

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-  
ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ  
ЖУРНАЛ

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

№2  
(422)

ФЕВРАЛЬ

1990

Издается с января 1955 г.

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОЙ АССОЦИАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА  
(ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (СТРОМИННОЦЕНТРА))

## Содержание

	Государственная ассоциация промышленности строительных материалов сообщает	2
<b>РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ, РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ</b>	ЛАЗОВАТСКИЙ Г. А. Ресурсосберегающая технология разработки негорючих месторождений	4
	ГОРОДЕЦКИЙ В. А., ВАЖЕНИН Е. В., ПАЛИЙ Г. А. Промышленная технология получения высокодисперсного кремнезоля	7
<b>ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ</b>	МАГДЕЕВ У. Х., ЛИФШИЦ А. В., ШТЕЙН Б. Я., БИРМАН А. А. Конструкционный золосодержащий бетон и теплоизоляционный полистиролбетон для трехслойных панелей наружных стен	9
	БОЛОТОВА В. Н., ГЕРАСИМОВА Т. В., ВЕДЕХИНА М. Г., ТАБОЛИНА Л. С., ФЕДОВА В. А., САВКО В. И. Влияние полиэтиленовых восков на свойства битумов и рубероида	12
<b>СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОДУКЦИИ</b>	ТИШЕНКО В. В., НИСНЕВИЧ М. Д., ЛЕВКОВА Н. С. Международная стандартизация в промышленности наружных строительных материалов и облицовочных материалов из природного камня	13
<b>ИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ</b>	СТАРЧЕНКО Г. Г. Новая конструкция конических гидравлических грохотов	15
<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ</b>	ХОРОВ Л. Т., ЗОТОВ Н. П. Картоноделательные и рубероидные производства в новых условиях хозяйствования	17
	ПОСЫСАЕВ Н. С. Хозрасчет с применением чеков	20
<b>РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	ШУБИН В. И., СМАЗНОВ В. В., КУЛАБУХОВ В. А., ХНЫКИН Ю. Ф. Исследование инициирующего влияния макротемпературной плазмы на процессы горения угольно-известняковых шихт	22
	ЧЕРНЫХ В. Ф., ЧЕНИКОВ Д. И., ГОЛИКОВА Н. А. Влияние водорастворимых полимеров на сроки схватывания и прочность гипсовых вяжущих	25
	ЭЙДМЖЯВИЧЮС К. К., АБРАМОВ Г. П., ЛУЖА Б. В., ГУЩИН С. Н., КОНОВАЛОВ О. Н. Физическое моделирование аэродинамических процессов в ванной печи минераловатного производства	27
<b>ИЩЕМ ПАРТНЕРОВ</b>	ГОВЫРИН Б. А. Стеновой комбинированный брус с эффективным утеплителем. Как использовать отходы?	14 30



МОСКВА  
СТРОЙИЗДАТ

© Стройиздат, журнал «Строительные материалы», 1990

ЦНТБ по стр-ву  
и архитектуре

# ГОСУДАРСТВЕННАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Союзстройматериалов) СООБЩАЕТ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ (СОЮЗСТРОЙМАТЕРИАЛОВ) ОБРАЗОВАНА ПО ПРЕДЛОЖЕНИЮ ТРУДОВЫХ КОЛЛЕКТИВОВ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СООТВЕТСТВИИ С ПОСТАНОВЛЕНИЕМ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР «ОБ ОРГАНИЗАЦИИ КОНЦЕРНОВ И ГОСУДАРСТВЕННОЙ АССОЦИАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ». ОНА ЯВЛЯЕТСЯ САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ СВОЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ИНТЕРЕСАХ ГОСУДАРСТВА И ВХОДЯЩИХ В ЕЕ СОСТАВ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВЕ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ДЕМОКРАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ, УГЛУБЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО РАСЧЕТА, РАЗВИТИЯ САМОФИНАНСИРОВАНИЯ И САМОУПРАВЛЕНИЯ ТРУДОВЫХ КОЛЛЕКТИВОВ.

В состав Государственной ассоциации «Союзстройматериалов» входят концерны «Цемент», «Асбест», «Асбестоцемент», «Техстекло», «Стромтепломаш», «Спецжелезобетон», «Союзминерал», Научно-технический центр промышленности строительных материалов (Строминноцентр), а также обслуживающие отрасль Всесоюзное объединение «Стромсырье», Коммерческий банк развития промышленности строительных материалов (Стромбанк), Всесоюзное внешнеторговое объединение «Стройматериалинторг», Центр подготовки кадров промышленности строительных материалов и отраслевого машиностроения, Строительно-монтажный трест, Торговая хозрасчетная фирма «Комфорт», Центральный штаб военизированных горно-спасательных частей, фирма «Хозбытослуживание».

