плиты

В СПКО «Ортехстрим» ассоциации «Латвияс целтниекас» разработаны **СТЕКЛОПЕРЛИТОВЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПЛИТЫ**.

Материал экологически безвреден, негорюч, отличается высокими показателями теплоизоляции и малым водопоглощением.

Теплоизоляция предназначена для кровли зданий, наружных поверхностей сушилок и обжиговых печей с внутренними рабочими температурами до 700 °С, внутренних поверхностей стен многоэтажных зданий, промышленных и бытовых холодильников, трубопроводов для прокладок в каналах, подвалах и полуподвальных помещениях и трехслойных стеновых панелей.

Применяются исходные материалы: вспученный перлит (перлитовый песок), жидкое натриевое стекло (связующее), кремнеорганическая жидкость типа ГЖЖ и газовый катализатор тверде-

ния жидкого стекла.

Разработана установка для изготовления стеклоперлитовых плит размерами 600×1000 мм, толщиной 40, 50, 60, 70, 80, 100 мм. Производительность установки — 10 и 20 тыс. м² в год.

Метод изготовления — полусухое прессование, технологический процесс экологически безвреден, обеспечивает энергосбережение. Линия состоит из гидравлического пресса с усилием прессования 80 т, цепного конвейера, бункера-накопителя и газового устройства. Формование плит производится в формах-матрицах. Движение транспорта циклическое. На каждом цикле производится заполнение формы-матрицы шихтой, формование, первичная и вторичная обработка газом — катализатором твердения жидкого стекла, съём плит с конвейера и укладка их в контейнеры. Стоимость технической документации — 20 тыс. р.

В. Г. МУСИН, канд. техн. наук (Черкасский филиал Киевского политехнического института)

Состав и свойства смешанных вяжущих на основе металлургических шлаков и полиминеральных добавок

В настоящее время существуют различные теории в вопросе твердения шлака [1, 2, 3]. Они сводятся к следующим положениям:

гидратационные и вяжущие свойства металлургических шлаков зависят от их химико-минералогического состава, наличия в них реакционноспособных минералов, фазового состава шлакового стекла, содержания свободного оксида кальция и CaS;

основные факторы, тормозящие процессы гидратации металлургического шлака, — это пресыщение жидкой фазы известью, экранирование реакционноспособных минералов ионами кальция или устойчивыми пленками гидратных новообразований, препятствующих проникновению к ним воды.

С целью решения проблемы повышения активности металлургических шлаков в Черкасском филиале Киевского политехнического института разработаны эффективные способы улучшения их химико-минералогического состава и управления физико-химическими процессами гидратации и твердения, которые позволяют предотвратить пресыщение жидкой фазы шлака известью, образование экранов и пленок на реакционно-способных минералах и интенсифицировать растворение и усвоение твердой фазой исходных вяжущих веществ и минералообразование.

Повышение активности металлургических шлаков достигается путем оптимизации химико-минералогического состава смеси гранулированного и отвалного доменных шлаков или введением в первый в требуемом количестве админеральных добавок, в качестве которых могут служить зола, отходы обогащения железистых и марганцевых руд, известняки, суглинки и горелые породы угольных террикозов.

Для изучения минералогического состава исходных материалов использовали химический, рентгеновский, термографический, оптический, электронномикроскопический методы анализа.

Свойства сырья устанавливали по результатам исследования степени дисперсности, растворимости, ионного состава и pH водной вытяжки, адсорбци-

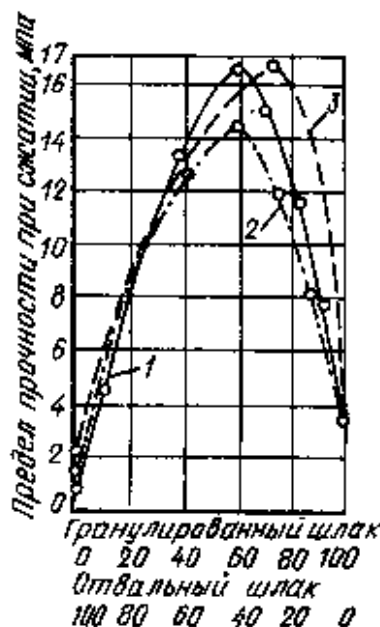


Рис. 1. Зависимость прочности образцов цемента состава 1:3 (вяжущее:шлак) через 28 сут нормального твердения от вида отвалного доменного шлака в составе вяжущего

1 — гранулированный шлак и отсеи старых отвалных шлаков, $M_0=1,2$; 2 — гранулированный шлак и свежая доменная «мука», $M_0=1,2$; 3 — гранулированный и кусковой шлаки ($M_0=0,77$)

онной способностью, электрокинетическо-гидроинтензивала. Испытания проводили по стандартам и общепринятым методикам.

Исследуемые пробы металлургических шлаков существенно различались по химическому, минералогическому и вещественному составам. Гранулированные доменные шлаки имели модули основности $M_0=0,75-1,2$; отвалные — $0,56-1,18$.

Гранулированные шлаки содержат в основном стекло. Кристаллическую

фазу представляют тонкодисперсные минералы и — CS, CaS_2 , C_2AS . Отвалные доменные шлаки составляют минералы $\alpha-CS$, KC_2S , C_2AS , CaS_2 , CMS, C_2MS , CaS. Зола Криворожской РЭС-2 остеклована. Кроме стекла, в незначительном количестве содержится муллит ($2Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$), гематит (Fe_2O_3), магнетит (Fe_3O_4) и кристаллический кварц.

Рудная фаза отходов обогащения железных руд представлена магнетитом, мартитом, гематитом, сидероилезитом $Fe(Ca, Mg) \cdot CO_3$; отходы обогащения марганцевой руды — марганецкальцитом $Mn \cdot Ca(CO_3)$, псиломеланом $(R, Mn) \cdot O \cdot nMl \cdot mH_2O$, марганитом $MnO_2 \cdot Ml(OH)_2$ и пиролюзитом (MnO_2).

Опытным путем установлено, что отвалные доменные шлаки при гидратации неравномерно увеличиваются в объеме, теряют прочность и разрушаются при твердении (см. таблицу).

Разрушению гидратированного шлакового камня предшествует снижение pH жидкой фазы под воздействием ионов SO_4^{2-} , образовавшихся в результате окисления H_2S , появление которого вызвано гидролизом CaS. При гидратации отвалных доменных шлаков в среде окисления H_2S в щелочной среде происходит интенсивное образование ионов SO_4^{2-} , которые, связывая $Ca(OH)_2$, вызывают снижение pH жидкой фазы ниже предела ($pH < 10$) стабильного существования гидратов новообразования, что приводит к их дегидратации.

Потеря химически связанной воды способствует разрушению продуктов гидратации, увеличению их объема. В результате возникают внутренние напряжения, превышающие предел прочности материала при растяжении. Суммируясь с напряжениями, вызванными кристаллизацией образовавшегося геля, также сопровождающейся увеличением объема, они разрушают затвердевшую структуру шлакового камня.

В первую очередь разрушаются кислоты доменные шлаки (см. таблицу). Основные отвалные доменные шлаки при оптимальном содержании $CaO_{\text{ос}}$ и CaS равномерно набирают прочность. Однако и в этом случае активность их низкая.

В плотном материале или в условиях загрудняющих приток воздуха, разрушение шлакового камня и связанные с ним процессы проявляются в значительно меньшей степени, однако прочность образцов повышается незначительно. При введении в отвалный доменный шлак гранулированного шлака с $M_0 < 1$ (рис. 1) происходит связывание избыточных ионов SO_4^{2-} гидроксидом кальция, выделяющейся при гидратации стеклофазы гранулированного шлака. В результате повышается pH жидкой фазы до 11,5 и более. Это обеспечивает стабильное существование продуктов гидратации минералов отвалного шлака (рис. 2). Максимальная прочность образцов находится в области оптимального значения pH жидкой фазы (см. рис. 1).

Изучение физико-химических свойств полиминеральных добавок показало, что они обладают рядом ценных качеств — это растворимость, поглощение извести и др., которые могут быть реализованы при применении их как

№ пробы	M ₀	Содержание, %		Предел прочности при сжатии, МПа образцов доменных шлаков с			
		CaO _{ос}	CaS	при сроках твердения, сут			
				pH	R	pH	R
				28		60	
1	0,56	0,35	0,91	9,8	Разрушились		
2	1,04	0,66	1,51	10,7	2,2	10,5	9

Примечание. Испытывали кубы размером 2X2X2 см из теста нормальной густоты

компонентов смешанных шлаковых вяжущих.

Как оказалось, полиминеральные добавки не инертны, а определенным образом взаимодействуют с продуктами гидратации гранулированного доменного шлака, повышая его активность.

С введенным полиминеральным добавок в гранулированный шлак представляется возможным реализовать потенциальные вяжущие свойства последних, положительно воздействовать на процессы гидратации и твердения. Так, например, при замещении горелыми угленосными породами 30 % гранулированного шлака прочность композиции за 28 сут повысилась до 12 МПа при активности шлака 8,2 МПа, а через 90 сут составила 21,3 МПа. Не менее эффективен и известняк. Являясь подложками к центрами кристаллизации шлакового стекла, он активизирует процессы кристаллообразования и формирования структуры шлакового камня. При оптимальном количестве (60 %) известняка в 2,7 раза повышает активность гранулированного шлака. Активизация последнего отходами обогащения железных руд, содержащих 52—70 % кварца, в отличие от чистого кварца происходит в результате действия на кварц катионов многовалентных металлов минералов, содержащихся в рудной фазе отходов.

На основе анализа процессов гидратации металлургических шлаков разработаны эффективные способы их активизации, которые основаны на получении оптимального химико-минералогического состава смешанного шлакового вяжущего или на введении требуемого количества полиминеральных добавок. Характер взаимодействия компонентов вяжущего определяется их минералогическим составом, физико-химической активностью и удельной поверхностью.

В зависимости от физико-химических свойств и характера влияния на процессы гидратации и твердения гранулированного шлака полиминеральные добавки разделены на три класса.

1. Добавки активные-гидравлические (сам по себе обладающие слабо выраженными вяжущими свойствами) — доменные отвалы шлаки. Активизация ими гранулированного шлака происходит благодаря проявлению вяжущих свойств минералов, входящими в состав добавок. При этом достигается подбор оптимального химико-минералогического состава, отвечающего максимальной активности смешанного вяжущего.

2. Добавки активные (гидравлические), не проявляющие вяжущих свойств: золы от сжигания угля, горелые угленосные породы, керамические отходы (черепичный, кирпичный, гончарный бой). Частично растворяясь в воде и адсорбируя из жидкой фазы ионы кальция, добавки интенсифицируют физико-химические процессы гидратации и твердения гранулированного шлака.

3. Добавки-адсорбенты (активаторы): известняки, отходы обогащения железной и марганцевой руд, супеси, сулинки с $W_n \leq 17$. Адсорбируя из жидкой фазы ионы кальция, они интенсифицируют растворение исходных вяжущих веществ. А являясь затравками, подложками и центрами кристаллизации шлакового стекла, добавки-адсорбенты оказывают каталитическое воздействие на процессы гидратации и

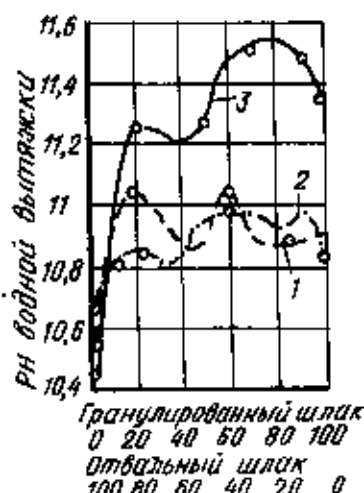


Рис. 2. Зависимость рН водной вытяжки от состава вяжущего и срока нормального твердения образцов, изготовленных из теста нормальной густоты
1 — твердение 28 сут; 2 — то же, 60 сут; 3 — то же, 90 сут

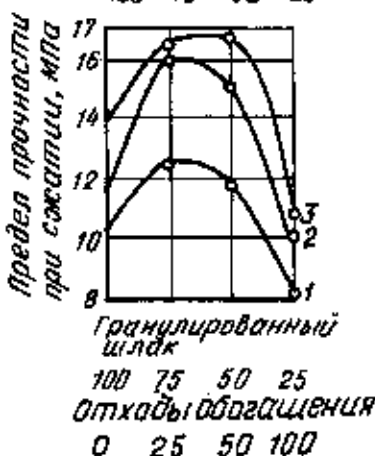
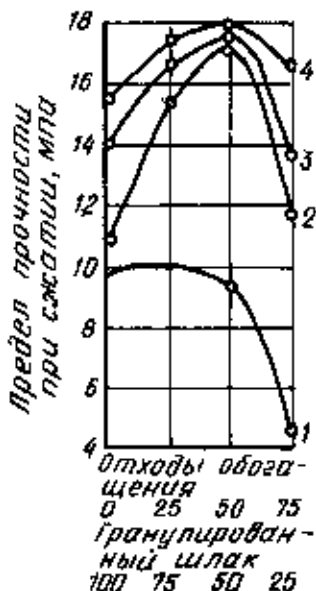


Рис. 3. Зависимость прочности образцов-цилиндров из раствора состава 1:3 — вяжущее:золотые классифицированные отходы ГОК (вверху) и вяжущее:отходы обогащения марганцевой руды (внизу) от процентного соотношения компонентов вяжущего
1 — результаты испытания образцов через 28 сут; 2 — то же, 60 сут; 3 — то же, 90 сут; 4 — через 180 сут

твердения гранулированного шлака.

Образцы из закладочной твердеющей смеси состава 1:3 (вяжущее — песок) с осадкой конуса 11 см, приготовленные на гранулированном шлаке, активизированном отвальным доменным шлаком в оптимальном количестве (40—60 %), оказались в 2,5—4 раза (12,2—20 МПа) прочнее контрольных. Прочность образцов на отвальном шлаке составляла 2 МПа; на гранулированном — 5 МПа. При оптимальном замещении последнего золой (30—40 %) прочность растворяемых образцов увеличилась в 2 раза.

При исследовании состава закладочной твердеющей смеси на гранулированном шлаке, активизированном отходами обогащения железной руды, при замещении ими 30—40 % шлака прочность образцов увеличилась в 1,3—2 раза.

Активизирующие свойства полиминеральных добавок более эффективно проявляются в плотном материале. Сравнение прочности образцов из раствора нормальной консистенции с образцами из раствора с осадкой конуса 11 см с образцами-цилиндрами из плотного раствора, приготовленными на гранулированном шлаке, активизированном золой, с соответствующими им контрольными образцами на том же шлаке показало, что образцы на вяжущем соответственно в 2, 2,4 и 3,8 раза прочнее контрольных. Особенно эффективно проявляются активизирующие свойства полиминеральных добавок при укреплении грунтов гранулированным шлаком, активизированном отходами обогащения железных и марганцевых руд (рис. 3). Обожженные отходы более активны.

В результате исследований определена область эффективного применения вяжущих. С помощью промышленных испытаний установлено, что в шахтных условиях (без доступа воздуха) закладочная твердеющая смесь, приготовленная на гранулированном шлаке, активизированном отходами обогащения железной руды, твердеет более эффективно, чем в нормальных условиях. Образцы, отобранные из закладочного массива, оказались в 2 раза прочнее (10 МПа) контрольных при содержании шлака 137 вместо 400 кг/м³ по проекту. Это позволило снизить расход гранулированного шлака на 250 кг на 1 м³ и стоимость 1 м³ закладки на 1 р. при проектной ее стоимости 3 р.

Применение вяжущего из отвалыных доменных шлаков вместо гранитного щебня для устройства искусственного основания под дороги СУ-1 треста «Криворожатлострой» обеспечило экономический эффект 184,5 тыс. р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Есия О. А. Электродитическая природа жидких шлаков. Свердловск: Изд. Уралмашзавода, 1946.
2. Свиричев Т. Н. Некоторые экспериментальные предпосылки построения единой теории вяжущих на коллоидно-химической основе. — Труды совещания по химии цемента. — М.: Промстройиздат, 1956.
3. Горшков В. С. Гидратационные и вяжущие свойства шлаков, составляющих минералов и стекла. — Автореф. дис. на соиск. ученой степени д-ра техн. наук. — М.: ВНИИстройполимер, 1970.

УДК 634.003.12:601.215.3

Б. К. ДЕМИДОВИЧ, д-р техн. наук, Л. Н. ТУРОВСКИЙ, канд. техн. наук, Д. Т. ЯКИМОВИЧ, канд. техн. наук, В. А. ЛЕБЕДКОВА, канд. техн. наук, С. Л. КОЗЛОВА, канд. техн. наук, В. В. БОРТНИК, инж., Б. Х. ЛЕВИН, инж. (Минский НИИСМ), Р. В. КУЦЕЛАЙ, инж., Е. С. КЛИНЧУК, инж. (ПО «Волковыжцементношифер»)

Освоение производства мелкогранулированного мела

Мелкогранулированный мел, являясь одним из компонентов кормов, обеспечивает необходимый баланс кальция в организме животных. В связи с этим к нему предъявляются весьма жесткие требования по содержанию таких примесей, как соли тяжелых металлов, соединения фтора, свободный кремнезем и др. (ТУ 21 БССР 296—89 «Мел мелкогранулированный»). Поэтому в ряде случаев химический состав природного сырья не всегда позволяет использовать его в традиционной «сухой» технологии, заключающейся в сушке и измельчении. Выделение твердых включений кремнезема возможно только при «мокрой» обогатении. Последующее обезвоживание материала одновременно с грануляцией целесообразно проводить в распылительных сушилках.

Исходя из этих положений, была разработана и освоена технология производства мелкогранулированного кормового мела на ПО «Волковыжцементношифер». Сырье, используемое в объединении (месторождение «Колядичка»), загрязнено в основном свободным кремнеземом. Технологическая схема включает в себя притоварение мелового шлама, его трехстадийную очистку от включений размером более 2 мм, сушку в башенной распылительной сушилке, расфасовку мелкогранулированного мела и его складирование (рис. 1). Основное нестандартное технологическое оборудование линии разработано СПКО «Оргтехстром», Минским НИИСМ и ПО «Минскстройматериалы».