Совместно с концернами и Строминноцентром ассоциация объединяет в своем составе более 200 предприятий и организаций по производству цемента, асбеста, асбестоцементных изделий, специального и технического стекла, отопительного оборудования, предметов домоустройства и машиностроительной продукции, специальных железобетонных изделий и конструкций, по добыче и производству неметаллорудных материалов, а также специализированные научно-исследовательские, проектные, конструкторские, пусконаладочные, строительные, геолого-разведочные и некоторые другие организации. При этом концерны, предприятия и организации, входящие в ассоциацию, сохраняют свою хозяйственную самостоятельность, отношения между ними строятся строго на договорной основе.

В ассоциацию могут входить как полноправные участники другие хозяйственные объединения, организации и предприятия, а также на правах ассоциированных членов без изменения их ведомственной принадлежности признающие устав ассоциации региональные структурные подразделения в лице минстройматериалов союзных республик, территориальных и отраслевых концернов, объединений, предприятий и организаций, а также заинтересованные в ее деятельности предприятия и организации других отраслей народного хозяйства, включая совместные с зарубежными фирмами предприятия и организации.

Ассоциация взаимодействует с центральными, республиканскими и местными органами государственного управления в пределах полномочий, делегированных ей концернами и организациями, входящими в ассоциацию, и полномочий, переданных ей центральными органами государственного управления. По отношению к входящим в ее состав концернам, предприятиям и организациям она является вышестоящим органом государственного управления в части формирования и доведения до них контрольных цифр, государственных заказов, лимитов, экономических нормативов и других показателей, устанавливаемых органами государственного управления.

На Государственную ассоциацию «Союзстройматериалов» возложена ответственность за удовлетворение потребностей народного хозяйства в продук-

ции по закреплённой за ней номенклатуре и развитие отрасли. В связи с этим основными задачами ассоциации являются:

выработка общесоюзной стратегии развития производства строительных материалов и изделий, технологического оборудования для этих целей и координация ее практического осуществления;

организация разработки и координация выполнения государственных научно-технических программ в части промышленности строительных материалов, важнейших межотраслевых и отраслевых программ, обеспечивающих решение приоритетных задач в развитии отрасли, ускорение темпов ее модернизации, создания новых видов технологического оборудования и систем машин для промышленности строительных материалов, новых эффективных видов продукции, более совершенных и экологически безопасных технологических процессов;

обеспечение комплексного развития сырьевой базы в отрасли, определение мер по рациональному использованию природного сырья, отходов и попутно получаемых продуктов других отраслей промышленности в производстве строительных материалов;

организация разработки совместно с заинтересованными организациями принципиально новых видов исходного сырья и материалов, обеспечивающих коренное повышение качества продукции строительного назначения;

выработка направлений инвестиционной политики, обеспечивающей сбалансированное и пропорциональное развитие всех подотраслей промышленности строительных материалов, машиностроения для этих целей, рациональное размещение производства по союзным республикам и регионам страны по согласованию с союзными республиками;

разработка системы экономических и правовых мер, стимулирующих объединения и предприятия отрасли в наращивании выпуска прогрессивных и остродефицитных строительных материалов и изделий, оборудования для их производства, повышении качества продукции;

организация и методическое руководство работой по ценообразованию в промышленности строительных материалов и отраслевом машиностроении, разработка и экспертиза прейскурантов оптовых цен по важнейшим видам строительных материалов и изделий в соответствии с государственной политикой в этой области;

оказание концернам, объединениям, предприятиям и организациям технической, методической, консультационной и другой помощи в разработке экономических нормативов, осуществлении производственной деятельности, реализации программ развития, внедрении современных форм организации управления, труда и производства;

проведение совместно с заинтересованными органами работы по изучению спроса населения в продукции и услугах отрасли;

выработка предложений и осуществление мероприятий по развитию экономических и научно-технических связей с зарубежными странами;

руководство отраслевой системой подготовки

кадров, повышения квалификации руководящих и инженерно-технических работников промышленности строительных материалов и отраслевого машиностроения;

изучение, обобщение и распространение передового опыта, организация в отрасли системы информатики;

развитие сервисного обслуживания концернов, объединений и организаций отрасли через расширение сети специализированных хозяйственных организаций;

организация материально-технического обеспечения централизованно распределяемыми ресурсами, оборудованием, запасными частями, совершенствование системы материально-технического обеспечения и транспортных перевозок;

разработка и утверждение балансов и планов распределения продукции по номенклатуре, определенной Госпланом СССР и Госснабом СССР.

Ассоциация осуществляет производственно-хозяйственную и внешнеэкономическую деятельность на всей территории СССР в соответствии с законодательством Союза ССР и союзных республик, на территории других стран — в соответствии с действующими законами и международными договорами.

На Госстрой СССР возложена координация деятельности ассоциации «Союзстройматериалов».

Вышеуказанным постановлением Совета Министров СССР определено, что высшим органом управления ассоциации является Совет, в который входят руководители концернов, объединений, предприятий и организаций.

На состоявшейся 24 ноября 1989 г. учредительной конференции Председателем Совета Государственной ассоциации «Союзстройматериалов» избран П. П. Золотов, заместителями Председателя Совета Ю. Т. Комаров, Н. И. Макаров, А. Ф. Полуянов.

На первом заседании указанного Совета избрано Правление ассоциации в составе: П. П. Золотов — председатель, В. И. Куциди — первый заместитель председателя; Н. Ф. Рыжов, В. Я. Серебряников, Б. Г. Славцов, Е. В. Филиппов — заместители председателя. Членами Правления с правом решающего голоса избраны В. Е. Авдеев, В. Я. Жук, В. Н. Калинин, М. И. Котов, В. И. Парамонов, А. В. Разумовский, В. Я. Сидоров, В. И. Чирков, Н. А. Шадрин, членами Правления с правом совещательного голоса — П. П. Вакуленко, Ю. М. Виноградов, В. В. Девятов, Б. М. Тестер, И. С. Цветков.

*Более подробную информацию можно получить по адресу: 121908, г. Москва, Г-19, проспект Калинина, 19, Государственная ассоциация «Союзстройматериалов», телефон 202-36-56.*

# Ресурсосбережение. Расширение сырьевой базы

УДК 622.332.602.3.004.18

Г. А. ЛАЗОВАТСКИЙ, канд. техн. наук (Московский горный институт)

## Ресурсосберегающая технология разработки нагорных месторождений

Крупнейшей сырьевой базой промышленности нерудных строительных материалов являются многочисленные месторождения, расположенные в горных районах страны. Однако препятствием для ее развития в ряде случаев является стремление использовать в сложных нагорных условиях традиционные технологии, применяемые обычно при эксплуатации равнинных месторождений. Это приводит к увеличению капитальных затрат, затрудняет эксплуатацию, а в ряде случаев ведет к закрытию отдельных карьеров, расположенных в этих районах.

Тяжелые условия эксплуатации автотранспорта на нагорных карьерах в значительной степени увеличивают себестоимость транспортирования горных пород (в основном за счет удорожания автоперевозок по затяжным наклонным петлеобразным трассам), которая может превышать себестоимость транспортирования пород на карьерах равнинного типа в 1,5 и более раз.

В этих условиях развитию отрасли может способствовать внедрение специальных технологических комплексов горных работ [1], основанных на использовании ресурсосберегающего гравитационного транспорта (транспорта материала под действием собственного веса с верхних рабочих горизонтов). Применение этих технологических комплексов может обеспечить сокращение расстояния транспортирования в 2 и более раз и соответственно уменьшить материальные, топливно-энергетические и другие затраты как за счет сокращения парка автотранспорта, так и благодаря исключению необходимости его эксплуатации на наиболее сложных участках трасс — затяжных петлеобразных спусках (на которых затраты ресурсов существенно возрастают).

Известен опыт эффективной эксплуатации целого ряда крупных нагорных карьеров горно-рудной и горно-химической промышленности при использовании указанных технологических комплексов работ [2, 3]. Основное применение в этой отрасли получил технологический

комплекс работ, который может быть назван механизированно-гравитационным. Он основан на сочетании механизированных средств производства погрузочно-транспортных работ на верхних (а обычно также и на нижних) горизонтах карьера с гравитационным транспортированием горной массы от верхних (рабочих) к нижним (откатным) горизонтам [4]. В качестве вскрывающих выработок для гравитационного транспорта на более крупных карьерах указанных отраслей горно-добывающей промышленности используют обычно карьерные рудо- или породоспуски (т. е. подземные горные выработки) в комплексе с капитальными штольнями или тоннелями.

Известны однако отдельные случаи эффективного применения породоспусков также и на карьерах промышленности строительных материалов. Например, в США — на гранито-гнейсовом (щебеночном) карьере (производительная мощность — 1600 т/ч), расположенном на крутом склоне горы. В целях сохранения ландшафта местности и экономии средств цех первичного дробления был размещен в подземной камере. Из карьера автотранспортом порода доставляет-

ся к породоспуску, по которому поступает к первичной дробилке, затем по штольне — на вторичное дробление и далее — на бетонный завод. Экономия от внедрения данной технологии (при автоматизированном управлении подземным цехом с центрального пульта) — около 1 млн. долларов.