На первой стадии очистки применено вибросито с отбором очищенного шлама с надскотного пространства [1]. Для подачи очищенного шлама на распыление под давлением 2—2,5 МПа установлены двухкамерные мембранные насосы (рис. 2) производительностью до 30 м³/ч. Данный тип оборудования эксплуатируется на технологических линиях производства керамического кирпича методом полусухого прессования и обжига цементного клинкера с предварительной сушкой и декарбонизацией сырьевой смеси. Термические обезвоживание мелового шлама происходит в башенной распылительной сушилке (БРС) диаметром 11,4 м за счет тепла дымовых газов, поступающих в сушильную камеру из выносной топки (рис. 3). Особенностью БРС является ее работа

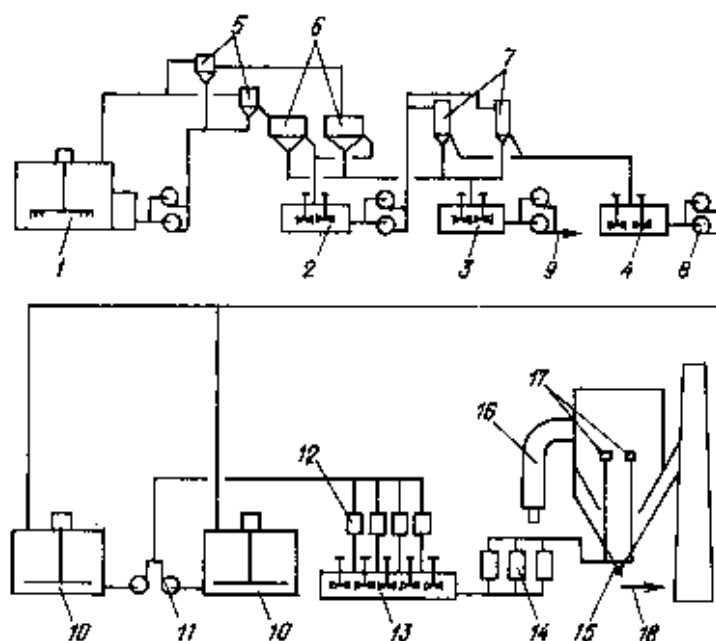


Рис. 1. Схема линии получения мелкогранулированного кормового мела
1 — бункер СМЦ-427; 2, 3, 4 — бассейны с пропеллерными мешалками СМ 243 В и СМ 489 В; 5 — шламовый литец ПШ-3; 6 — вибросито; 7 — гидрокласификатор ВГ 400; 8 — насосы ГрТ 100/40; 9 — отсев со шламом (в производство известня); 10 — накопитель шлама с пневмомеханическими перемешивателями ППМ В А; 11 — насосы ГрТ 50/10; 12 — вибросита ПО-264; 13 — расходный бассейн с пропеллерными мешалками СМ-489В; 14 — мембранные насосы Г-667; 15 — башенная распылительная сушилка; 16 — выносная топка; 17 — центробежно-механические форсунки; 18 — готовый мелкогранулированный кормовой мел (на упаковку)



Рис. 2. Мембранные насосы Г-667

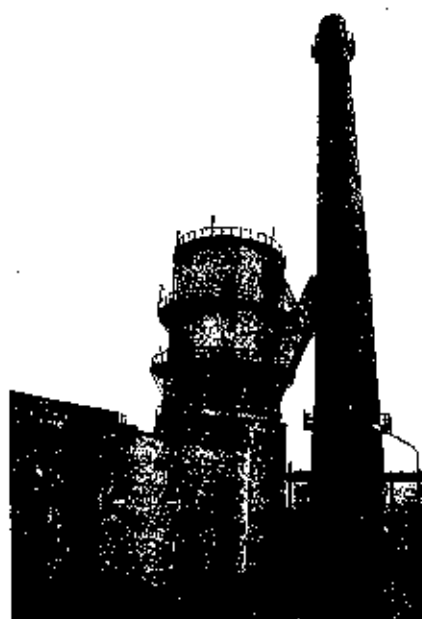


Рис. 3. Башенная распылительная сушилка

в режиме самовентилирующая, без исполнения задания дымососа.

В процессе пусконаладочных работ, начатых в марте 1988 г., была отработана технология производства мелкогранулированного кормового мела и по ряду параметров достигнуты показатели, близкие к проектным.

Большие диапазоны изменений показателей связаны главным образом с колебаниями влажности шлама. С целью их устранения и уменьшения влажности был стабилизирован ввод разжижителя в шлам, автоматизировано удаление отсева с подситного пространства вибросит, увеличена их полезная площадь, на гидроклассификаторах увеличен размер щели между колосниками решеток с 1 до 2 мм, установлены подпорные шайбы и гидроклассификаторы подключены параллельно с виброситами. Загрязненный отсевом шлам возвращается в болтушку приготовления мелового шлама, а не извести, как предусматривалось проектом. В связи с последним необходимо отметить, что содержание твердых включений размером более 2 мм в шламе после болтушки не увеличилось и находится в пределах 0,1—0,7 %. Однако полной стабилизации процесса приготовления шлама препятствует низкая пропускная способность вибросит.

Заданный грансостав кормового мела был получен при давлении распыления шлама на 0,5—0,7 МПа меньше проектного, что, наряду с изменением конструкции регулировочно-предохранительных клапанов, повысило надежность работы мембранных насосов. Однако в результате снижения давления распыления уменьшилась производительность центробежно-механических форсунок и, как следствие, выход готового продукта из башенной распылительной сушилки.

Анализ ряда факторов, определяющих производительность сушилки, по-

казал, что наиболее простым техническим решением достижения проектных показателей является изменение конструкции центробежно-механической форсунки, обеспечивающей увеличение коэффициента расхода. На основании проведенных расчетов площадь сечения для прохода мелового шлама в закружителе была увеличена на 50 % при сохранении неизменными всех остальных конструктивных параметров форсунки. Это позволило, как показали испытания, увеличить производительность центробежно-механической форсунки на 15 % и обеспечить достижение проектных показателей сушилки.

С целью повышения надежности ее работы изменена схема присоединения форсунок к шламопроводу. Кольцевой (замкнутый) подающий шламопровод заменен на гребенчатый (разомкнутый), что исключило запрессовку осадком шлама его неработающих участков.

Технологические параметры производства и характеристика мела

	Фактически в период освоения	На проект
Число работающих форсунок, шт.	2	2
Диаметр сопла форсунки, мм	10,4	10,2
Давление шлама у форсунки, МПа	1,7—1,9	2,45
Влажность шлама, %	38—54	42
Плотность шлама, т/см ³	1,30—1,62	1,55
Температура газов в ВРС, °С:		
на входе	550—900	600
вверху	360—450	320
в средней части	300—400	250
внизу	170—240	180
отходящих газов	130—220	100—120
Температура мела, °С	85—155	70
Влажность мела, %	0—3	6
Приемомерный состав мела ^а , %:		
3 мм	0	—
1 мм	0,03	—
0,33	6,21	—
0,4	33,32	—
0,315	22,3	—
0,2	20,3	—
0,1	13,35	—
менее 0,1	4,31	—
Средний объемно-поверхностный диаметр мелкогранулированного мела, мм	0,255	0,25—0,29
Производительность по мелу влажностью 0 %, т/ч	9—12	12,5

Примечание: ^а — при давлении 1,75 МПа, влажности 46,3 % и плотности 1,49 г/см³.

В процессе пусконаладочных работ была установлена возможность повышения температуры газов на выходе в сушилку до 900 °С, при которой не отмечены декарбонизация мела и появление в готовом продукте СаО. Это связано как с сильной турбулизацией газового потока в сушильной камере, приводящей к быстрому выравниванию температур в ее объеме, так и с наличием остаточной влаги в частицах мела, попадающих в зону входа высокотемпературного теплоносителя. Испарение остаточной влаги из частиц исключает возможность их нагрева до температуры начала процесса декарбонизации. Для стабилизации температурного режима в сушильной камере при увеличении температуры газов на

пходе в нее была увеличена высота установки форсунок на 1,8 м.

Грануляция частиц мела в процессе распылительной сушки обеспечивает снижение вылета на промежуточных этапах транспортирования, тарирования и дозирования, упрощает эти операции и улучшает условия труда по сравнению с условиями производства, где эксплуатируются сушильные барабаны.

Однако микрогранулы имеют недостаточную механическую прочность, что может приводить к их слеживаемости, особенно при транспортировке, заваливанию в бункерах. В этих условиях увеличение прочности, уменьшение адгезии мела достигается снижением его конечной влажности до 0—0,5 % вместо 4 %, допускаемых ТУ. При этом повышается температура отходящих из сушилки газов и мела, что приводит к некоторому увеличению расхода топлива и пылевыведению готового продукта на узлах пересыпки.

Лабораторные исследования и полупромышленные испытания показали, что значительное упрочнение микрогранул может быть получено за счет ввода в меловой шлам одного из компонентов комбикормов — фосфатов. Кроме того, достигается и повышение питательной ценности кормового мела.

В настоящее время проводятся подготовительные работы по выпуску на ПО «Волковскцементношифер» опытно-промышленной партии кормового мела, обогащенного фосфатами, для крупномасштабных исследований в комбикормовой промышленности. Технология позволяет также обогащать кормовой мел и другими добавками.

Для улучшения качества мела и увеличения объема производства в настоящее время проводится комплекс работ по стабилизации технологических показателей работы линии, повышению ее производительности выше проектной, очистке отходящих газов башенной распылительной сушилки, улучшению условий труда.

Проведены дополнительные исследования, которые показали возможность использования мелкогранулированного мела как заполнителя в производстве резинотехнических изделий, линолеума и других материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 652968 СССР, МКИ В 03 В 5/66. Аппарат для классификации суспензий / С. А. Просквалович, В. М. Давыдко, Л. С. Кунцкиной, И. Э. Давыдовской // Открытия. Изобретения. — 1979. — № 11.
2. Бяльцковский В. Л., Мелешко В. Ю., Якимович Д. Т. в др. Усовершенствование конструкций распылительной сушилки // Строит. материалы. 1978. № 8.

Пути снижения затрат на добычу сырья для получения щебня

Внедрение в последние пятнадцать лет высокопроизводительного оборудования для производства буровзрывных и погрузочно-транспортных работ вместе с вводом в эксплуатацию новых и расширением действующих предприятий позволило увеличить объем выпуска щебня в 1,8 раза, однако себестоимость его при этом возросла более чем на 14 %.

Основное влияние на себестоимость щебня оказало изменение отпускных цен на оборудование и теплоэнергетические ресурсы, увеличение расходов на оплату труда и социальные нужды трудящихся, охрану природы, некоторые организационные мероприятия (переход на подрядное обслуживание взрывных работ и автотранспорт), а также недостатки в технологии добычи и переработки нерудного сырья на щебень.

Так как уменьшение затрат на горные работы является важным резервом в снижении себестоимости щебня, нами проведен анализ сложившейся практики добычи и переработки нерудного сырья на предприятиях, обеспечивающих производство более 200 млн. м³ щебня в год.

По сложившейся практике на карьерах взрывную подготовку горных пород к выемке стремятся организовать таким образом, чтобы исключить переизмельчение и получить более кусковатую горную массу. При этом содержание негабарита по приемному отверстию дробилки первичного дробления в некоторых случаях достигает 23 % при разработке скальных осадочных и более 30 % при разработке изверженных пород.

В настоящее время под переизмельчением понимают выход фракции 0—5 мм, хотя ГОСТ 8267—82 «Щебень из природного камня для строительных работ. Технические условия» допускает нижний предел крупности щебня 3 мм, а

ГОСТ 25187—82 «Материалы нерудные строительные, щебень и песок плотные из отходов промышленности, заполнители бетона пористые. Классификация» предусматривает выпуск песка дробленого обогащенного, фракционированного, в том числе и из отсевов дробления, в качестве готовой продукции.

Кроме этого, на некоторых предприятиях тонкоизмельченная фракция, содержащая CaCO₃ и MgCO₃ не менее 80 %, является ценным продуктом для сельского хозяйства. ГОСТ 9128—84 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия» предусматривает использование для смесей типа Г и Д дробленого песка или отсевов дробления мельче 5 мм, содержащих частиц менее 140 мкм до 30 %, с массовой долей глинистых примесей до 1 %.

В связи с наличием на действующих дробильно-сортировочных заводах значительного парка головных дробилок с приемным отверстием 400×600 и 600×900 мм (около 40 % на заводах, перерабатывающих изверженные, и около 50 %, перерабатывающих скальные осадочные породы) (табл. 1), к качеству взрывной подготовки пород к выемке предъявляются повышенные требования, что сдерживает эффективное использование высокопроизводительной горной техники.

На ряде предприятий размер принятого габаритного куска не только соответствует ширине приемного отверстия головной дробилки, но даже превышает ее.

Важнейшими параметрами буровзрывных работ, оказывающими влияние на кусковатость и степень переизмельчения горной массы, являются диаметр скважины, удельный расход, вид ВВ и расположение скважин.

Принято считать [1] наиболее целесообразными диаметрами скважин для пород: мелкоблочных — 200—250 мм, среднеблочных — 150—200 мм и крупноблочных — 105—160 мм. Однако при сложившейся на карьерах практике ведения буровзрывных и выемочно-погрузочных работ отсутствует обобщенная информация о взаимосвязи переизмельчения горной массы, выхода щебня и себестоимости добычи.

Для выявления такой взаимосвязи были выделены карьеры, применяющие скважины диаметром 105—160 мм и обеспечивающие негабарит размером 0,4—0,7 м и более +0,7 м. Аналогично выделялись карьеры, применяющие скважины диаметром 200—250 мм. Такое распределение карьеров по крупности негабарита и диаметру скважин принято с учетом наиболее распространенного типоразмера дробильного оборудования и сложившейся практики подготовки горных пород к выемке.

Анализ физико-механических свойств, структурных и текстурных особенностей пород разрабатываемых месторождений показал, что строгой взаимосвязи диаметра скважин с характеристикой разрабатываемых пород нет. Все определяется наличием состава парка бурового оборудования.

Скважины уменьшенного (105—160 мм) диаметра применяются как в крупноблочных, так и в сильно трещиноватых породах различной прочности. Отдельные предприятия применяют скважины как уменьшенного, так и большого диаметров в зависимости от свойств пород на разных участках.

Проведенный анализ показывает, что при переработке горной массы из изверженных пород, состоящей по кусковатости и линейному размеру негабарита с равным содержанием его, выход готовой продукции на 6,5—6,6 % больше после взрывной подготовки пород к выемке скважинами уменьшенного диаметра (табл. 2), хотя мелкое дробление горных пород (негабарит менее 0,4—0,7 м) в целом снижает выход готовой продукции на 2,1—2,2 %. Удельный расход ВВ при использовании скважин уменьшенного диаметра в крепких породах оказался меньше на 11,8—12,6 %.

Взрывная подготовка скальных осадочных пород с использованием скважин уменьшенного диаметра увеличивает выход готовой продукции в среднем на 0,6—1,3 %, и только в крупноблочных породах он достигает 89,9 %. В целом по группе карьеров, применяющих скважины уменьшенного диаметра и выполняющих крупное дробление скальных осадочных пород (негабарит +0,7 м), выход готовой продукции составляет 66,4%, или на 6 % ниже в сравнении с использованным

Таблица 1

Типы применяемых дробилок	Характеристики оборудования первичного дробления		
	Размер приемного отверстия, мм	Удельный вес применяемых типов-размеров дробилок, %	Предельный размер габаритного куска, мм
СМ-15В, СМД-108, СМ-739, СМД-26	400×600 250×900 400×900	8,6/1,3	320—340
СМД-83, СМ-16Д, СМД-6А, СМД-110 С-886, СМД-586, СМД-111, ШДК-7, ШДП-9×12	600×900 900×1200	31,3/50,3 24,4*/23,8	480—510 720—770
КСД-18, Д20, С-887, СМД-69А, СМД-118, ШДК-8, ШДП-12×15	1250×1500	30,8/16,8	980—1000
С-888, СМД-60А, СМД-117, ШДП-15×21	1500×2000	4,9/5,8	1200—1300

Примечание. Перед чертой — данные для карьеров изверженных, за чертой — для скальных осадочных пород; * — только 4,1 и 6,5 % карьеров соответственно перерабатывают куски с предельными размерами 0,7 м, а остальные — 0,8—1 м.

скважин диаметром 200—250 мм, что свидетельствует о неудачном применении скважин уменьшенного диаметра на некоторых карьерах.

Как показывают данные, имеющие место на ряде предприятий, стремление к увеличению кусковатости взорванной горной массы, оцениваемое содержанием в ней негабарита, не приводит к увеличению выхода щебня. Так с увеличением содержания негабарита с 1 до 20 % выход щебня при переработке изверженных пород снижается с 92,6 до 75,1 % (при среднем отклонении данных предприятий $\pm 5,3$ %), а при переработке скальных осадочных пород на 1,8 % (при среднем отклонении данных предприятий ± 8 %). Это происходит, по-видимому, потому, что на дробильно-сортировочные заводы подается горная масса после вторичного дробления негабарита, которая перемалывается в итоге средней состав горной массы, а также в связи с отсутствием достоверного анализа макро- и микрокусковатости массива.

Значительно большее влияние на выход щебня оказывает наличие в массе пород слабых разностей. При наличии слабых разностей и мелком дроблении массива взрывом увеличивается количество мелочи от взрыва. Однако из-за такой горной массы при использовании предварительного трощения перед дроблением выход щебня больше на 7—8 %, чем при крупном дроблении массива.

Выполнены расчеты по данным технологического опробования взорванной горной массы, проведенного ВНИИнерудом на Ерментауском и Мугоджарском щебеночных заводах, и экспериментальных взрывов, проведенных [2] на Камнегорском, Микашевичском и Камнереченском карьерах применительно к технологической схеме Ерментауского щебеночного завода, выпускающего щебень фракций 5—10; 10—20 и 20—40 мм с допущением, что весь негабарит крупнее 0,9 м будет разделяться до крупности, соответствующей granulометрическому составу этой же горной массы до 0,9 м. Установлено, что с уменьшением среднего диаметра куска до 196 мм выход щебня из единицы объема горной массы изверженных пород уменьшается на 2,5 %, а производительность завода увеличивается на 7,5 %.