Вместе с тем карьерные породоспуски с капитальными штольнями — сложные сооружения, требующие значительных капитальных и эксплуатационных затрат [2]. Кроме того, наличие комплекса подземных сооружений и подземного транспорта осложняет открытые горные работы. Поэтому на небольших нагорных карьерах при использовании механизированно-гравитационного технологического комплекса более рационально применять породоспуски, т. е. открытые горные выработки для гравитационного транспорта.

Данный комплекс работ при вскрытии рабочих горизонтов породоскатами успешно внедрялся в целом ряде случаев за рубежом, например, на гранитных (щебеночных) карьерах Пенмэнгоор и Тревор в Великобритании, известняковом (щебеночном) карьере Новый Онтарио в Канаде, на отдельных карьерах в КНДР и Южной Корее, США, ФРГ, ряде стран Южной Америки и др.

Вариант механизированно-гравитационного технологического комплекса, включающего транспортирование полезного ископаемого с верхних рабочих горизонтов по скату, используется в Югославии (рис. 1) на одном из нагорных карьеров производительностью 2 млн. т в год.

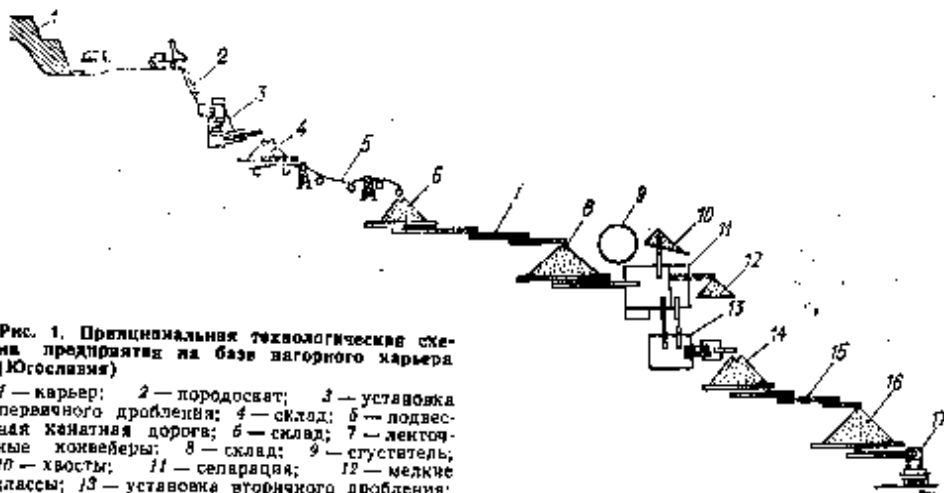


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема предприятия на базе нагорного карьера (Югославия)  
1 — карьер; 2 — породоскат; 3 — установка первичного дробления; 4 — склад; 5 — подвесная канатная дорога; 6 — склад; 7 — ленточные конвейеры; 8 — склад; 9 — ступень; 10 — хвосты; 11 — сепарация; 12 — медкие классы; 13 — установка вторичного дробления; 14 — склад; 15 — ленточные конвейеры; 16 — склад; 17 — вагон

Из забоев карьера горная масса автосамосвалами доставляется к верхней разгрузочной площадке бетонированного ската, в нижней части которого приемный бункер высотой 10 м и вместимостью 10 тыс. т. Из бункера горная масса направляется на качающийся питатель длиной 3 м, шириной 1200 мм, производительностью 450 т/ч, подающий ее в первичную дробилку с приемным отверстием 600x700 мм. Крупногабаритные куски отбираются установленным над дробилкой крапом грузоподъемностью 15 т.

После дробления продукция с крупностью кусков до 150—180 мм подается на вибропитатель и затем на расположенный в тоннеле (сечением 3x4 м) конвейер длиной 300 м, шириной ленты 750 мм, с углом наклона 18° и производительностью 300 т/ч, откуда далее — на открытый склад вместимостью 10 тыс. т. Со склада продукция ленточными конвейерами транспортируется по канатной дороге протяженностью 1,1 км на другой открытый склад вместимостью 50 тыс. т.

Далее, с помощью двух вибропитателей материал подается на ленточный конвейер длиной 2,6 км, производительностью 400 т/ч, которым доставляется на склад обогатительной фабрики. Элемент канатной дороги в системе транспорта перекрывает глубокую долину, где применение ленточных конвейеров оказалось невозможным, вследствие необходимости использования опор значительной высоты. Работа канатной дороги полностью автоматизирована, обслуживают ее 3 чел.

В последние годы были выполнены соответствующие исследования также и в нашей стране.

Представляет интерес пример эксплуатации породоскатов с бункерами и погрузочными устройствами на нагорном известняковом карьере Стерлитамакского цементно-содового завода (рис. 2). Этот карьер разрабатывает месторождение на горе Шах-Тай. Все рабочие горизонты его были вскрыты двумя породоскатами, по которым горная масса транспортируется с верхних горизонтов, а отдельные горизонты — полутраншейными автодорогами, примыкающими к основной автодороге. Последняя используется для доставки с промплощадки на карьер обслуживающего персонала и материалов. Взорванный известняк из забоев карьера доставлялся автосамосвалами к породоскату № 1, на нижней приемной площадке которого перегружался в автосамосвалы и далее доставлялся к породоскату № 2.

Необходимость сооружения двух последовательно расположенных породоскатов с перевозкой горной массы меж-



Рис. 2. Схема вскрытия рабочих горизонтов на нагорном карьере Стерлитамакского цементно-содового завода

1 — породоскат № 1; 2 — погрузочная площадка; 3 — бункер; 4 — породоскат № 2; 5 — подвесная канатная дорога (ПКД); 6 — погрузочная станция ПКД; 7 — фабрика; 8 — конвейер; 9 — автодорога на горизонт 170 м; 10 — автодорога с горизонта 170 м на горизонт 210 м; 11 — автодорога с горизонта 210 м на вышележащие горизонты

ду ними автотранспортом, обусловленная стремлением к созданию более благоприятных условий для долговечности конструктивных элементов в нижней части скатов, является недостатком данного варианта, снижающим технико-экономические показатели карьера.

Вместе с тем внедрение породоскатов позволило сократить расстояние транспортирования горной массы из карьера на завод более чем в два раза, при сокращении себестоимости транспортирова-

ния в 1,5 раза и резком увеличении сменной производительности основного горно-транспортного оборудования (примерно в три раза). Однако в условиях данного карьера дополнительным серьезным недостатком использования породоскатов этого типа являлась смерзаемость в зимнее время горной массы в нижней части скатов (в бункерах и погрузочных устройствах), что значительно усложняло условия их эксплуатации. Поэтому зимой горная масса из карьера доставлялась только автосамосвалами, минуя породоскаты.

В целях расширения области эффективного применения механизированно-гравитационного технологического комплекса, в первую очередь на нагорных карьерах отрасли, Московским горным институтом было предложено в более сложных природных условиях использовать вариант его с перегрузкой горной массы на нижних горизонтах, при вскрытии рабочих горизонтов породоскатами без специальных погрузочных устройств. Такой породоскат — наклонная выработка (либо поверхность) на крутом склоне которого состоит из верхней разгрузочной площадки, собственно ската и нижней приемной площадки, на которой горную массу перегружают в средства транспортирования.