Расчеты, выполненные применительно к Малиновскому каменному карьеру (известняк) и Садкискому щебеночному заводу (песчаник), показали также, что при изменении среднего размера куска с 220 мм до 370 мм выход щебня из единицы объема горной массы практически не изменился (снижился на 0,3—0,5 %), что в пределах ошибки расчета), производительность технологической линии по выпуску щебня уменьшилась на 7,6—11 %. Полученные результаты согласуются с данными предприятий и ранее выполненными исследованиями [3].

Проведенные на Малиновском каменном карьере исследования продолжительности дробления кусков известняка различной крупности в дробилке ШДП-12X15 с применением кинофото-стеежки процесса показали, что средняя продолжительность разрушения кусков максимальным размером от 1200 до 2000 мм составляла 10,9 с, раз-

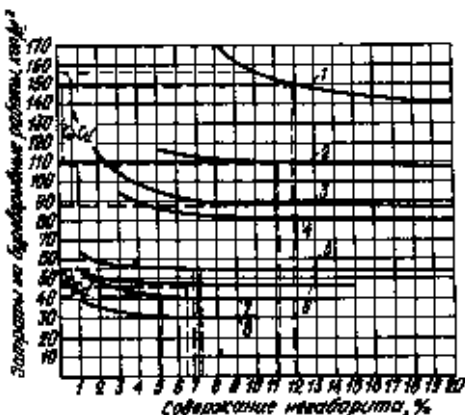


Рис. 1. Зависимость затрат на буровзрывные работы от способа их производства и качества дробления пород

1, 5 — при скважинах уменьшенного диаметра в изверженных и осадочных породах соответственно; 2, 6 — при получении мелкого негабарита ленточным размером (0,4—0,7 м) в изверженных и осадочных породах скважинами большого диаметра; 3, 7 — то же, при крупном негабарите (1+0,7 м) и подрядном способе производства работ; 4, 8 — то же, при хозяйственном способе производства работ

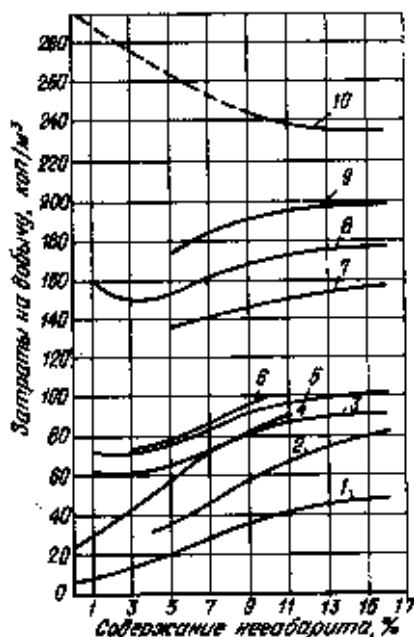


Рис. 2. Зависимость затрат на добычу строительного камня от качества дробления пород

1 — затраты на экскавации при вместимости ковша экскаватора 2,6 м³; 2, 3 — то же, при вместимости ковша 4—6 м³ и добыче скальных осадочных и изверженных пород соответственно; 4, 7 — затраты на добычу соответственно осадочных и изверженных пород при использовании экскаваторов Э-2505, подрядком способе выполнения буровзрывных работ и мелком негабарите; 5 — то же, при добыче осадочных пород и применении скважин уменьшенного диаметра; 6 — то же, при использовании экскаваторов ЭКГ-4,6 и крупном негабарите; 8 — то же, при добыче изверженных пород экскаваторами ЭКГ-4,8; 9 — то же, при мелком негабарите; 10 — то же, при использовании скважин уменьшенного диаметра

мером от 1000 до 1200 мм — 6,4 с, от 800 до 1000 мм — 4,2 с, от 500 до 800 мм — 1,6 с. Продолжительность дробления кусков, габаритных для данной типоразмера дробилки по принятым в нашей стране нормативам (0,8—0,85 ширины приемного отверстия), в 2,5 раза больше длительности дробления кусков размером 0,55—0,6 ширины отверстия дробилки (как принято в зарубежной практике), что оказывает соответствующее влияние на производительность технологической линии при изменении кусковатости взорванной горной массы.

Следовательно, существует определенная кусковатость горной массы, при которой суммарное количество мелочи от взрывного и механического дробления минимально, а производительность технологической линии больше, чем она достигнута на ряде предприятий. Кроме этого, на многих предприятиях мелочь реализуется для нужд народного хозяйства и является товарной продукцией. Поэтому качество взрывной подготовки скальных пород к выемке необходимо оценивать комплексно по выходу готовой продукции, производительности технологической линии и себестоимости продукции применительно к конкретным условиям каждого щебеночного завода.

Как показано в табл. 2, применение скважин уменьшенного диаметра позволяет получить больший выход готовой продукции и сократить удельный расход ВВ при взрывном дроблении изверженных и крупнооблочных скальных осадочных пород. Однако известно, что при этом возрастает объем и трудоемкость буровзрывных работ.

Обработка данных предприятий с помощью ЭВМ позволила выявить зависимость усредненных затрат на буровзрывные работы от диаметра скважин и качества горной массы. Она описы-

вается уравнением вида $C_6 = A_1 P^B$, где A и B — коэффициенты; l — основание натуральных логарифмов; P — содержание негабаритных кусков, %.

При установившейся на карьерах кусковатости горной массы и подрядном способе производства работ, использовании скважин уменьшенного диаметра (рис. 1) увеличивает затраты на 41—68 коп/м³ (C_4 ; C_5) при добыче изверженных и на 9—14 коп/м³ (C_6 ; C_7) — при добыче осадочных пород. Изменение стоимости производства работ по приведенной зависимости от средних данных предприятий находится в пределах 1,3—10,8 %. С увеличением содержания негабарита в горной массе более 5—6 % для осадочных и 7—8 % для изверженных пород, затраты на буровзрывные работы уменьшаются незначительно. При хозяйственном способе производства буровзрывных работ затраты меньше на 10 коп/м³ и 6 коп/м³ при добыче осадочных и изверженных пород соответственно.

Суммарные затраты на буровзрывные и выемочно-погрузочные работы (рис. 2, кривые 4—10) минимальны при использовании для изверженных пород скважин диаметром 200—250 мм и содержании негабарита 2—5 %, однако выход щебня при этом будет на 6—7 % меньше, чем при использовании скважин уменьшенного диаметра и таком же количестве нега-

Таблица 2

Диаметр скважин, мм	Линейный размер негабарита, м	Среднеарифметическое содержание негабарита, %	Среднеарифметический выход щебня, %	Удельный расход БВ, кг/м ³
105—160	0,4—0,7	11,8/7,2	89,3/74,3	0,76/0,57
195—160	Более 0,7	10/8,9	91,4/86,4	0,86/0,5
200—250	0,4—0,7	11,1/6,7	82,7/73	0,76/0,6
200—250	Более 0,7	9/5,1	84,9/74,4	0,87/0,49

Примечание: перед чертой — данные по карьерам, разрабатывающим скальные осадочные породы.

барита. Минимальные затраты на добычу осадочных пород достигаются при содержании негабарита 1—3 %.

При современном уровне развития техники для производства буровзрывных и погрузочно-транспортных работ, в числе мероприятий, снижающих затраты на производство щебня, целесообразно рассматривать и такие, которые вносят изменения в конечный выход готовой продукции. Однако при этом необходимо, чтобы снижение затрат на добычу превышало уменьшение потерь от реализации продукции, а себестоимость 1 м³ щебня была бы минимальной.

Таким образом, сложившаяся практика работы по добыче нерудных материалов и выполненные научные ис-

следования показывают, что повышение количества мелочи (0—5 мм) при взрывном дроблении до содержания негабарита 1—3 % в горной массе осадочных и 2—5 % изверженных пород с опытным подбором кусковатости, учитывая физико-механические свойства и структуру пород, не оказывает существенного влияния на выход щебня, обеспечивая минимальную себестоимость добычи и повышение производительности технологической линии дробильно-сортировочного завода на 7,5—11,9 %, против уровня добычи и переработки горной массы, содержащей 9 и 14,3 % негабарита соответственно.

Снижение средних затрат на добычу при этом составит 16—19 коп/м³

для изверженных и 9—11 коп/м³ для осадочных пород.

При обеспечении равного содержания негабарита в горной массе и применении скважин уменьшенного диаметра (105—160 мм) в изверженных и крупноблочных осадочных породах выход щебня на 6—7 % больше, в среднеблочных осадочных сохраняется примерно равновзвешным, а в мелкоблочных породах меньше на 8—13 % в сравнении с применением скважин большего диаметра (200—250 мм).

Передача буровзрывных работ на ведение БВР хозяйственным способом (см. выше) позволила бы получить экономический эффект в народном хозяйстве более 2,7 млн. р. в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шляни И. Б. Разработка месторождений нерудного сырья. — М.: Недра, 1985.
2. Азовцев С. Н. Особенности строения и взрывного дробления массивов изверженных пород. — В сб. Совершенствование технологии добычи и переработки минерального сырья / Тр. Всесоюз. научно-исслед. инст. завод. техн. сбор. железоб. конструкций и изделий к Всесоюз. научно-исслед. и проект.-испытат. инст. по проблемам добычи, трансп. и перераб. минер. сырья. — М., 1984.

УДК 621.868.62.46.02.23.466.902

Ю. А. КОЛПАКОВ, инж., О. И. ВАСИЛЕЦ, инж., Е. В. ЗАЛИЗОВСКИЙ, канд. техн. наук (УралНИИСтромпроект)

Железобетонная обжиговая вагонетка

В настоящее время при производстве керамического кирпича, огнеупоров обжиг изделий производится в туннельных печах на вагонетках. Основными элементами обжиговой вагонетки являются: колесные пары, несущая металлическая платформа, футеровка и фартуки (кожи).

В процессе эксплуатации туннельной печи увеличивается зазор между кладкой стен и футеровкой обжиговых вагонеток, в результате чего поток горячих газов полагает на металлоконструкции платформы вагонетки, происходят деформация и коррозия последних, что вызывает необходимость довольно частых ремонтов и потерю металла (до 1 т металлопроката на 1 вагонетку в год).

Несущая плита находится в сложном напряженном состоянии при воздействии равномерно распределенной нагрузки (масса футеровки и садки кирпича) и нагрузки от толкания и должна обладать достаточной жесткостью как в нормальных условиях, так и при высоких температурах.

Анализ условий работы обжиговых вагонеток, а также опыт использования железобетона в различных конструкциях, в том числе и при воздей-

ствии динамических нагрузок, показал возможность использования в качестве несущей платформы обжиговой вагонетки — железобетонные плиты.

В качестве пробного варианта была выбрана конструкция несущей плоской железобетонной плиты с четырьмя нишами для колес (рис. 1). Расчетная схема несущей платформы принята в виде безбалочной, опертой в четырех точках, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой плиты. Исходные данные для расчета взяты из технической характеристики печной вагонетки СМК-273: грузоподъемность — 17 т; длина — 300 мм, ширина — 2980 мм, колея — 1524 мм, база — 1600 мм, усилие толкания — 40 т. Расчетная площадь рабочей арматуры — 4,2 см².

Плита армировалась двумя сетками из стержней диаметром 10 мм, шагом 200 мм с защитным слоем 20 мм. К сеткам крепили закладные детали для закрепления колесных пар, фартуков и толкающей балки.

Железобетонная вагонетка была запроектирована в виде плоской монолитной плиты толщиной 150 мм. Однако в условиях лабораторного участка УралНИИСтромпроекта плита была из-

готовлена из двух элементов со стыком по продольной оси. Бетон готовили на портландцементе с тонкомолотой добавкой, в качестве заполнителя использовали отходы обогащения асбеста, с дозировкой, позволяющей получение бетона марки 400. Твердение бетона происходило в естественных условиях при температуре — 20 °С.

Испытания вагонетки проводили на Челябинском кирпичном заводе в туннельной печи с шириной канала 3 м, температура обжига 1000 °С (приты толкания 40 мин). Во время прохождения железобетонной вагонетки через зону обжига производили замеры температуры на поверхности плиты и на арматуре.

Было установлено, что элементы плиты нагреваются лишь до температуры 106 °С, что подтверждает возможность изготовления вагонеток из обычного бетона в условиях любого завода ЖБИ; теплототери по сравнению с металлической заводской в 10 раз меньше; расход металла на 1 вагонетку по сравнению с металлической СМК-273 (без учета колесных пар и фартуков) снижается на 87 %.

Однако опытная вагонетка имела большую массу платформы. Поэтому

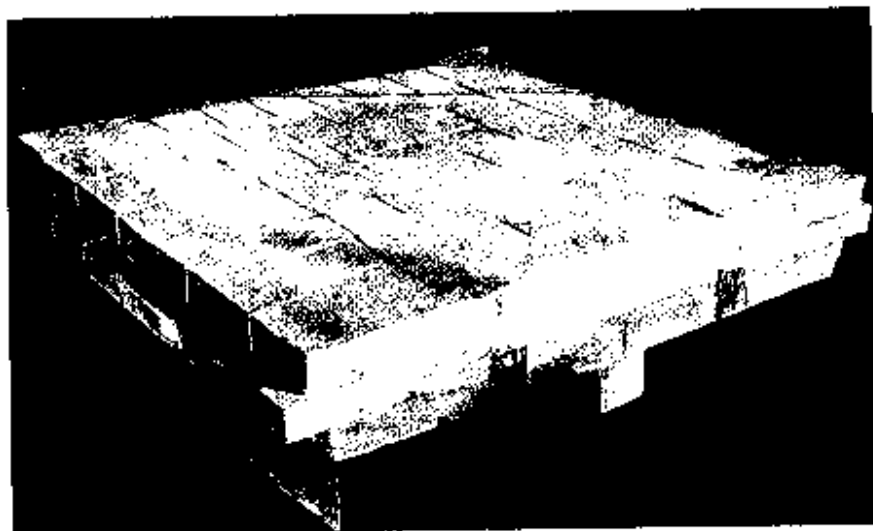


Рис. 1. Пробный вариант железобетонной обжиговой вагонетки (в сборе)

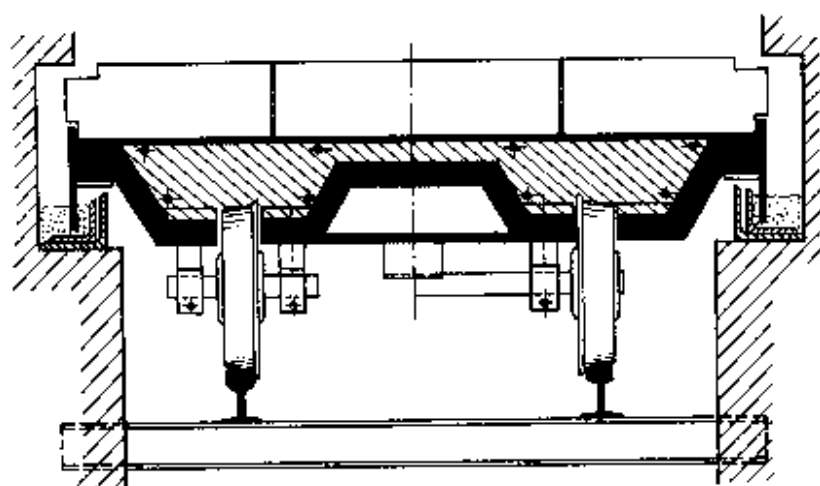


Рис. 2. Сборная железобетонная обжиговая вагонетка

было необходимо разработать платформу облицованного типа без снижения ее максимальной жесткости.

При проектировании облицовочной платформы железобетонной вагонетки были рассмотрены ребристые (корытообразные) конструкции с ребрами жесткости, расположенными снизу плиты и с ребрами, расположенными сверху. В первом случае растянута арматура находится в более нагретой зоне, что снижает ее несущую способность. Во втором случае арматура менее подвержена нагреву, однако, при этом необходимо крышу вагонетки дополнительно заполнить теплоизоляционным материалом, что приводит к увеличению массы вагонетки.

Помимо этого, платформа при движении вагонетки испытывает и кручение, поэтому были рассмотрены варианты железобетонной вагонетки с круглыми пустотами и элементы коробчатого сечения. Приведенная толщина всех вариантов не превышает 110 мм. При проектировании железобетонной вагонетки учитывались также различные типы крепления колесных пар: с разрезной осью, с вращающейся осью, с вращающейся осью со ступицами на колесах и с неподвижной осью.

На основании всех вариантов и учета

условий изготовления и испытания (для испытания был принят Сокольский завод дренажных труб с печами с шириной канала 2 м) были разработаны и изготовлены два варианта железобетонной вагонетки: сборная из двух объемных корытообразных элементов (рис. 2) и из одного элемента.

Толщина стенок ребер и плиты составила 5-6 см. Армирование плиты производилось плоскими каркасами из арматуры диаметром 6 мм класса А П, поперечных ребер — каркасами с рифленой арматурой диаметром 14 мм периодического профиля. Общая масса арматуры на один сборный элемент — 100 кг, на вагонетку — 200 кг.

Такое решение позволяло получить конструкцию железобетонной вагонетки повышенной жесткости с минимальным расходом железобетона. При этом удалось осуществить надежное крепление фартугов и колесных пар.

В связи с тем, что в туфельных печах Сокольского завода боковые грани вагонеток нагреваются до температуры свыше 300 °С, опытные вагонетки изготовлялись из огнеупорного бетона на ВПЦ и шамотном заполнителе. Технология изготовления обычная, существующая на заводе ЖБИ, с уплотнением на вибростоле и пропарива-

нием при температуре 90 °С. После монтажа опытные вагонетки были направлены в технологический цех завода (температура обжиг кирпича и труб 970 °С, ритм толкания 35 мин).

Испытания опытных вагонеток из железобетона показали надежность работы их в производственных условиях и дают основания говорить о возможности (после доработки ряда узлов) замены металлической вагонетки платформой обжиговой вагонетки на железобетонную, при этом экономия металла на одну двухметровую вагонетку составит более 1 т.

С Международной выставки-ярмарки научно-технических достижений в строительстве — «НТД-90»

Специалистами Гидростроумашини разработана карусельная машина СМА-399 для изготовления гипсобетонных стеновых камней марки СКГ-1 по ГОСТ 6133-84 БСГ, по ТУ 21 РСФСР 3.308-85.

Приращение стола в форме заливаемой гипсовой смеси. В течение 8-10 мин она наддерживается в формах. Затем их днища открываются и изделия выталкиваются на конвейер. Днища закрываются, формы перед заливкой смеси смазываются.