Для обеспечения непрерывной и безопасной эксплуатации породоскатов дан-

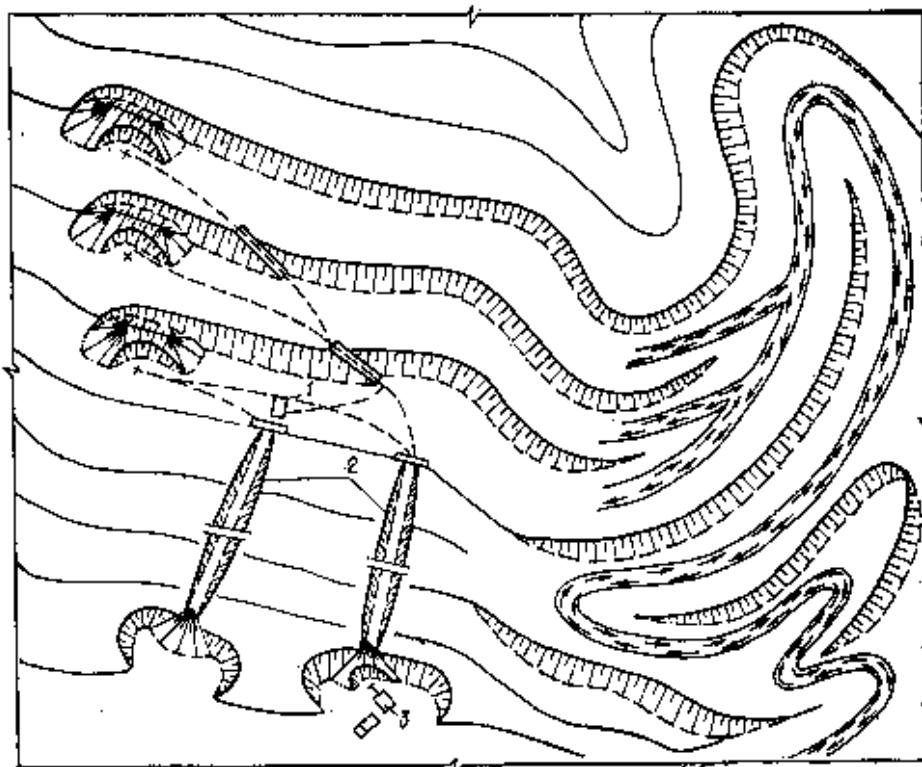


Рис. 3. Принципиальная схема вскрытия рабочих горизонтов на карьере Минераловодского хазароуправления при использовании породоскатов. 1 — автосамосвал на верхней разгрузочной площадке породоската; 2 — породоскаты; 3 — экскаватор на нижней приемной площадке породоската

ного типа целесообразно сооружать не менее двух скатов. Во время спуска горной массы по одному из них на другом породоскате внизу производится перегрузка материала. Возможны, однако, и другие режимы их эксплуатации.

Ряд отличительных особенностей породоскатов этого типа, в том числе простота устройства, небольшие капитальные и эксплуатационные затраты на их обустройство и содержание, в сочетании с достаточно высокой надежностью при эксплуатации, в частности, вследствие отсутствия простоев из-за смерзаемости горной массы, аккумуляция определенных объемов горной массы на нижних площадках в качестве промежуточных складов, способствующих повышенной ритмичности работы всего технологического комплекса, могут обеспечивать соответствующие преимущества и значительно расширить область эффективного применения данной технологии.

Породоскаты этого типа по рекомендации Московского горного института были использованы впервые в опытно-промышленных условиях на нагорном трамплиндровом щебеночном карьере

Минераловодского карьероуправления для вскрытия верхних рабочих горизонтов (рис. 3). Месторождение, помимо сложной топографии, характеризуется еще и тяжелыми климатическими условиями (сильные ветры, частые туманы, зимой — снежные заносы, гололед). В период выполнения горно-строительных работ на карьере были обустроены два породоската высотой 160 и 180 м. Использование их сократило расстояние транспортирования с 6 до 3,5 км (путем исключения необходимости перемещения грушевых автосамосвалов по затяжной петлеобразной трассе). Себестоимость транспортирования породы снизилась при этом на 30%, а общая себестоимость разработки — примерно на 15%, без учета экономии от увеличения долговечности автосамосвалов.

Эта же технология была рекомендована и принята в внедрению для основной постоянной эксплуатации на основном участке добычных работ карьера (с горизонта 779 м и ниже). Был составлен проект применения данной технологии со строительством двух стационарных породоскатов без погрузочных уст-

ройств. В последующем, однако, на данном предприятии горно-добычные работы были закрыты, вследствие чего проект не мог быть использован.

Проектные решения с применением аналогичной технологии, включающей в себя вскрытие рабочих горизонтов породоскатами указанного типа, были разработаны и для ряда других нагорных карьеров отрасли — для Засверского щебеночного карьера (Сахалинская обл.), карьера Айрумского щебеночного завода (Армянская ССР) и др.

Весьма эффективным явилось применение этой технологии при открытой разработке нагорного массива скальных пород на строительстве гидроузла Саяно-Шушенской ГЭС. Очень значительная крутизна склона создавала большие трудности для его открытой разработки. Особенно сложной представлялась проблема вывозки породы с верхних рабочих горизонтов.

На основании технико-экономического сравнения ряда конкурентоспособных вариантов был принят, как наиболее рациональный, вариант с вскрытием рабочих горизонтов породоскатами без специальных погрузочных устройств (рис. 4). При этом по эксплуатационным расходам принятый к внедрению вариант оказался намного дешевле по сравнению с наиболее рациональным из сопоставимых. Капитальные затраты по принятому варианту были минимальны. Этому способствовало, помимо экономичности данного варианта вскрытия, максимальное использование проектных и строителей для устройства породоскатов естественного рельефа местности.

В процессе проектирования, в соответствии с указанными выше разработками МГИ, были приняты конструктивные элементы и технологический режим безопасной и надежной эксплуатации породоскатов. За период использования технологии был успешно выполнен объем горных работ на данном участке строительства плотины Саяно-Шушенской ГЭС, с существенным экономическим эффектом, что подтвердило эффективность ее применения в весьма сложных природных условиях труднодоступной гористой местности.

На одном из наиболее ответственных участков строительства Хабинского гидроузла в СРВ, характеризовавшемся сложными топографическими условиями, советскими специалистами была предложена и затем успешно внедрена технология открытых горно-строительных работ с использованием породоскатов без специальных погрузочных устройств. Это позволило отработать около

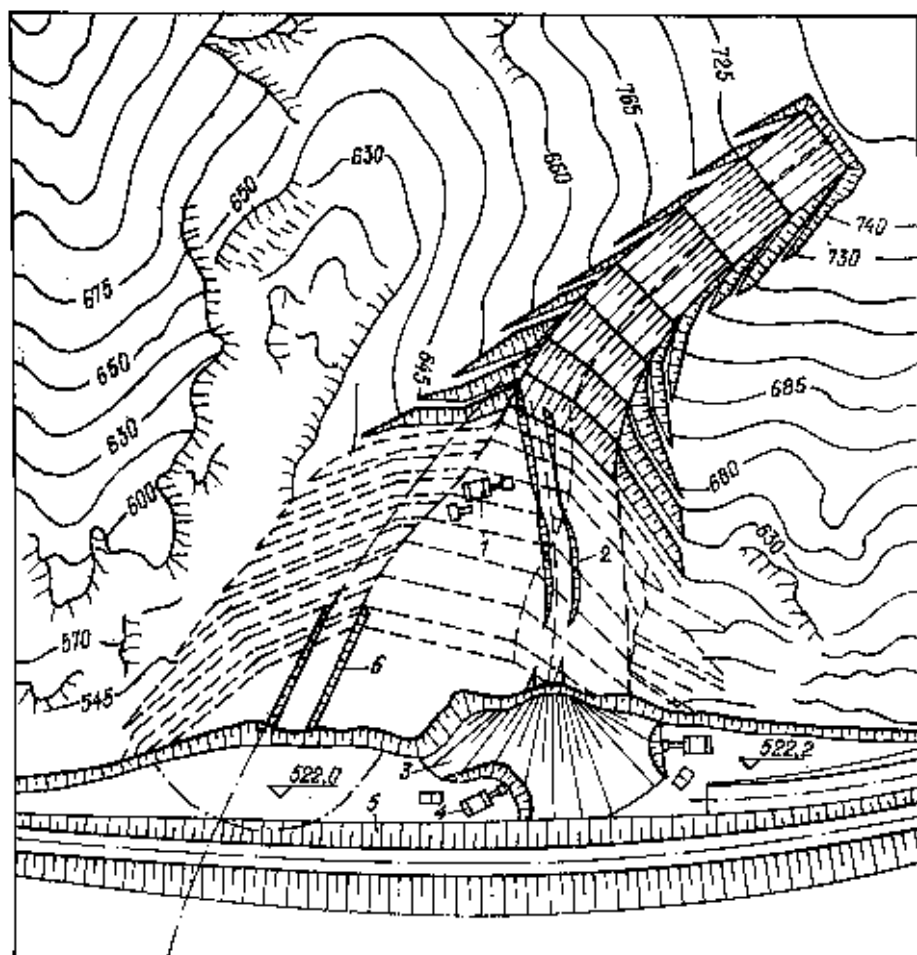


Рис. 4. Принципиальная технологическая схема разработки нагорного массива скальных пород с использованием породоскатов на строительстве Саяно-Шушенской ГЭС: 1 — экскаватор на верхнем рабочем горизонте; 2 — породоскат № 1; 3 — штабель горной массы на нижней приемной площадке; 4 — перегрузочный экскаватор; 5 — защитный щит; 6 — породоскат № 2.

Предприятия	Производительность, обеспеченность полезной породой или рудоскватами, тыс. т в год	Число скатов	Основные параметры скатов			Способ погрузки (разгрузки) горной массы на нижних площадках скатов
			Угол наклона к горизонту, град.	высота, м	площадь поверхности, м <sup>2</sup>	
Известняковый карьер Стерлитамакского цементно-содового завода	1900	2	До 45	60 и 60	4,8—8	Специальными погрузочно-разгрузочными устройствами
Карьер Адружского щебеночного завода (проект)	500	2	До 54	60	—	Без специальных погрузочных устройств (с переэксплуатацией горной массы на нижних приемных площадках скатов)
Комплекс горно-строительных работ при сооружении гидроузла Саяно-Шушенской ГЭС	600	2	До 70	100	—	То же
Нагорный карьер (Югославия)	2000	1		40	7,5	Специальными погрузочно-разгрузочными устройствами
Комплекс горно-строительных работ при сооружении Хобитского гидроузла (СРВ)	1100	2	До 45	60	—	Без специальных погрузочных устройств (с переэксплуатацией горной массы на нижних приемных площадках скатов)

600 тыс. м<sup>3</sup> скальных пород при значительном сокращении общего расстояния перевозки пород автотранспортом, что увеличило его производительность на 25—30%, и соответствующем экономическом эффекте, а также существенно интенсифицировать весь комплекс от-

крытых горно-строительных работ на данном объекте.