Конвейер перемещает готовые гипсобетонные камни к накопителю, на котором формируется один ряд штабеля, состоящий из 18 камней. Штабель состоит из 6 рядов. Манипулятор штабелера формирует штабель на деревянном поддоне, установленном на ролловом конвейере. Деревянный поддон перемещают при помощи погрузчика.

По сравнению с агрегатами аналогичного назначения машина СМА-399 дроба по конструкции, имеет повышенную надежность и обеспечивает увеличенный выход готовой продукции до 0,95.

Техническая характеристика машины СМА-399. Производительность, шт. в 1 ч., — не менее 710 (усл. кирпича не менее 5070); размеры, мм, камней полнотелых СКГ-1 по ГОСТ 6133-84, блокнот пустотелых БСГ по ТУ 21 РСФСР 3.308-85: длина — 390 ± 4, ширина — 190 ± 3, высота — 188 ± 4. Число форм — 150. Установленная мощность — 9,47 кВт. Габаритные размеры, мм: длина — 18050, ширина — 15000, высота — 4500. Масса 35000 кг.

Разработчик машины СМА-399 — Всесоюзный государственный проектно-конструкторский институт по машинам для промышленности строительных материалов «Гидростроумашин». Адрес: 252601, ГСРП, г. Киев-11, ул. Гусовского, 9. Телефон 290-93 57.

Изготовитель — хмельницкий завод «Строумашин». Адрес: 230019, г. Хмельницкий, просп. Мира, 42. Телефон 3-61-53.

УДН 001.224.003.13

Цена и качество заполнителей бетона

(Письмо в редакцию)

Гравий как заполнитель для бетона, особенно фракции 5—20 мм, имеет широкое применение. До последнего времени цена гравия не зависела от его физико-механических свойств. В 1990 г. введен новый Прейскурант 06-12-01 оптовых цен на гравий, по которому в зависимости от фракции и прочности по дробности различия в цене на гравий значительна (см. таблицу).

К

Марка прочности по дробности	Отпускная цена гравия (по Прейскуранту 06-12-01, 1990 г.), р.-к., фракции, мм		
	5—10	10—20	смесь 5—20
ДР-8	8—15	6—25	5 % от цены фракции
ДР-12	7—50	5—75	
ДР-16	6—60	5—00	

В связи с этим возникает необходимость в установлении действительного качества проб гравия, извлекаемых из карьеров. Гидропроект в течение ряда лет исследовало качество проб гравия (петрографический состав, прочность по дробности (ДР) и морозостойкость).

Работа велась для строящейся на р. Неман Клейндорской ГЭС. Песчано-гравийная смесь извлекалась земснарядом из отложений дна Каунасского водохранилища. Контрольные пробы гравия, отселяемые из гравийно-песчаной смеси состояли преимущественно из фракции 5—20 мм (47 %) и фракции 10—20 мм (53 %). В петрографическом составе гравия этих проб преобладали известняки и доломиты (55—70 %), граниты (17—28 %) и песчаники (7—15 %). Все исследованные пробы отличались значительной неоднородностью по прочности (ДР) и морозостойкости (МРЗ) (рис. 1 и 2).

В связи с этим возникает вопрос, относящийся к некоторым месторождениям гравия: к какой марке по качеству отписать контрольную пробу гравия, чтобы установить отпускную опто-

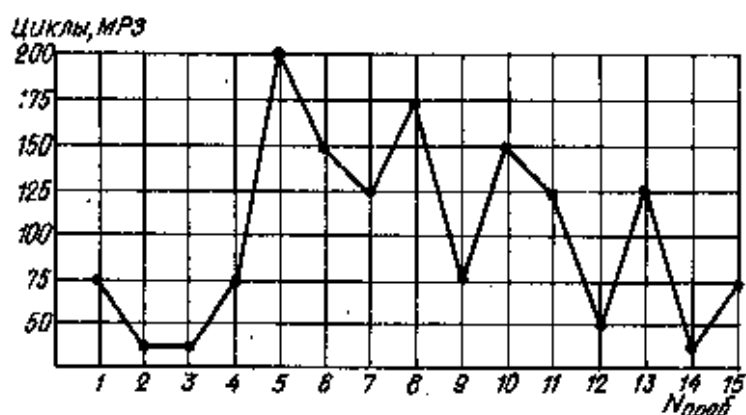


Рис. 1. Изменение прочности гравия фракции 10—20 мм (ДР) по контрольным пробам

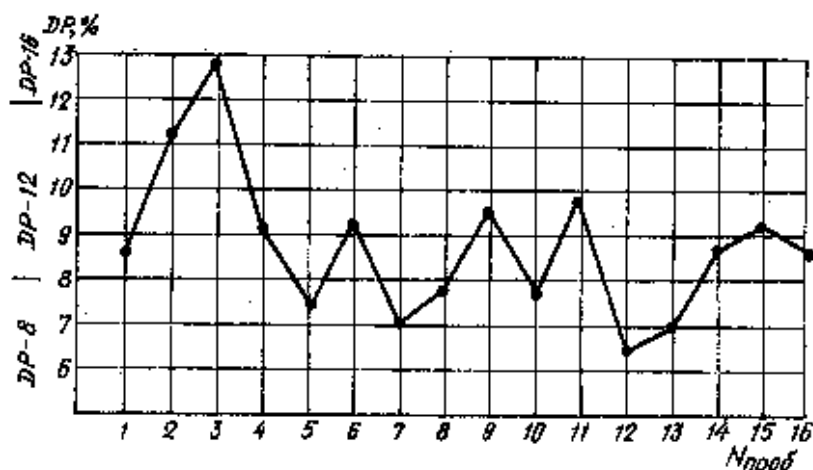


Рис. 2. Изменение морозостойкости (циклы МРЗ) гравия фракции 10—20 мм. (За предельную величину потери массы после испытаний принято 5 % согласно ГОСТ)

вую цену каждой фракции? От этого зависит величина прибыли.

Если не установлена средняя величина марки гравия по прочности, то, следовательно, не определена (и может меняться) цена принятой фракции, в связи с чем возможны арбитражные споры.

Но есть и другая неясность при определении цен на гравий. Пока еще нет рентной платы при разработке месторождений с разными условиями залегания. Если она не будет введена, то, например, предприятия речного флота будут получать оплату за легко-

добываемый гравий из русла реки, а предприятия местной промышленности за гравий, извлекаемый из-под вскрыши и требующий промывки. Первые будут получать за свою продукцию гораздо большие суммы, чем вторые. А налог с оборота у тех и других будет одинаков.

Таким образом, гравий как заполнитель для бетона должен иметь стоимость, учитывающую показатели качества и одновременно и рентные условия эксплуатации карьеров.

А. М. ВИКТОРОВ, инженер-геолог

УДК 666.71/73.65.011.56.42-529

О. Л. СОКОЛОВ, инж. (НПО «Росавтоматстром»)

Специализированное устройство программного управления СУПУ автоматом-укладчиком СМК-127

В НПО «Росавтоматстром» разработано специализированное устройство программного управления СУПУ автоматом-укладчиком СМК-127, которое предназначено для логически-временного управления механизмами автомата-укладчика СМК-127 и подавателя рамок по заданному алгоритму в зависимости от сигналов датчиков, контролирующих положение механизмов.

Конструктивно СУПУ состоит из пульта и шкафа управления. Пульт имеет кнопки управления механизмами в наладочном режиме, блок питания конечных выключателей, блок индикации состояния конечных выключателей и программируемый контроллер Б9601. В шкафу располагается силовая аппаратура. Для управления двигателями используются магнитные пускатели серии ПМЛ (КМ1 — КМ10), защита электродвигателей осуществляется автоматическими выключателями (см. рисунок).

Основной режим работы СУПУ — автоматический, для проверки и настройки отдельных узлов и механизмов применяется наладочный режим управления.

Сигналы конечных выключателей поступают на пульт управления. Программируемый контроллер производит обработку сигналов конечных выключателей SQ 1—25 кнопок управления S 1—20 и выдает сигналы управления пускателям КМ1 — КМ10.

Устройство программного управления универсально и может быть применено для любых механизмов (переключателей, пакетировщиков и др.). Его переналадка сводится в основном к составлению новой программы и ее вводу в запоминающее устройство контроллера.

Программирование контроллера осуществляется при помощи клавиатуры программатора последовательным набором команд, составляющих программу. Первоначально программа вносится в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ). После окончательной отладки и испытания СУПУ в заводских условиях, программа с ОЗУ переписывается в постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) контроллера.

СУПУ обеспечивает безотказную работу автомата-укладчика с достовер-

ной вероятностью 0,8 в течение 5000 ч при среднем сроке службы не менее 5 лет.

Годовой экономический эффект от внедрения устройства составляет 15 тыс. р. Срок окупаемости — 1 год.

Устройства, введенные в действие на Йошкар-Олинском кирпичном заводе показали соответствие их характеристик техническим условиям, надежность в эксплуатации и удобство в обслуживании.

Новые книги Стройиздата

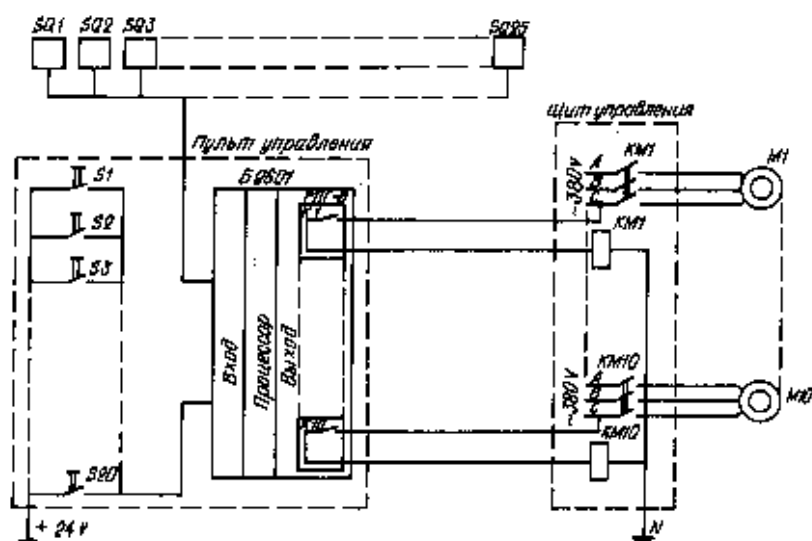
Древницкий Е. Г., Добровольский А. Г., Коробок А. А. **Повышение эффективности работы вращающихся печей.** — М.: Стройиздат, 1990. — 224 с.: ил.

Даны общие требования к рациональному составу клинкера и сырьевой смеси. Освещены учет, контроль и управление процессом обжига и охлаждения клинкера. Предложены меры, обеспечивающие надежность работы печных агрегатов, обеспыливание печных газов, наладку работы дымососов и вентиляторов. Книга предназначена для инженерно-технических работников промышленности строительных материалов.

Силиконовые композиционные материалы. В. А. Андрианов, В. В. Бабев, И. Ф. Бунькин, А. М. Сторожинский и др. — М.: Стройиздат, 1990. — 224 с.: ил. (Наука — строит. пр-ву).

Даны принципиально новые методики исследования и способы получения силиконовых композиционных материалов (СКМ). Освещены физико-механические и технологические свойства СКМ, рациональные области их применения. Приведены примеры расчетов составов СКМ и оценка их экономической эффективности. Книга предназначена для инженерно-технических работников промышленности строительных материалов и строительства.

© Соколов О. Л., 1991



Функциональная схема СУПУ автоматом-укладчиком СМК-127

УДК 689.019.01

Л. А. ФЕДЯЕВА, канд. техн. наук, С. Н. ГУЩИН, канд. техн. наук, В. Б. КУТЫН, канд. техн. наук (Уральский политехнический институт), К. К. ЗЯДУКЛЯВИЧЮС, канд. техн. наук, Г. П. АБРАМОВ, канд. техн. наук (НПО «Термоизоляция»)

Математическое моделирование тепловой работы ванной печи для плавки силикатных материалов

Сложная взаимосвязь процессов внешнего и внутреннего тепло- и массообмена в современных ваннах плавки, ограничение возможности экспериментальных методов исследования, трудности прогнозирования влияния изменения тепловых режимов и конструктивных параметров на качество готовой продукции могут быть преодолены для установления такого влияния благодаря развитию методов математического моделирования.

Основное достоинство математических моделей — возможность прогнозирования работы печи при изменении элементов конструкции или при существенных изменениях тепловых режимов, что при экспериментальном поиске оптимальных режимов, как правило, недопустимо из-за опасности получения брака.

Наиболее значительные результаты при моделировании внешнего теплообмена в ваннах плавки с настоящим временем получены при использовании зонального метода расчета, с успехом применяемого для анализа тепловой работы различных металлургических агрегатов [1, 2]. Развитие вычислительной техники в последнее время, существенное повышение ее производительности значительно расширили возможности зонального метода расчета.

В качестве объекта исследования выбрана ванная печь с лодковообразным направлением движения газов для плавки шихты из отвалных шлаков металлургических заводов имеет размеры, м: длину 9,2 и ширину 6,8. Печь отапливается природным газом (теплота сгорания $Q_p = 36610$ кДж/м³), подаваемым через сопла, установленные в щечках горелки печи. Подогрев воздуха до температуры 800–1000 °С происходит в регенераторе.

Шихта загружается в печь через восемь загрузочных окон (они расположены по четыре на каждой из боковых стен печи) небольшими порциями при помощи питателей лунжерного типа. При загрузке шихты в рабочем пространстве печи около окон образуются кучи высотой 0,5–0,6 м, которые расплавляются с поверхности и расплав стекает в ванну печи.

Использование зонального метода расчета предполагает замену реальной конфигурации объекта сочетанием параллелепипедов. В пределах выделенной объемной или поверхностной зоны предполагается постоянство оптических и энергетических характеристик. При построении геометрической модели рабочего пространства данной печи, вы-

боре схемы развития факела и движения продуктов горения исходили из реальных размеров печи. Схема трехмерной модели рабочего пространства печи приведена на рис. 1.

Газовое рабочее пространство представлено в виде параллелепипеда, разбитого по длине на пять участков, по ширине на три, а по высоте на два расчетных участка. По длине печи четыре нижние поверхностные зоны с одной стороны и четыре с другой включают в себя загрузочные окна. По ширине печи рабочее пространство разбито на три участка. Так что горелочные устройства печи выделены в отдельные зоны. Размеры участков по высоте печи определяются размерами горелочного устройства. Таким образом, газовое рабочее пространство печи разбито на 30 объемных и 62 поверхностные зоны.

Зональный метод расчета основан на решении системы нелинейных алгебраических уравнений теплопередачи и теплового баланса, записанных для каждой из m объемных и n поверхностных зон и имеющих вид:

$$\sum_{i=1}^{m+n-1} A_{ij}^* T_j - A_{ij}^{**} T_i + \sum_{i=1}^m g_i T_i - q_i T_i \pm \pm Q_i = 0, \quad (1)$$

где A_{ij}^* и A_{ij}^{**} коэффициенты радиационного обмена, кВт/К⁴, учитывающие передачу лучистой энергии, соответственно, от зоны i к зоне j и от

зоны j к остальным зонам; T_i — температура зоны i ; K_i ; q_i и g_i — коэффициенты конвективного обмена теплом или перекаса тепла массой, соответственно, между зонами i и j и зоны j со всеми остальными зонами, кВт/К; i — число зон соседних с зоной i ; Q_i — член уравнения, учитывающий внешние и внутренние источники и стоки тепла в зоне i , кВт.

Коэффициенты радиационного обмена A_{ij} рассчитывали следующим образом:

для объемных зон

$$A_{ij} = 4V_i \sigma_a K_{ij} f_{ji}$$

для поверхностных зон

$$A_{ij} = F_j \sigma_a \epsilon_j f_{ji}$$

где V_i и F_j — объемы и площади соответствующих зон, м³ и м²; σ_a — постоянная Стефана-Больцмана, равная $56,687 \cdot 10^{-12}$ кВт/(м²·К⁴); K_{ij} — коэффициент объемного поглощения зоны j ; ϵ_j — степень черноты поверхностной зоны j ; f_{ji} — разрешающий угловой коэффициент, характеризующий долю энергии, поглощенную зоной i от излучения зоны j .

Разрешающие коэффициенты излучения находили из системы алгебраических уравнений:

для объемных зон

$$f_{ji} = \psi_{ji} + \sum_{k=1}^m R_k \psi_{jk} f_{ki}$$

для поверхностных зон

$$f_{ji} = \psi_{ji} a_i + \sum_{k=1}^n R_k \psi_{jk} f_{ki}$$

где ψ_{ji} — обобщенный угловой коэффициент из зоны i в зону j ; ψ_{jk} — то же, из зоны k в зону j ; R_k — отражательная способность зоны k ; a_i — поглощательная способность зоны i .

Коэффициенты ψ_{ij} рассчитывали на ЭВМ ЕС-1033 методом статистических испытаний (метод Монте-Карло). Затем последовательно решали систему линейных уравнений для определения A_{ij} и нелинейных уравнений теплового баланса для зон модели.

Коэффициенты конвективного обмена теплом и схеме движения продуктов горения в газовом пространстве печи были определены на моделирующей установке [3, 4]. Температура тепло-

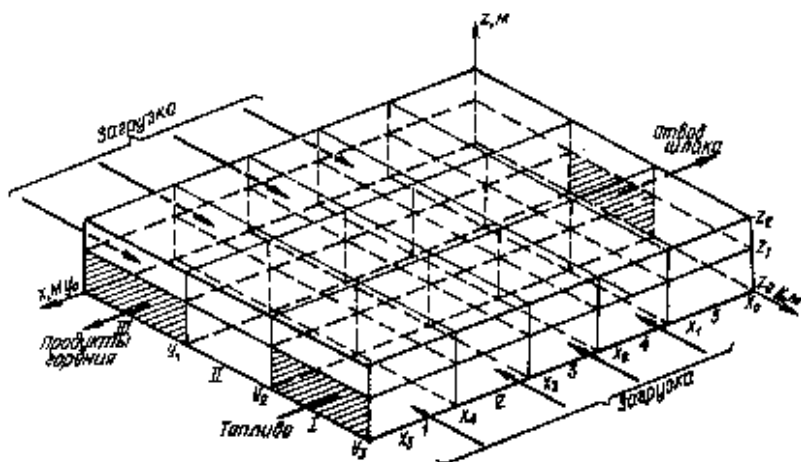


Рис. 1. Геометрия зональной модели рабочего пространства. Цифры 1–5 — номера расчетных участков по длине печи; 1–III — то же, по ширине печи; X, Y, Z — координаты границ зон, м; $X_0 = 0$; $X_1 = 1,985$; $X_2 = 3,635$; $X_3 = 5,265$; $X_4 = 6,935$; $X_5 = 9,2$; $Y_0 = 0$; $Y_1 = 2,4$; $Y_2 = 4,4$; $Y_3 = 6,8$; $Z_0 = 0$; $Z_1 = 1$; $Z_2 = 1,6$

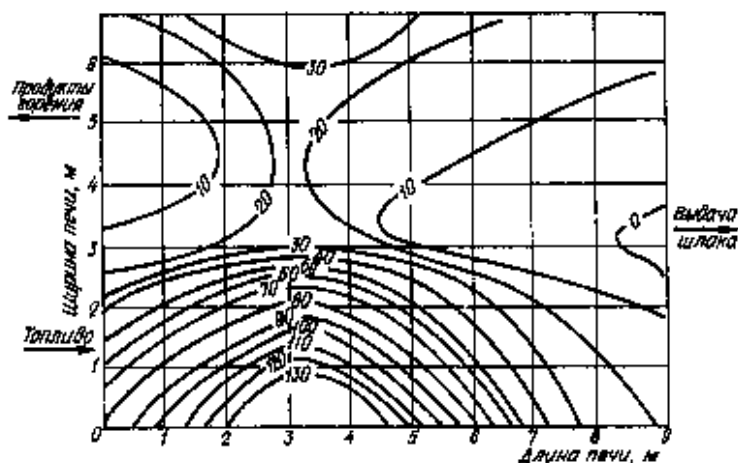


Рис. 2. Поле плотности теплопоглощения поверхностью ванны печи для плавки шлама
Цифры у линий — значения удельного теплопоглощения, кВт/м²

воспринимающей поверхности ванны, наружных поверхностей стен печи, а также расходы воздуха и газа определены в результате теплотехнических исследований на промышленной печи № 1 Челябинского завода жестких минераловатных плит.

Оптические характеристики объемных зон (коэффициенты поглощения) рассчитывали предварительно с учетом принятой схемы движения продуктов горения и заданным распределением выгорания топлива. Для поверхностей кладки принимали стеновую черноту 0,8, для зон расплавленного шлама 0,85. Влеты горелок представлены условными поверхностными зонами с эффективной стеновой чернотой 0,9.

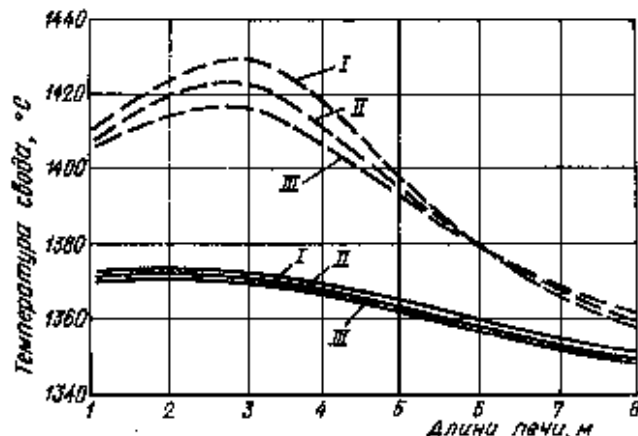
В результате решения системы нелинейных алгебраических уравнений (1) получены температуры объемных и поверхностных зон, падающие, собственные и результирующие лучистые и конвективные тепловые потоки, а также теплопоглощение ванны.

Проверка адекватности использованной зональной модели была выполнена для режима работы печи производительностью 103 т в 1 сут с тепловой нагрузкой $BQ_0 = 4,06$ МВт. С этой целью на печи измерили температуру дыма в обходящей головке с помощью отсасывающей термпары и температуру внутренней поверхности кладки боковой стены визирующим по ней радиационным пирометром. Расчетные значения температуры дыма и поверхности кладки достаточно хорошо согласуются с результатами их измерения, расхождение между ними составило 15—20 °С.

Определены расходные статьи теплового баланса исследуемой печи (см. таблицу) по результатам расчета зональным методом и прямым измерениям на действующей печи. Сопоставление представленных результатов еще раз подтверждает, что данная зональная модель достаточно хорошо отражает реальные теплообменные процессы, протекающие в рабочем пространстве печи.

Поле удельного теплопоглощения поверхностью ванны, которое характеризуется значительной неравномерностью как по длине, так и по ширине, показано на рис. 2. Максимальное теплопоглощение наблюдается в зо-

Рис. 3. Изменение температуры свода по длине печи
(I—III — расчетные участки по ширине печи, см. рис. 1). Сплошная линия — расстояние от поверхности ванны до свода печи — 2100 мм; пунктирная — то же, 1600 мм



не факела и загрузки холодных материалов вдоль боковых стен печи. Наиболее низкое теплопоглощение в районе расплавленного шлама на выходе из печи. На рис. 3 представлены результаты расчета температуры внутренней поверхности свода по длине печи для каждого из 3 участков, выделенных по ширине печи (см. рис. 1). Расчеты выполнены для 2 вариантов: когда расстояние от поверхности ванны до свода печи составляло 1600 мм (существующий на действующей печи) и 2100 мм.

Статья расхода	Результаты расчета			
	зональным методом		на экспериментальных измерениях на печи	
	кВт	%	кВт	%
Теплоусовое-ние поверх-ностью ванны с учетом по-тери тепла че-рез под	1785	30	1772	29,5
Потери тепла с продуктами горения с уче-том недожога	3606	60,6	3723	62
Потери тепла через кладку и излучением через влеты и загрузочные окна	580	9,4	513	8,5
Общий расход тепла	5951	100	6008	100

Можно видеть, что при существующем варианте расчета температуры внутренней поверхности свода печи ее максимальное значение температур находится вблизи зоны горящего факела. Наибольший перепад температур внутренней поверхности свода по ширине печи не превышает 15 °С, а по длине печи составляет около 70 °С. Расчеты, выполненные для 2 варианта с увеличением расстояния до свода печи на 500 мм, свидетельствуют о снижении максимума температуры свода на 60 °С, причем в конце печи температура уменьшается только на 10 °С. В целом температурное поле свода как по длине, так и по ширине печи оказалось более равномерным.

Суммарное теплопоглощение ванной снизилось незначительно — на 2,5%. Все это свидетельствует о том, что данное мероприятие — увеличение расстояния от ванны до свода — можно

рассматривать как резерв повышения стойкости свода печи для плавки силикатных материалов.

Таким образом, проведенный анализ расчетных и экспериментальных данных показал адекватность предложенной зональной модели сложного теплообмена в печи аналогичному процессу и агрегате промышленного образца. Представляется целесообразным дальнейшее использование зональной модели для исследования влияния различных воздействий на теплообмен в печах подобного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лисенко В. Г. Интенсификация теплообмена в пятиметных печах. — М.: Металлургия, 1978.
2. Лисенко В. Г., Волков В. В., Гончаров А. Л. Математическое моделирование теплообмена в печах и агрегатах. — Киев: Наукова думка, 1984.
3. Физическое моделирование аэродинамических процессов в ванной печи минераловатного производства / К. К. Эйдукевичус, Г. П. Абрамов, В. В. Лужа, С. Н. Гуштин, О. Н. Коновалов // Стронт. материалы. 1990, № 2.
4. Определение коэффициентов конвективной теплоотдачи в их влиянии на срок службы огнеупоров в ванной печи минераловатного производства / К. К. Эйдукевичус, Г. П. Абрамов, В. В. Лужа, С. Н. Гуштин, Н. В. Лошкарев, Е. М. Дружинин // Стронт. материалы. 1990, № 3.

Стойкость дисперсной арматуры в портландцементном камне

Эффективность композиционных дисперсно-армированных материалов, изготовленных на базе портландцементного камня и дисперсной кристаллической арматуры, определяется в основном долговечностью дисперсной арматуры в цементной матрице. Кристаллизация минеральных волокон и кризиса повысить стойкость дисперсной арматуры.

Долговечность дисперсной кристаллической арматуры, внедренной в твердеющую цементную матрицу, оценивали по изменению ее содержания в образце, полученном из смеси 40 % дисперсной кристаллической арматуры и 60 % цемента, увлажненной до относительной влажности и запрессованной под давлением в виде таблеток диаметром 30 мм и толщиной 5 мм.

Образцы подвергали термовлажностной обработке в течение того времени, которое позволяет моделировать эксплуатацию композиционных материалов в естественных условиях от 10 до 50 лет.

Это время рассчитывали по формуле:

$$t_2 = \frac{t_1}{2,66^{(t_1 - t_2)}}$$

где t_1 — время термовлажностной обработки образцов, ч; t_2 — время эксплуатации композиционного материала в естественных условиях, ч; t_1 — температура термовлажностной обработки, °C; t_2 — средняя температура эксплуатации в естественных условиях, °C.

Определена продолжительность термовлажностной обработки композиционных материалов с учетом его будущей эксплуатации в течение длительного срока. Зависимость продолжительности ускоренных испытаний композиционных материалов от будущего срока эксплуатации показана в таблице.

Как сказано выше, долговечность дисперсной кристаллической арматуры,

Срок эксплуатации композиционных материалов, г	Средняя тем-пература окружающей среды, °C	Продолжительность термовлажностной обработки, ч
1	10	2
10	10	19,4
20	10	38,8
50	10	9,7
1	20	4,6
10	20	46
20	20	92
50	20	230
1	30	12,2
10	30	122,6
20	30	245
50	30	612,4

Примечание. Температура термовлажностной обработки во всех случаях 96 °C.

внедренной в твердеющую цементную матрицу, оценивали по изменению содержания этой арматуры после термовлажностной обработки образцов разной продолжительности — от 2 до 612 ч.

Как изменилось содержание дисперсной кристаллической арматуры, устанавливали по изменению интенсивности основных отражений кристаллических фаз этой арматуры: меллита ($d = 2,87 \text{ \AA}$) и В-воластонита ($d = 2,94 \text{ \AA}$) при сравнительном рентгенофазовом анализе композиционных образцов до и после термовлажностной обработки.

Продолжительность эксплуатации и цифры соответствующих проб, подвергнутых рентгенофазовому анализу, приведены ниже.

Шифр проб	Продолжительность эксплуатации, годы
1-1	1
1-10	10
1-20	20
1-50	50

Примечание. Во всех пробах портландцемент составлял 100 %.

Качественная оценка (по данным рентгенографического анализа) фазового состава образцов композиционных материалов после их испытаний на долговечность позволяет сделать следующие выводы.

В композиционном материале, изготовленном на основе портландцемента, после его воздействия на дисперсную кристаллическую арматуру (ДКА) в течение условного года четко определяются характеристические отражения минералов ДКА-меллита ($d = 2,85 \text{ \AA}$) и В-воластонита ($d = 2,97 \text{ \AA}$) (см. рис. 1). Интенсивность отражений алита и белита ($d = 2,78; 2,74 \text{ \AA}$) выше, чем отражений меллита и В-воластонита.

Гидратные образования на рентгенограмме четко не обозначаются. На рентгенограммах этого же композиционного материала после воздействия цементного камня на ДКА в течение условных 10 лет интенсивность отражений минералов ДКА меллита ($d = 2,85 \text{ \AA}$) и В-воластонита ($d = 2,97 \text{ \AA}$) практически не изменилась, по сравнению с показателями предыдущей пробы.

Относительная интенсивность отражений алита и белита ($d = 2,78; 2,74 \text{ \AA}$) уменьшилась. При этом следует иметь в виду, что белит является медленно гидратирующимся минералом в отличие от алита и в связи с идентичностью отражений $2,78 \text{ \AA}$ и $2,74 \text{ \AA}$ как для алита, так и для белита, интенсивность этих отражений при длительных сроках гидратации в большей степени характеризует остаточное содержание белита.

Из гидратных фаз на этой рентгенограмме определяется портландит

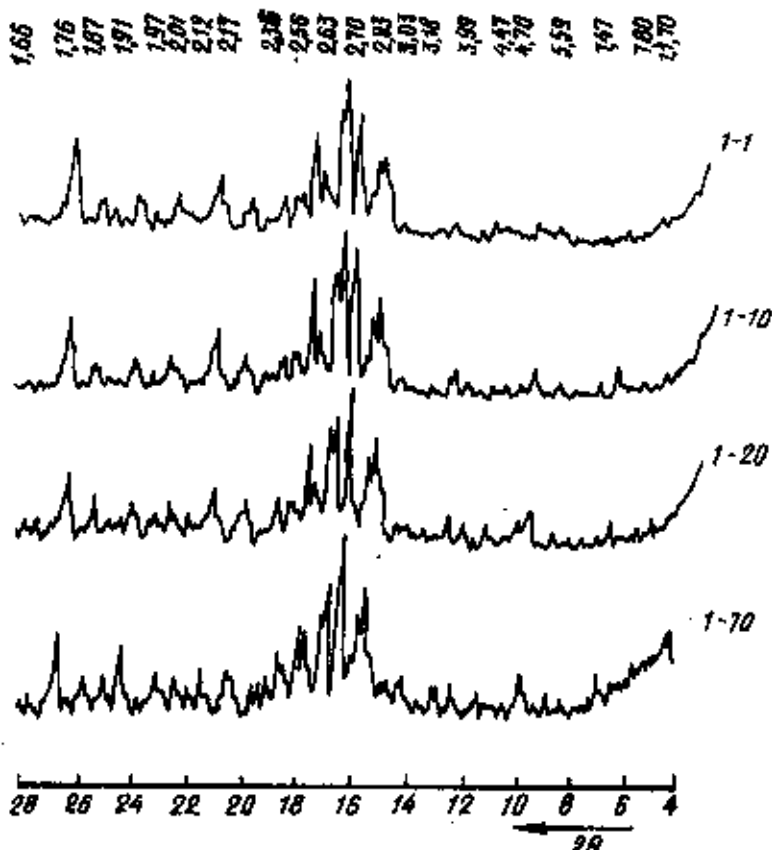


Рис. 1. Рентгенограммы композиционного дисперсно-армированного материала (разных проб) на основе портландцемента после испытаний на долговечность

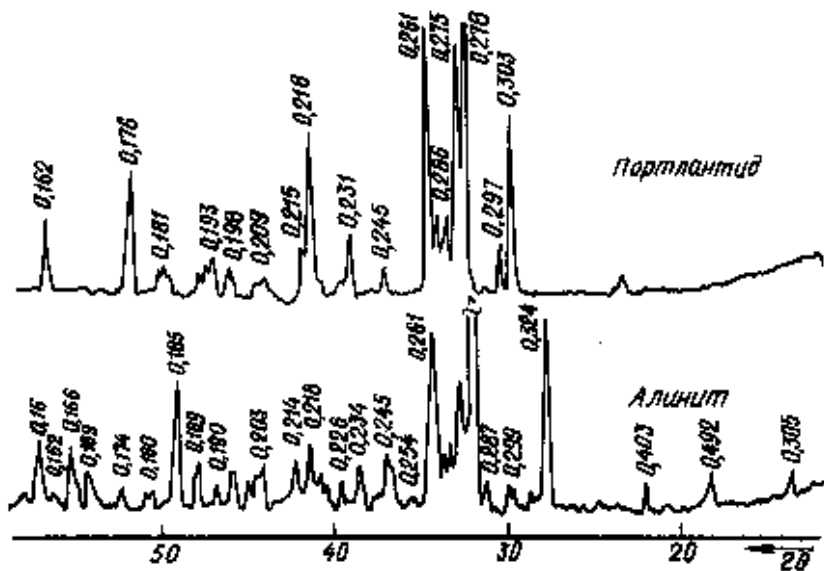


Рис. 2. Рентгенограммы портландцементного камня и алицинового портландцемента

($d=4,92 \text{ \AA}$) и этрингит ($d=3,86 \text{ \AA}$). Следует также отметить появление отражений, соответствующих тоберморитовому гидросиликату, что выражается

в повышении интенсивности отражения с $d=3,03 \text{ \AA}$, которое одновременно принадлежит алиту и должно бы с увеличением длительности гидратации

Н. К. РОЗЕНТАЛЬ, канд. техн. наук, (НИИЖЕ), В. Н. ШИШКАНОВА, инж. (ТолПИ),
Е. А. МОРОЗОВ, инж. (Прикаспийское управление строительством, г. Шевченко)

Гипсодержащие пески как заполнители для строительных растворов

В связи с расширением районов массового строительства и в то же время отсутствием в некоторых из них традиционно применяемых чистых кварцевых и полевошпатовых песков, отвечающих требованиям ГОСТ 8736—77 «Песок для строительных работ. Технические условия» возникает проблема, связанная с использованием материалов, содержащих различные примеси, в частности примеси гипса. Отнесение примесей названным стандартом к вредным устанавливается на основе специальных исследований в зависимости от назначения песков и условий эксплуатации сооружений, при строительстве которых они используются.

В другом стандарте — ГОСТ 10268—80 «Бетон тяжелый. Технические требования к заполнителям» примеси гипса отнесены к вредным. Указано, что содержание их в пересчете на SO_3 не должно превышать 1% массы песка при приготовлении бетона для гидротехнических и транспортных сооружений.

Максимально допустимое содержание гипса в песке, применяемом для приготовления строительных растворов, в нормах не указано, хотя на практике подобные пески встречаются.

Например, пески, содержащие примеси гипса, использовали для кладочных растворов при строительстве в г. Шевченко. При этом в отдельных случаях наблюдали повреждение кладочных растворов, особенно в осенний и весенний периоды года при повышении влажности среды.

В отечественной литературе не встречалось сведений об исследованиях в этом направлении, а имеющиеся за-

рубежные данные не позволяют выработать предложения о безопасном применении таких песков. В связи с этим были поставлены специальные исследования. Они включали в себя изучение прочностных и деформативных свойств растворов с установленным уровнем, при которых в них образуются трещины и происходит разрушение в различных по влажности средах, характерных для работы конструкций.

Изучали свойства образцов размером $4 \times 4 \times 16$ см из цементно-песчаного раствора состава Ц:П=1:3 с В/Ц=0,79.

В качестве вяжущего использовали портландцемент Жигулевского комбината строительных материалов марки 400 с содержанием $\text{C}_3\text{A}=9\%$. Мелким заполнителем служил гипсодержащий карбонатный песок, с модулем крупности 1,16, который применяли для изготовления кладочных растворов в г. Шевченко. В отдельных случаях часть песка заменяли гипсовым камнем, замельченным до крупности 0—5 мм.

Химический состав портландцемента, песка и гипса, % по массе: портландцемента — SiO_2 —24,6; Al_2O_3 —3,7; Fe_2O_3 —3,3; CaO —54; MgO —4,1; Na_2O —1,25; K_2O —0,2; SO_3 —3,15; п.п.п.—2,6; песка — SiO_2 —22,7; Al_2O_3 —2,8; Fe_2O_3 —1,65; CaO —37,5; MgO —1,35; Na_2O —0,4; K_2O —0,8; SO_3 —1,5; п.п.п.—30,9; гипса — SiO_2 —3,3; Al_2O_3 —0,7; Fe_2O_3 —0,25; CaO —37,5; MgO —0,9; Na_2O —0,1; K_2O —0,06; SO_3 —46; п.п.п.—10,5.

Влажностные условия твердения и испытания образцов приведены в таблице.

Результаты испытания образцов показали, что при твердении цементно-

№ серию образцов	Условия твердения и испытания образцов	
	до 28 сут	после 28 сут
1	В воде	
2	На воздухе с относительной влажностью 50—60%	До 3-месячного возраста на воздухе с относительной влажностью 50—60%, далее — в воде
3	То же	На воздухе с относительной влажностью 50—60%
4	В камере нормального твердения	То же
5	То же	В воде

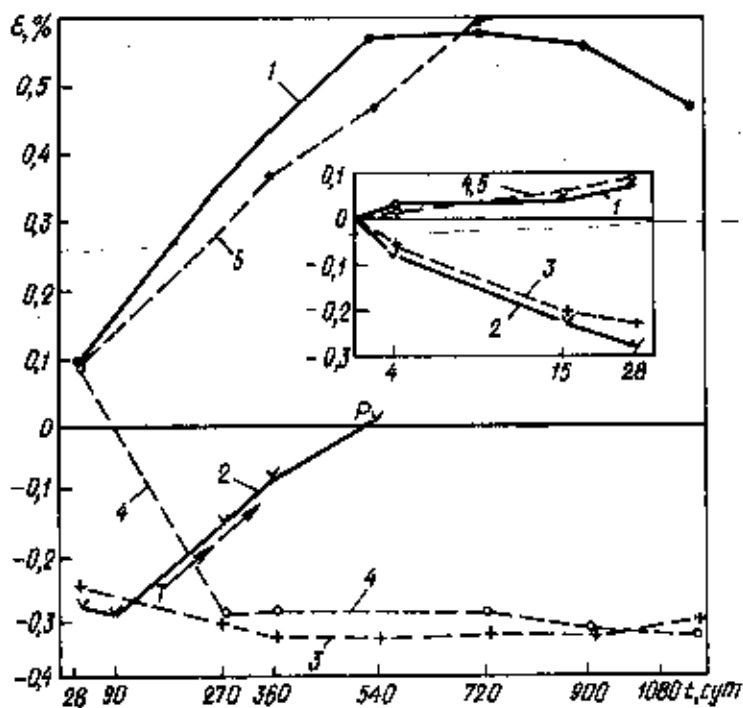


Рис. 1. Влияние влажностных условий твердения цементно-песчаных образцов на портландцементе с $C_3A=9\%$ и песке с содержанием гипса 3,5% (в пересчете на SO_3) на их расширение
 T — момент появления трещин; P — начало разрушения образца; 1, 2, 3, 4, 5 — № серии образцов, твердевших в условиях в соответствии с данными таблицы

песчаного раствора на гипсодержащем песке во влажных условиях — в воде и во влажной камере — наблюдается сильное расширение материала (рис. 1). Оно продолжается в течение 1,5–2,5 лет и достигает 0,57–0,62%.

У образцов серии 2 и 3, выдерживаемых на воздухе при 60–60% относительной влажности, наблюдалась усадка, достигавшая 0,3%. После помещения образцов серии 2 в воду зафиксировано резкое их расширение с образованием в 6-месячном возрасте трещин. Количество трещин, ширина и длина их раскрытия увеличиваются



Рис. 2. Внешний вид образцов на портландцементе и песке, содержащем 3,5% гипса (в пересчете на SO_3) при выдерживании их в воде после предварительного 3-месячного твердения на воздухе в возрасте 3 лет

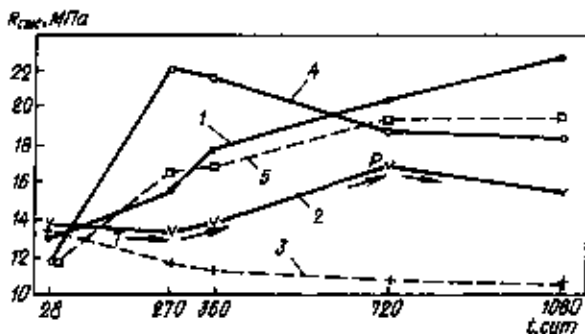
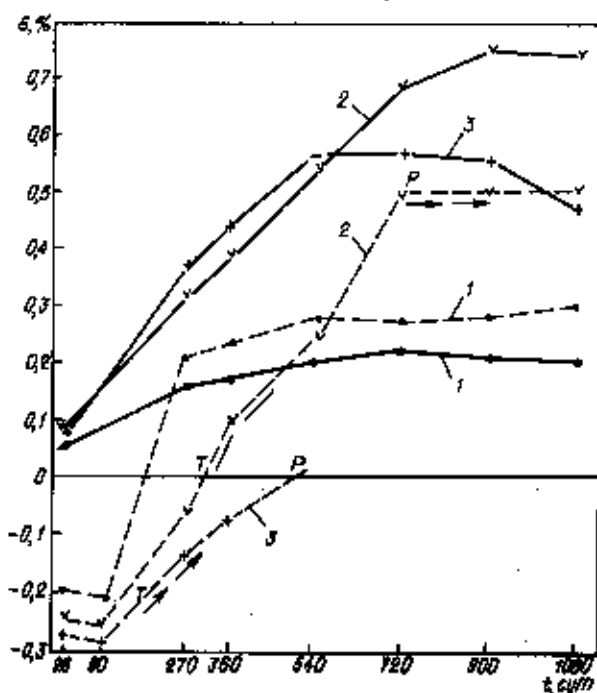


Рис. 3. Прочность при сжатии цементно-песчаных образцов на портландцементе с $C_3A=9\%$ и песке с содержанием гипса 3,5% (в пересчете на SO_3) при твердении в различных влажностных условиях
 T — момент появления трещин; P — начало разрушения образца; 1, 2, 3, 4, 5 — № серии образцов, твердевших в условиях в соответствии с данными таблицы

Рис. 4. Деформация цементно-песчаных образцов на портландцементе с $C_3A=9\%$ и гипсодержащем песке
 T — момент появления трещин; P — начало разрушения образца 1—1,5% SO_3 в песке; 2 — то же, 2,5%; 3—3,5% — твердение в воде; — — — то же, в течение 3 мес, на воздухе, далее — в воде



и в возрасте 3 лет развитие трещин заканчивается разрушением цементно-песчаных образцов (рис. 2).

При твердении цементно-песчаных образцов в течение около 28 сут в нормальных условиях (в камере с относительной влажностью воздуха 100%) и далее на воздухе в течение 9 мес происходит их усадка, которая затем прекращается, и относительная деформация остается на уровне 0,29–0,32%.

Прочностные характеристики цементно-песчаных образцов, выдерживаемых при перечисленных выше условиях, приведены на рис. 3. Несмотря на значительные деформации расширения наибольшая прочность наблюдалась у образцов, выдерживаемых постоянно в воде (см. рис. 3, кривая 1), ниже этот показатель у образцов, твердевших первые 28 сут в камере нормального твердения (кривая 5).

Микроскопические исследования образцов серии 1 в возрасте 3 мес и 2 лет показали, что со временем увеличивается количество мелких (0,005–0,15 мм) пор и уменьшается количество более крупных. При сильном увеличении ($\times 500$) видно очень плотное прилегание цементного камня к зернам заполнителя, в на отдельных участках граница контакта практически неразличима.

Образцы, выдерживаемые на воздухе, после 28-суточного нормального твердения до 1 г. набирают прочность, затем происходит постепенное снижение прочности — в 3-летнем возрасте в среднем на 14%. Прочностные характеристики образцов, твердевших с момента изготовления до 2-месячного возраста на воздухе (см. рис. 3, кривая 2) и постоянно на воздухе (кривая 3) значительно ниже прочностных характеристик образцов, выдерживаемых в воде в нормальных условиях.

При испытании на прочность при изгибе образцы серии 2 разрушились в основном по поперечной трещине. На поверхности трещин и на сколе об-

разница ясно видна белая каемка, состоящая, как показали электронно-микроскопические исследования, из этрингита — продукта взаимодействия гипса с C_3A цемента.

Разрушение цементно-песчаных образцов серии 2 можно объяснить следующим образом. В начальный период гидратации цемента гипс вступает во взаимодействие с активным компонентом цементного камня — гидроалюминатом кальция. В результате образуется гидросульфаталюминат кальция трехсульфатной формы — этрингит, кристаллизующийся с большим увеличением объема, что вызывает значительные внутренние напряжения.

Как показал рентгеноструктурный анализ, в зависимости от влажностных условий выдерживания цементно-песчаных образцов образуется различное количество новой фазы. При выдерживании образцов на воздухе образование этрингита замедляется или прекращается совсем в результате недостаточного количества воды в порах цементного камня.

После помещения образцов в воду поры цементного камня насыщаются водой, которая, обладая расширяющим действием, уменьшает межмолекулярные силы твердой фазы. Происходит деформация набухания образцов. Возобновляется процесс образования этрингита. Его объем уже через 3 мес становится больше объема пор. Возникает кристаллизационное давление с последующим разрушением стенок пор, в которых степень заполнения их объема новообразованиями достигла критического значения.

Расширение цементно-песчаных образцов возрастает с увеличением количества гипса в песке (рис. 4).

При содержании в песке гипса 1,5 % (в пересчете на SO_3) до возраста образцов 2 г. деформация их постепенно возрастает и при достижении 0,21 % стабилизируется. Введенная в песок добавка гипса в количестве до 2,5 и 3,5 % резко изменяет характер и значения относительных деформаций образцов. После 28 сут наблюдается интенсивное расширение образцов, которое к 1,5 г. достигает 0,54—0,56 %. Далее линейный характер кривых резко меняется. При содержании в песке гипса 2,5 % деформация образцов продолжает расти и при возрасте последних 3 г. достигает 0,75 %. Иначе ведут себя образцы с содержанием гипса в песке 3,5 %: у образцов возраст 1,5—2 г. расширение почти прекращается, после чего начинается постепенное, а затем резкое уменьшение длины. Образование трещин при этом не наблюдается.

Образцы, твердевшие в течение 3 мес на воздухе при температуре 20—30 °С и относительной влажности 50—60 %, показали усадку, тем большую, чем больше в песке гипса. После помещения образцов в воду было зафиксировано их резкое расширение. В образцах, песок которых содержит 1,5 % гипса, относительная деформация расширения в возрасте 1,5 года достигает 0,27 % и стабилизируется. Образцы с содержанием в песке гипса 2,5 и 3,5 %, выдержанные на воздухе и помещенные в воду, начали разрушаться соответственно к 1 и 2 г. Более полное разрушение наблюдается у образцов с содержанием в песке

гипса 3,5 %.

Прочность цементно-песчаных образцов при их выдерживании в воде в течение 3 лет увеличилась. Для образцов с содержанием в песке гипса 1,5 % это увеличение составило 137 %, а для образцов с гипсом в песке 2,5 и 3,5 % — соответственно 122 и 72 %. В растворах с содержанием гипса в песке 2,5 и 3,5 %, выдержанных в течение 3 мес на воздухе и далее — в воде, к 9 мес отмечается спад прочности на 8—4 %. Затем даже при наличии развивающихся трещин за счет упрочнения контактной зоны цементного камня с зерном гипса новообразованиями этрингита до достижения образцами 2 лет происходит увеличение прочности на 17—20 %, после чего начинается разрушение образцов и прочность их падает.

У образцов с содержанием в песке гипса 1,5 % снижения прочности не наблюдается, а к 3 г. этот показатель увеличивается на 73 %.

Таким образом установлено, что если в песке содержится 2,5—3,5 % гипса, то изготовленные с этим песком строительные растворы могут разрушаться,

особенно в случае использования высокоалюминатных цемента. Наиболее существенное повреждение растворов, приготовленных на гипсодержащем песке, происходит при насыщении их водой после предварительного твердения на воздухе.

Максимальное содержание гипса в песке, не вызывающее разрушения растворов на портландцементе, составляет 1,5 % (в пересчете на SO_3).

Поскольку эксперименты ставили с растворами на высокоалюминатном портландцементе, наиболее подверженном сульфатной коррозии, вывод можно распространить также на растворы на средне- и низкоалюминатных портландцементе и шлакопортландцементе.

Следует отметить, что возможность применения гипсодержащих песков в плотных бетонах должна быть доказана специальным исследованием.

Результаты исследований позволяют разработать рекомендации по применению кладочных растворов на карбонатном песке применительно к условиям, характерным для условий г. Шевченко.

ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ И РУКОВОДИТЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИЙ

ЛЕНИНГРАДСКИЙ ДОМ СТРОИТЕЛЬНОЙ КНИГИ ВЫСЫЛАЕТ
НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ ИНСТРУКТИВНО-
НОРМАТИВНУЮ ЛИТЕРАТУРУ СТРОИТЕЛЯ:

- Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы.
- ЕНиР. Сб. Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы. 1989.— 65 к.
- ЕНиР. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. 1987.— 30 к.
- ЕНиР. Сб. Е8. Отделочные покрытия строительных конструкций. Вып. 1. Отделочные работы. 1989.— 40 к.
- ЕНиР. Сб. Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып. 1. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений. 1987.— 30 к.
- ЕНиР. Сб. Е11. Изоляционные работы. 1988.— 30 к.
- ЕНиР. Сб. Е17. Строительство автомобильных дорог. 1989.— 25 к.
- ЕНиР. Сб. Е27. Кислотоупорные и антикоррозионные работы. 1987.— 25 к.
- ЕНиР. Сб. Е28. Монтаж подъемно-транспортного оборудования. Вып. 1. Оборудование непрерывного действия. 1988.— 35 к.
- ЕНиР. Сб. Е32. Монтаж контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации. 1988.— 25 к.
- ЕНиР. Сб. Е34. Монтаж компрессоров, насосов и вентиляторов. 1987.— 20 к.
- ЕНиР. Е35. Монтаж и демонтаж строительных машин. 1988.— 40 к.
- ЕНиР. Сб. Е40. Изготовление строительных конструкций и деталей. Вып. 3. Деревянные конструкции и детали. 1987.— 25 к.

Заказы направляйте по адресу: 195027, Ленинград, Большеохтинский пр., д. 1, магазин № 19 «Дом строительной книги».

Влияние влажности песка на его насыпную плотность

К точности дозирования песка при изготовлении бетона предъявляются жесткие требования ($\pm 2\%$). Объясняется это тем, что при недостаточном расходе песка уменьшается выход бетона, бетонная смесь при вибрировании легко расслаивается, что отрицательно сказывается на структуре и прочности бетона. Избыточное содержание песка приводит к повышенной жесткости бетонной смеси и для придания ей нужной подвижности приходится увеличивать расход цемента при постоянном водоцементном отношении.

При изготовлении бетонных и растворовых смесей песок дозируется как по весу, так и по объему. Между тем одно и то же количество материала в зависимости от его влажности может занимать разные объемы, т. е. иметь разную насыпную плотность.

Зависимость объема песка от его влажности приведена на рис. 1 (кривая 1), (объем, занимаемый сухим материалом, принят за 100%). Наибольшее приращение объема песка наблюдается при влажности 5—7%, затем по мере увеличения содержания влаги уменьшается и при влажности более 20% материал занимает меньший объем, чем сухой. Разница между максимальным и минимальным содержанием песка в дозаторе может быть более 40%.

У специалистов нет единого мнения по вопросу о влиянии влаги на насыпную плотность песка. Так одни [1, 2] влияние влаги на насыпную плотность вообще не рассматривают, другие [3, 4, 5, 6, 7, 8] рассматривают его только как факт; третьи [9, 10] упоминают капиллярные силы, препятствующие плотной упаковке зерен, без освещения механизма их действия; четвертые [11, 12, 13, 14] увеличение объема песка при его увлажнении объясняют образованием водных оболочек вокруг зерен материала. Считается, что пленки воды на поверхности зерен песка могут препятствовать плотной упаковке зерен, затрудняя их скольжение друг относительно друга. Они же, раздвигая зерна песка, могут увеличить объем, занимаемый материалом. Эти факторы могут влиять каждый в отдельности или одновременно.

По Дж. Уолкеру [15] распределение электрических зарядов на поверхности песчинок таково, что в водной среде, соприкасающейся с песком, образуется двойной диффузионный слой. Вода в этом слое становится более вязкой, что затрудняет скольжение песчинок друг относительно друга.

Допустим, что наибольшее увеличение объема песка происходит при влажности 6%. Принимаем, что его удельная поверхность равняется $100 \text{ см}^2/\text{г}$, насыпная плотность — $1,5 \text{ кг}/\text{дм}^3$, толщина диффузионного слоя — 10 \AA . Общая поверхность зерен

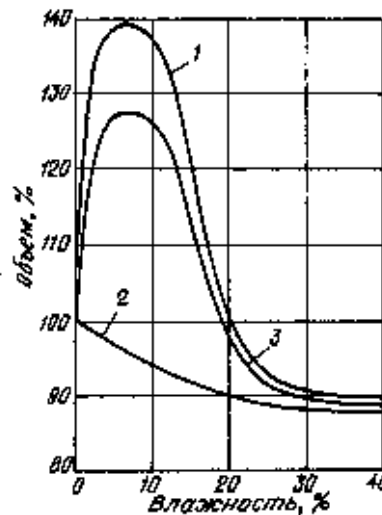


Рис. 1. Влияние влажности на объем песка
1 — обычный песок; 2 — гидрофобизированный песок; 3 — песок, увлажненный 0,5% мылонафта

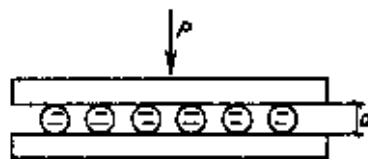


Рис. 2. Капли воды между гидрофобными поверхностями



Рис. 3. Прослойка воды между гидрофильными поверхностями

песка в 1 дм^3 составит $1500 \times 100 = 150000 \text{ см}^2$, содержание воды в нем $1500 \times 0,06 = 90 \text{ г}$.

При равномерном распределении влаги на поверхности материала толщина ее слоя составит $90:150000 = 0,0006 \text{ см}$ или 60000 \AA , толщина прослойки воды между двумя зернами песка — 120000 \AA , тогда толщина двух диффузионных слоев воды (20 \AA) составит всего $0,016\%$ от указанной величины. Столь незначительная их толщина по сравнению со слоем обычной воды не окажет существенного влияния на скольжение зерен песка друг относительно друга.

Предположим, что размер частиц песка составляет 1 мм и он плотно

уложен в виде куба $10 \times 10 \times 10 \text{ см}$. Тогда на ребре куба уложится 100 песчинок. При образовании диффузионных слоев на поверхности песчинок длина ребра увеличится примерно на $100 \times 20 = 2000 \text{ \AA}$ ($0,0002 \text{ мм}$). Из-за незначительной толщины диффузионного слоя можно считать, что эффект совместного действия двух рассмотренных факторов будет тоже незначительным.

Пусть между двумя стеклянными пластинками, покрытыми парафином, находятся капли воды (рис. 2). Вода парафин не смачивает и поэтому не растекается по нему тонким слоем, уменьшая зазор между пластинками. Более того, капли воды будут препятствовать сближению пластинок. Требуется определенное усилие P для уменьшения расстояния d между ними.

Нанесем несколько капель воды на чистую стеклянную пластинку и накроем другой такой же пластинкой. Поскольку стекло является гидрофильным материалом, вода растечется по прилегающим друг к другу поверхностям, образуя между ними прослойку, которая по краям будет иметь вогнутый мениск (рис. 3).

Так как поверхность мениска стремится уменьшиться, то пластинки будут сближаться под оказываемым на них давлением P , которое определяется по уравнению

$$P = P_A - \frac{2\sigma \cos \theta}{d}, \quad (1)$$

где P — давление, оказываемое на пластинки; P_A — атмосферное давление; σ — поверхностное натяжение воды; θ — краевой угол смачивания; d — диаметр мениска.

Таким образом, при $\theta < 90^\circ$ пластинки сближаются под влиянием сил, возникающих при смачивании материала водой ($\cos \theta$ — величина положительная, давление в прослойке воды ниже атмосферного) и, наоборот, при $\theta > 90^\circ$ указанные силы будут препятствовать сближению пластинок ($\cos \theta$ — величина отрицательная, давление в прослойке жидкости больше атмосферного). И, наконец, при $\theta = 90^\circ$ и $\cos \theta = 0$ силы поверхностного натяжения не будут оказывать влияния на изменение расстояния между пластинками, так как $P = P_A$.

Указанное в принципе справедливо и для случаев соприкосновения поверхностей других геометрических форм, например сферических, если между ними будет находиться водная прослойка.

Песок, как и стекло, хорошо смачивается водой. Поэтому указанного рода прослойки воды будут образовываться и при попадании влаги в места соприкосновения зерен песка. Под их влиянием частицы песка будут сближаться

насколько это позволяет шероховатости на их поверхности.

Перемещение зерен песка относительно друг друга может привести к увеличению поверхностей менисков, что потребует приложения определенной силы. Если она незначительна, например, это вес песчинок малого размера, то песок перестанет уплотняться.

Если влажному песку придать ту или иную форму, например куба, то она будет сохраняться до тех пор, пока из материала испаряется влага или, наоборот, до тех пор, пока пустоты между его зернами не заполнятся водой. Сухой песок и песок, находящийся в воде, приданную им форму не сохраняют, поскольку водная и воздушная среды не препятствуют в должной мере перемещению зерен относительно друг друга и не связывают их между собой.

Следует особо отметить, что увеличение объема, занимаемого песком, происходит не при его увлажнении, а при последующем разрыхлении в результате, например, перемешивания или пересыпке его из одной емкости в другую, так как только в этом случае прослойки воды, имеющие поверхность раздела с воздухом в виде вогнутых менисков, будут связывать между собой зерна песка в разрыхленном состоянии.

При низкой влажности песка таких прослоек образуется сравнительно мало и увеличение объема при перемешивании песка будет незначительное. При влажности песка 5—7% образуется наибольшее количество прослоек воды, что приводит к максимальному увеличению объема, занимаемого рыхлым песком. При дальнейшем повышении влажности материала все большее и большее количество зерен песка после его перемешивания начнет уменьшаться, достигая минимума при полном заполнении водой всех пустот между зернами материала.

Как видно из уравнения (1), объем разрыхленного влажного песка зависит от изменения величин d , θ и ρ .

Для определения влияния степени смачиваемости материала водой и величины ее поверхностного натяжения на насыпную плотность песка при его увлажнении были проделаны следующие опыты. Использовался мелкий кварцевый песок с насыпной плотностью 1,54 г/см³. Часть песка подвергалась гидрофобизации 5%-ным раствором ГКЖ-94 в органическом растворителе. По общепринятой методике определялась насыпная плотность обоих видов песка после каждого повышения их влажности на 1%. Объем влажного песка по отношению к сухому определялся по формуле

$$V = \frac{Q_{н.сух}}{Q_{н.влажн.}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $Q_{н.сух}$ — насыпная плотность песка в сухом состоянии; $Q_{н.влажн.}$ — насыпная плотность влажного песка.

Полученные результаты приведены на рис. 1. Пустотность использованного песка оказалась равной 39%, а максимальное увеличение его объема происходит при влажности 5—7% (кривая 1), что согласуется с литературными данными [3, 4, 5, 6 и др.]. В этих условиях вода, увлажняющая песок, не может заполнить целиком весь объем межзернового пространства.

Допустим, что вода частично заполняет систему из двух сообщающихся капилляров разных размеров. Если

материал гидрофильный, то вода из крупного капилляра перейдет в мелкий, так как давление ее в мелком капилляре будет меньше, чем в крупном. Наоборот, если материал гидрофобный, то вода из мелкого капилляра вытеснится в крупный, так как давление в меньшем по размеру капилляре будет больше, чем в крупном [16].

Из изложенного вытекает, что при увлажнении и перемешивании обычного (негидрофобизованного) песка вода в первую очередь будет накапливаться в местах контактов зерен и лишь затем начнет заполнять межзерновое пространство.

В этих же условиях вода в гидрофобизованном песке в первую очередь будет заполнять межзерновое пространство и не будет препятствовать скольжению зерен материала друг относительно друга.

В первом случае в начале увлажнения и перемешивания будет наблюдаться значительное увеличение объема материала за счет образования водных прослоек в местах соприкосновения песчинок.

Во втором случае водные прослойки не образуются и по мере увеличения содержания влаги в межзерновом пространстве гидрофобизованных зерен масса материала будет увеличиваться при практически постоянном объеме, что приведет к увеличению значения насыпной плотности. По этой же причине значения относительного объема песка, вычисленные по формуле (2), уменьшаются (кривая 2).

Как видно из уравнения (1), при нулевом значении величины поверхностного натяжения воды ее давление между поверхностями частиц материала будет равно атмосферному и водная прослойка не будет препятствовать смещению песчинок друг относительно друга.

Можно поэтому ожидать, что при понижении значения величины поверхностного натяжения воды силы, препятствующие скольжению зерен относительно друг друга, будут ослабевать и максимальное значение прироста объема песка будет уменьшаться.

Для улучшения подвижности и пластичности бетонных и растворных смесей используют вещества, снижающие поверхностное натяжение воды, к числу которых относятся и мылонафт.

Для увлажнения песка он использовался в виде 0,5%-ного водного раствора. Полученные данные приведены на кривой 3. Их сравнение с данными, полученными при использовании для той же цели чистой воды (кривая 1), показывает снижение значения максимального прироста объема песка при снижении поверхностного натяжения воды.

В связи с этим можно утверждать, что при использовании ПАВ одной из причин улучшения подвижности бетонных и растворных смесей, в которых имеются поверхности раздела вода-воздух, является снижение значения поверхностного натяжения воды. Установлено, что крупный влажный песок при разрыхлении занимает меньший объем, чем мелкий [11].

Объем разрыхленного песка будет стремиться к уменьшению под влиянием гравитационных сил, приложенных к зернам материала. Уплотнению материала будут препятствовать прослойки воды в местах соприкосновения поверхностей его зерен. В мелком песке

указанных прослоек больше, а зерна мельче, чем в крупном. Поэтому максимальное приращение объема влажного крупного песка будет меньше, чем у мелкого.

Таким образом, можно утверждать, что изменение насыпной плотности песка в зависимости от его влажности является в основном результатом совместного действия капиллярных сил и рыхления материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горчаков Г. И. Строительные материалы. — М.: Высшая школа, 1982.
2. Домокоев А. Г. Строительные материалы. — М.: Высшая школа, 1982.
3. Баженов Ю. М. Способы определения состава бетона различных видов. — М.: Стройиздат, 1975.
4. Баженов Ю. М., Комар А. Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. — М.: Стройиздат, 1984.
5. Воробьев В. А. Строительные материалы. — М.: Высшая школа, 1973.
6. Комар А. Г. Строительные материалы и изделия. — М.: Высшая школа, 1978.
7. Комар А. Г. Строительные материалы и изделия. — М.: Высшая школа, 1983.
8. Горчаков Г. И. Строительные материалы. — М.: Высшая школа, 1981.
9. Хитероянц М. И. Строительные материалы. — М.: Госиздат, 1970.
10. Чехов А. П., Сергеев А. М., Дибров Г. Д. Справочник по бетонным и растворам. — Киев: Будивельник, 1979.
11. Комаров А. В., Полякова Н. В. Строительные материалы и детали. — М.: Госстройиздат, 1972.
12. Полов К. Н. Материаловедение для каменщиков и монтажников конструкций. — М.: Высшая школа, 1981.
13. Попов Н. А. Строительные материалы. — Л.: Стройиздат Наркомстрой, 1941.
14. Невиль А. М. Свойства бетона (перевод с английского). — М.: Госиздат, 1972.
15. Уолкер Дж. Почему сжимаются влажные частицы песка и глины // В мире науки. 1983. № 1.
16. Фршх С. Э. Курс общей физики. Том 1. — М.: Физматгиз, 1982.

С выставки-ярмарки НТД-90

Всесоюзным государственным проектно-конструкторским институтом по машинам для промышленности строительных материалов Гипростроймашин разработана резательный комплекс «Конрекс-90/240» СМС-276. Он предназначен для производства изделий из ячеистого бетона по ударной технологии на конвейерной линии. Для укладки готовой продукции в транспортные пакеты предусмотрен улаковочный комплекс «Пакет-1».

Номинальные размеры формируемого массива 6080×1260×950 мм, пластическая прочность разрезаемого массива 0,32—1 кгс/см². Производительность комплекса 40 м³/ч, установленная мощность 400 кВт, габариты 88000×44800×11550 мм. Пакетирование блоков из ячеистого бетона осуществляется на деревянных поддонах. Объем пакета 18 м³, его обвязка производится стальной лентой. Предусмотрена упаковка и в термоусадочную пленку.

Изготовитель — НПО «Строммелиормаш».



Строители — сельскому хозяйству

В Москве на ВДНХ СССР с 19 по 25 октября 1990 г. работала Международная выставка-ярмарка «Строители — сельскому хозяйству». Она была организована Инженерно-коммерческим центром «Интерстройпрогресс» Госстроя СССР и выставочным комплексом «Строительство» ВДНХ СССР.

Техническая направленность выставки-ярмарки отражала результаты научно-технической деятельности НИИ, КБ, кооперативов и др. в области производства строительных материалов, изделий и конструкций для сельского строительства, создания оборудования и технологических линий для их изготовления.

Среди многочисленных экспонатов большую часть представляют разработки Центрального научно-исследовательского, экспериментального и проектного института по сельскому строительству (ЦНИИЭПсельстрой). В основном это комплексы конструкций сельских жилых и общественных зданий, сооружений сельскохозяйственного назначения из различных материалов, технологии их изготовления.

Технология изготовления керамзитопенобетона для стеновых конструкций. Керамзитопенобетон получают по обычной технологии производства легких бетонов с использованием дополнительного оборудования — установки для введения в бетонную смесь технической пены.

Поризация керамзитобетона технической пеной позволяет уменьшить плотность бетона, снизить расход мелкого заполнителя, улучшить удобоукладываемость бетонной смеси, повысить качество изделий, снизить себестоимость бетона.

Из керамзитопенобетона можно изготавливать наружные стеновые панели для жилых, общественных и производственных сельскохозяйственных зданий.

На основе прямых хозяйственных договоров осуществляется поставка автоматизированной установки по приготовлению технической пены, оказывается техническая помощь во внедрении керамзитопенобетонных конструкций, передается проектно-техническая документация, проводятся консультации. На тех же условиях предлагается разрабатывать технологию и нормативно-техническую документацию на приготовление гипсобетона для формирования наружных стен жилых домов усадебного типа в сборном и монолитном вариантах.

ЦНИИЭПсельстрой является разработчиком ограждающих конструкций

(стен, покрытий и перегородок) из асбестоцементных экструзионных панелей для возведения сельских производственных зданий серий 1.832.8—12, 1.830.8—1/86 и 1.860.8—7/85. По сравнению с традиционно применяемыми железобетонными и асбестоцементными конструкциями такие панели более индустриальны — длина конструкций достигает 6 м, что дает возможность применять их для стен зданий с шагом колонн 6 м без дополнительного устройства фахверга; на их изготовление не требуется асбеста высоких марок, стали и древесины.

Наиболее целесообразно применение асбестоцементных экструзионных конструкций для стен сельских производственных зданий. Экономический эффект по сравнению, например, с применением керамзитобетонных панелей в зависимости от районов эксплуатации может достигать 12 р. на 1 м².

Асбестоцементные экструзионные панели стен и перегородок комплектуются эффективными крепежными деталями. По сравнению с существующими это позволяет снизить общую массу конструкции до 50 %, трудоемкость монтажа и стоимость в «деле» — до 30 %.

Институтом разработана номенклатура и рабочие чертежи опытных образцов новых асбестоцементных экструзионных изделий, рекомендуемых для внедрения на объектах агропромышленного комплекса.

На основе прямых хозяйственных договоров институт разрабатывает и передает нормативно-техническую документацию на новые виды экструзионных асбестоцементных изделий и конструкций на их основе, технические условия на крепежные изделия, организует их производство и поставку заказчика, оказывает техническую помощь при внедрении в сельскохозяйственное строительство.

Демонстрировались стеновые панели из легких бетонов с пониженным армированием для зданий сельскохозяйственных предприятий.

Разработка, осуществленная на базе типовых серий 1.832.1—9 и 1.832.1—10 двухслойных стеновых панелей из легких бетонов горизонтальной и вертикальной разрезки, явилась результатом экспериментально-теоретических исследований, проведенных институтом совместно с НИИЖБом Госстроя СССР.

Предлагается нормативная документация на ограждающие конструкции: однослойные и многослойные стеновые панели, комплексные плиты покрытий, теплые керамзитобетонные и резиновые полы животноводческих зданий, сборные сплошные и решетчатые плиты по-

лая, изделия технологического назначения сельскохозяйственных зданий, сборные и монолитные трехслойные стены усадебных домов и др.

Оказывается техническая помощь во внедрении конструкций для сельских производственных зданий, предприятий по хранению и переработке сельскохозяйственной продукции, жилых домов усадебного типа и других объектов агропромышленного комплекса.

Применение в строительстве двухслойных легкобетонных стеновых панелей с пониженным армированием горизонтальной и вертикальной разрезки позволяет по сравнению с типовыми конструкциями серий 1.832.1—9 и 1.832.1—10 экономить 9—30 % стали, снизить на 33 % трудоемкость и себестоимость изготовления арматурных каркасов панелей.

Экономический эффект от применения таких панелей с пониженным армированием составляет от 0,34 до 0,56 р. на 1 м² панели.

На выставке была представлена технология изготовления легких бетонов, в которых традиционный клинкерный цемент заменен на смешанное перлитовестковогалусовое вяжущее (ПИГВ). Оно состоит из кислой вулканической породы (перлита, обсидиана, пехштейна), активированной добавкой извести и гипса.

Технология приготовления вяжущего заключается в помоле компонентов до удельной поверхности 3000—5000 см²/г. После тепловлажностной обработки при температуре 95—98 °С получают вяжущее марок 300, 400, 500 в зависимости от вида вулканического стекла.

Организация производства ПИГВ позволяет использовать местные сырьевые материалы (вулканическое стекло, известь, гипс), в том числе отходы добычи вулканических пород, объемы которых достигают в СССР 1 млрд. м³, и, что очень важно, экономить при производстве каждой 1/7 вяжущего около 180 кг усл. топлива.

Замена клинкерного цемента на ПИГВ целесообразна в районах, богатых запасами вулканических стекол (Дальний Восток, Кавказ, Закавказье, Камчатка, Средняя Азия, Украина).

Изделия из легких бетонов изготовленных на основе перлитовестковогипсовых вяжущих имеют повышенные теплозащитные свойства — на 10—15 %, более низкую (на 100—150 кг/м³) среднюю плотность бетона. Кроме того, исключается щелочная коррозия бетона, приготовленного на заполнителях, обладающих повышенной гидравлической активностью — вспученным перлите, керамзите, шунгикте. Стоимость

1 м³ такого бетона на 3—4 р. ниже, чем портуландцементного. Предлагается нормативно-техническая документация: технические условия, технологический регламент производства мелких стеновых блоков из легкого бетона на бесцементном вяжущем, проект технологической линии по его производству.

Для строителей сельскохозяйственных производственных зданий могут представлять интерес ограждающие конструкции типа «сандвич» — стеновые панели, плиты покрытия с обшивками из асбестоцемента или цементно-стружечных плит на деревянном каркасе с утеплителем из трудосгораемого заливочного фенольного пенопласта ФРП-1. Размеры панелей 3X1,5 и 3X6 м.

Трудозатраты на изготовление панелей типа «сандвич» с внутренним слоем из фенольного пенопласта по сравнению с таковыми показателем для панелей утепленных минеральной ватой на 12—15 % ниже. Они лучше сохраняются при транспортировке и монтаже. Срок службы зданий из таких панелей увеличивается до 25 лет и более при сохранении теплозащитных свойств ограждающих конструкций. Увеличение панелей до размеров 3X6 м позволяет снизить трудозатраты на монтаже до 60 %.

Для комплексной застройки в сельской местности предусмотрены универсальные сборно-разборные здания для размещения оборудования котельных.

Для возведения холодных и утепленных сельскохозяйственных зданий, строительства объектов в различных климатических зонах страны предусматриваются легкие несущие металлические конструкции. Их внедрение позволяет получить экономический эффект около 10 р. на 1 м² общей площади здания.

Металлические арки из перфорированных (развитых) и широкополочных двутавров с затяжкой, фермы из открытых профилей, колонны из двутавров с параллельными гравиями полок, каркасы из одиночных углечков и швеллеров и другие конструкции используются в типовых проектах сенокранилиц, утепленных и неутепленных стоянок для хранения сельхозтехники.

Применение таких конструкций в сочетании с эффективными ограждениями взамен традиционных железобетонных конструкций позволяет снизить массу зданий в 2,5—3 раза, трудозатраты на монтаже на 50—60 % и сроки строительства в 2 раза.

Институт на основе хозяйственных договоров разрабатывает новые решения и проводит испытания опытных образцов, несущих металлических конструкций, готовит и передает их рабочие чертежи и нормативно-техническую документацию, консультирует и оказывает техническую помощь во внедрении новых металлоконструкций.

В практике сельскохозяйственного строительства, как правило, применяют деревянные, асфальтовые и бетонные полы. Однако установлено, что материал, который наиболее полно отвечает специфическим требованиям, предъявляемым к полам животноводческих помещений, является резина.

Специалистами института создана конструкция пола животноводческих помещений для содержания крупного рогатого скота. Его изготавливают

на основе отходов Шкиного и резино-технического производства.

Плиты пола имеют размеры на стойло. Они снабжены продольными лагами с поперечными перегородками. В лазах вакуумируется тепло, таким образом повышается теплозащитные свойства пола. Это в свою очередь позволяет устраивать полы без теплоизоляционного слоя, что значительно снижает трудоемкость их изготовления. Пазорезные плиты пола изготавливают на прессах, применяемых в производстве древесно-стружечных плит.

Прогнозируемая долговечность таких плит составляет 15—20 лет. Снижение их стоимости по сравнению с традиционными решениями достигает 10—30 %.

Заинтересованным организациям предоставляются технические условия, чертежи конструкций плит пола и матрицы для их изготовления; оказывается техническая помощь при внедрении.

ЦНИИЭПсельстрой и Гипроиссельхозом разработаны быстромонтируемые павильон-модули многоцелевого назначения с каркасом из легких металлических конструкций.

Павильон-модуль представляет собой здание (сооружение, навес) — круглое в плане площадью 500 м², состоящее из несущего каркаса, кровельного и, при необходимости, стенового ограждения. Несущий каркас состоит из трех металлических типозащитов.

Кровельное неутепленное покрытие выполняется из профилированного настила, волнистых асбестоцементных листов УВ-7,5, или других традиционных материалов по стальным прогонам. Утепленное кровельное покрытие — стальные или асбестоцементные панели типа «сандвич».

Стеновое ограждение неутепленных зданий — профилированный настил или асбестоцементные листы УВ-7,5, утепленных — панели типа «сандвич».

Павильон-модуль имеет многоцелевое назначение — как для производственных объектов, так и для социального переустройства села.

Преимущества павильон-модуля: существенное сокращение числа сборочных элементов и стыковых соединений, более простое заводское изготовление конструкций и монтажная сборка; экономия стенового ограждения до 30 % за счет замены прямоугольной формы здания на круглую; увеличение вместимости здания; снижение расхода металла, трудоемкости и стоимости на 25 %.

До настоящего времени в отечественной практике отсутствовали малые свиноводческие фермы на промышленной основе. Мини-свинокомплекс, разработанный институтом, предназначен для семейного и арендного подряда, небольших кооперативов, подсобных хозяйств промышленных предприятий, а также колхозов и совхозов. Мини-свинокомплекс — экологически чистое производство с замкнутым циклом. При рыночных экономических отношениях окупаемость затрат на строительство объекта — 1,5 года.

Унифицированные стеновые блоки для зернохранилищ обеспечивают снижение стоимости наделов и единовременных затрат, надежную защиту зерна от увлажнения атмосферными осадками, удобство монтажа и сокращение сроков строительства.

ЦНИИЭПсельстрой предлагает услуги в рамках прямых хозяйственных договоров с проектными институтами и подрядными строительными организациями агропромышленного комплекса, направленные на снижение стоимости строительства, материальных и трудовых затрат, а также на сокращение сроков строительства объектов за счет применения в проектах достижений науки и техники.

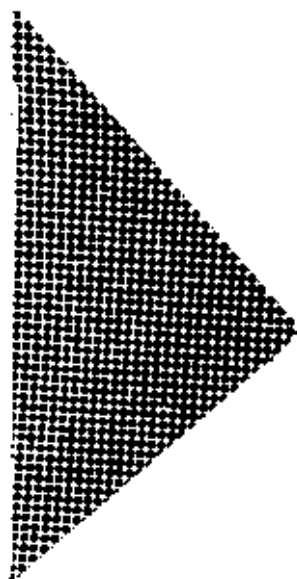
ВНИМАНИЮ СПЕЦИАЛИСТОВ И РУКОВОДИТЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИЙ

МИНСКИЙ МАГАЗИН «ЭВРИКА» ИМЕЕТ В НАЛИЧИИ И
ВЫСЫЛАЕТ НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ ИНСТРУКТИВНО-
НОРМАТИВНУЮ ЛИТЕРАТУРУ СТРОЙИЗДАТА:

- ВНиР. Сб. Е 6. Плотничные и столярные работы в зданиях и сооружениях. 1988.— 20 к.
- ЕНиР. Сб. Е 12. Свайные работы. 1988.— 40 к.
- ЕНиР. Сб. Е 14. Бурение скважин на воду. 1988.— 35 к.
- ЕНиР. Сб. Е 31. Монтаж котельных установок и вспомогательного оборудования. 1988.— 45 к.
- Пособие по объему и содержанию технической документации внеплощадных систем водоснабжения и канализации (к СНиП 2-04.02-84 и 2.04.03-85.) 1988.— 35 к.
- Пособие по проектированию общественных зданий и сооружений (к СНиП 2.08.02-85) 1988.— 15 к.

Заказы направляйте по адресу: 220100, г. Минск, ул. Куйбышева, 75, книжный магазин № 46.

Научно-
производственное
предприятие
«СВИТАНОК»
предлагает



УСТАНОВКУ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ГОМОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ММГМ-2.

Вяжущее цементное цветное (ВЦ), вяжущее низкой водопотребности (ВНВ), тонкомолотое вяжущее (ТМВ) разных марок — вот далеко не полный перечень материалов, получаемых на установке.

УСТАНОВКА ОБЕСПЕЧИВАЕТ:

- предварительную классификацию и сушку одного из компонентов (например, песка);
- точную дозировку всех компонентов (до четырех, например, песка, цемента, пигментов, пластификатора и т. п.);
- двухстадийное измельчение крупнодисперсного составляющего материала;
- высокую гомогенизацию с дополнительным измельчением материалов;
- хранение исходных и готового продукта;

Установка работает в автоматическом режиме.

Техническая характеристика

Производительность, т/ч	3—6
Потребляемая мощность, кВт	100
Габариты, м:	
длина	7
ширина	4
высота	6
Масса, кг	25 000

Сроки поставки 8—12 месяцев с момента заключения договора.

Более точную информацию, а также условия заключения договора Вы можете получить по адресу:

290057, Львов-57, ул. Пушкина, 103, НП «Свитанок»,
т е л е ф о н : 39-06-04.

Рефераты опубликованных статей

УДК 69.022.3.666.973+666.914.5.004.8

Лавидус М. А., Рогонов В. А. Монолитные стеновые конструкции из поризованного бетона и на основе гипсосодержащих материалов // Строит. материалы. 1991. № 2. С. 2—3

Показаны способы снижения плотности и улучшения теплозащитных свойств легкого бетона для монолитного домостроения на селе. Выявлен наиболее эффективный способ снижения плотности теплолитного бетона — поризация его технической пеной. Сделан вывод о целесообразности использования гипсосодержащих вяжущих, применение которых помимо снижения расхода цемента способствует ускорению сроков строительства. Счетание же гипсосодержащих вяжущих с золом позволяет решить одновременно экологическую и экологическую проблемы. По результатам экспериментальных и теоретических исследований разработана нормативно-техническая и инструктивная документация.

УДК 666.90.666.9.017.004.8

Мусик В. Г. Состав и свойства смешанных вяжущих на основе металлургических шлаков и полиминеральных добавок // Строит. материалы. 1991. № 2. С. 7—8

Приведены результаты исследования гидратационных и вяжущих свойств шлаков с целью повышения их активности. Описаны способы улучшения химико-минералогического состава шлаков и управления физико-химическими процессами их гидратации и твердения. Показано влияние полиминеральных добавок на физико-химические свойства шлаков и вяжущих из них. Результаты исследований позволили определить области наиболее эффективного применения вяжущих из шлаков и полиминеральных добавок. Ил. 3, табл. 1, библ. 3.

УДК 689:019.02

Математическое моделирование тепловой работы ванной печи для плавки силикатных материалов / Л. А. Федяева, С. Н. Гуцал, В. Б. Кутьин, К. К. Эйдуквичус, Г. П. Абрамов // Строит. материалы. 1991. № 2. С. 17—18

На основе зонального метода расчета разработана математическая модель сложного теплообмена в пламенном пространстве ванной печи для плавки силикатных материалов. Полученные расчетом температурные поля в газовом пространстве, на внутренней поверхности свода, после плотности теплопоглощения поверхностью ванны, расходные статьи теплового баланса печи свидетельствуют о возможности использовать эту модель для детального анализа и прогнозирования тепловой работы печи. Ил. 3, табл. 1, библ. 4.

УДК 691.223+669.97.12

Розенталь Н. К., Шинкарова В. Н., Морозов Е. А. Гипсосодержащие пески как заполнители для строительных растворов // Строит. материалы. 1991. № 2. С. 20—22.

Приведены результаты исследования прочностных и деформационных свойств строительных растворов с гипсосодержащим песком, выдержанных в различных влажностных условиях. Получены данные о влиянии количественного содержания гипса в песке на относительные деформации расширения и прочность растворов во времени. Установлено, что максимальное содержание гипса в песке, которое не вызовет разрушения строительных растворов на обычном порландцементе, составляет 1,5% (в пересчете на SO₃). Табл. 1, ил. 5, библ. 5.

IN THE ISSUE

Lapidus M. A., Rogunov V. A. Cast-in-situ wall structures of porous concrete and based on gypsum-containing materials

Bogatyryov G. M., Makarov A. B. Extension of raw material base for cellular concrete production

Zavadsky V. F., Skripkin B. K., Patrushev A. V. Brown coal and ash containing small-piece building stones
Pisarev S. V., Volzhensky A. V., Prikhodjko V. A., Khimchenko V. I. Water-resistant granular material of phosphogypsum for cement production
Musin V. G. The composition and properties of mixed binders based on metallurgical slags and polymeric mineral additives

Demidovich B. K., Turousky L. N., Jakimovich D. T., Lebedkova V. A., Kozlova S. L., Bortnick V. V., Levin B. Kh., Kuzelaj R. V., Klitchjuk E. S. Fine-grained chalk production

Semjonov V. S., Shakhveta A. I. Cost reduction for mining raw materials for crushed stone production

Kolpakov Ju. A., Vasilets O. I., Zalizovskiy E. V. Reinforced concrete kiln car

Viktorov A. M. Cost and quality of concrete aggregates

Sokolov O. L. A special device for programmed control of automatic stapler CMK-127

Fedjaeva L. A., Gusbcchin S. N., Kutjln V. B., Eldukjavichjus K. K., Abramov G. P. Mathematical simulation of tank furnace operation for sicicate material production

Khlebov A. A., Nudelmann B. I. Resistance of dispersed reinforcement in portland cement stone

Rozental N. K., Shishkanova V. N., Morozov E. A. Gypsum-containing sands as aggregates for building mortars

IN DER NUMMER

Lapidus M. A., Rogunow W. A. Monolithische Wandkonstruktionen aus Porenbeton auf der Grundlage von gipshaltenden Stoffen

Bogatyryow G. M., Makarow A. B. Erweiterung der Rohstoffbasis für Zellbetonerzeugung

Sawadskij W. F., Skripkin B. K., Patruschew A. W. Kleinstückige Steine die Braunkohle und Asche enthalten
Pissarew S. W., Wölshenskiy A. W., Prikhodjko W. A., Chimtschenko W. I. Wasserbeständiger granulierter Stoff aus Phosphogips für Zementerzeugung
Mussta W. G. Die Zusammensetzung und Eigenschaften von Mischbindern auf der Grundlage von Hüttenschlacken und Polymineralzugaben

Demidowitsch B. K., Turouskiy L. N., Jakimowitsch D. T., Lebedkowa W. A., Kostowa S. L., Bortnick W. W., Lewin B. Ch., Kuzelaj R. W., Klitschjuk E. S. Erzeugung von feinkörniger Kreide

Semjonow W. S., Schachweta A. I. Senkung von Kosten für die Gewinnung von Rohstoffen für Schottererzeugung

Kolpakow Ju. A., Wassilez O. I., Salisowskij E. W. Tunnelofenwagen aus Stahlbeton

Wiktorow A. M. Kost und Qualität von Betonzuschlagstoffen

Sokolow O. L. Spezielle Vorrichtung zur programmierte Regelung vom Setzautomat CMK-127

Fedjaewa L. A., Guschin S. N., Kutjin W. B., Eidukjawičichjus K. K., Abramow G. P. Mathematische Modellierung des Betriebes vom Wanneofen zum Schmelzen von Silikatstoffen

Khlebow A. A., Nudelmann B. I. Beständigkeit von dispergierter Bewehrung im Portlandzement

Rosental N. K., Schischkanowa W. N., Morosow E. A. Gipshaltige Sände als Zuschlagstoffe für Baumörtel

DANS LE NUMÉRO

Lapidus M. A., Rogounov V. A. Murs de béton poreux coulé en place à base des matériaux plâtreux

Bogatyrev G. M., Makarov A. B. L'extension des ressources de matières premières pour la production du béton cellulaire

Zavadski V. F., Skripkine B. K., Patrouchev A. V. Pierres à bâtir de lignite et de cendres

Pisarev S. V., Voljenski A. V., Prikhodko V. A., Khimtschenko V. I. Granulés résistants à l'eau de plâtre phosphaté pour la production du ciment
Moussine V. G. La composition et les propriétés des liants mixtes à base des laitiers sidérurgiques et des additions polyminérales

Demidovitch B. K., Tourouski L. N., Yakimovitch D. T., Lebedkova V. A., Kozlova S. L., Bortnik V. V., Levine B. X., Koutselaj R. V., Klitchouk E. S. La production de la craie à grains fins

Semenov V. S., Chakhveta A. I. Comment diminuer les dépenses pour les matières premières dans la production des pierres concassées

Kolpakov Y. A., Vassilets O. I., Zalizovskij E. V. Wagonnet de cuisson en béton armé

Viktorov A. M. Le prix et la qualité des agrégats du béton (Lettre à la rédaction)

Sokolov O. L. Le dispositif à commande programmée pour l'automate SMK-127

Fediaeva L. A., Gouchtchine S. N., Koutine V. B., Eidukjavičichus K. K., Abramov G. P. La simulation mathématique du travail thermique du four pour la fonte des matériaux de silicate

Khlebov A. A., Nudelmann B. I. La solidité de l'armature dispersionnelle dans le ciment portland

Rozental N. K., Chichkanova V. N., Morozov E. A. Grès gypseux en tant que matière de remplissage pour les mortiers.

На первой странице обложки: работа экскаватора ЭКР-8Н в забое ПО «Павловскермитъ»

Редакционная коллегия:

М. Г. РУБЛЕВСКАЯ (главный редактор), А. С. БОЛДЫРЕВ, А. В. ВОЛЖЕНСКИЙ, Х. С. ВОРОБЬЕВ, Ю. В. ГУДКОВ, Б. К. ДЕМИДОВИЧ, А. Ю. КАМИНСКАЯ, М. И. КОТОВ, А. Н. ЛЮСОВ, Л. А. МАТЯТНИ, А. Ф. ПОЛУЯНОВ, А. В. РАЗУМОВСКИЙ, С. Д. РУЖАНСКИЙ, В. А. ТЕРЕХОВ, И. Б. УДАЧКИН, Е. В. ФИЛИППОВ, Н. И. ФИЛИППОВИЧ, Ю. Н. ЧЕРВЯКОВ, В. Р. ЧУЛОК, Л. С. ЭЛЬКИНД (зам. секретаря)

Оформление обложки художника В. А. Андреева
Технический редактор Е. Л. Самгунова
Корректор М. Е. Шабалина

Сдано в набор 11.12.80.
Подписано в печать 26.01.81.
Формат 60x88¹/₈. Бумага книжно-журнальная
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,92
Усл. кр.-отт. 5,26. Уч.-изд. л. 5,5.
Тираж 14 517 экз. Зак. 7087. Цена 1 р. 20 к.

Набрано на ордена Трудового Красного Знамени Челябинском полиграфическом комбинате Государственного комитета СССР по печати
142300, г. Челябинск Московской обл.
Отпечатано в Подольском филиале ЦО «Периодика» Государственного комитета СССР по печати
142110, г. Подольск, ул. Кирова, д. 26

Адрес редакции: 103051, Москва, Большой Сухаревский пер., д. 19.
Тел.: 207-40-34; 204-57-78