В последние годы механизированно-гравитационный технологический комплекс при вскрытии рабочих горизонтов породо- или рудоскватами без специальных погрузочных устройств получает

распространение как в нашей стране, так и за рубежом (см. таблицу).

В целом при использовании ранее предложенной ресурсосберегающей технологии на различных предприятиях, расположенных в разнообразных топографических, горно-технологических и климатических условиях горных районов, за истекший период были эффективно отработаны миллионы тонн скальных пород и руд.

Таким образом, совершенствование горно-транспортных и горно-строительных работ на нагорных предприятиях путем использования ресурсосберегающей технологии, включающей звенья гравитационного транспорта, в том числе, в соответствующих условиях, — предложенного варианта ее, обеспечивает возможность более активного освоения перспективных месторождений в сложных природных условиях горных районов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ржевский В. В. Технология и комплексная механизация открытых горных работ. — М.: Недра, 1980.
2. Карьерные рудослупки / В. В. Ржевский, А. И. Арсватьев, Р. С. Пармяков и др. — М.: Недра, 1988.
3. Ржевский В. В., Акистратов Ю. И., Ильин С. А. Открытые горные работы в сложных условиях. — М.: Недра, 1984.
4. Лазоватский Г. А. Технологические комплексы добычных работ на нагорных карьерах строительных материалов // Сб. науч. тр. «Научные основы создания высокопроизводительных комплексно-механизированных карьеров» / МГИ. — М., 1981.

УДК 686.192.902.287

В. А. ГОРОДЕЦКИЙ, инж., Е. В. ВАЖЕНИН, инж., Г. А. ПАЛИЙ, инж.  
(ВНИИэнергоценмет, Свердловск)

## Промышленная технология получения высокодисперсного кремнезоля

Широкое применение золей кремниевой кислоты в качестве связующего волокнистых теплоизоляционных материалов, эффективных в теплотехническом строительстве, сдерживается отсутствием промышленных технологий по производству высокодисперсного кремнезоля со средним размером мицелл 30—80 Å, обладающих наилучшими связующими свойствами [1].

В отечественных [2] и зарубежных [3, 4] публикациях внимание уделяется ионообменным способам получения кремнезоля. Большинство технологических

схем основано на методах стабилизации кислых золей до устойчивого состояния при pH=8—10 с использованием стабилизирующих ионов из ряда Li<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> и др., либо с применением многоатомных спиртов, эфиров, органических соединений сахаров и т. д.

Принципиальным недостатком указанных технологий, ограничивающих их промышленное использование, являются низкая производительность и плохая воспроизводимость физических характеристик готового продукта. Это объясняется следующим. Каждый устойчивый

кремнезоль может быть получен лишь на ранних стадиях ионообменного процесса, после чего требуется регенерация катионита. Неполное использование ионообменной емкости катионита является причиной не только низкой производительности процесса, но и малого объема готового продукта.

Увеличение объемов кислого кремнезоля приводит к тому, что коллоидный раствор получается неустойчивым, с продолжительностью жизни до гелирования в несколько десятков минут. Одновременно с нарабаткой такого золя (вплоть до момента его стабилизации) в растворе происходят рост мицелл и агрегация частиц. Описанные явления — многофакторные и практически неуправляемые. В результате этого воспроизводимость физических характеристик готового продукта, полученного в разных процессах, не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к качеству кремнезоля промышленного производства. Не



велика также степень использования ионообменной емкости катионита.

Попытки устранить нежелательные явления при получении кремнезоля путем увеличения скорости пропускания раствора силиката щелочных металлов через ионообменную колонну (до 3700 л/мин·м<sup>2</sup>) приводят к необходимости жесткой стабилизации как скорости раствора, так и его температуры [5]. Однако термостатирование большого реакционного пространства и автоматическое регулирование скорости раствора в промышленных условиях не решали технологических проблем.

ВНИИэнергочемист (г. Свердловск) разработана промышленная технология получения высокодисперсного кремнезоля, который использовался в производственном объединении «Уралэнергочемист» и на Первоуральском диасеовом заводе в качестве связующего при изготовлении муллитокремнеземистых полочных материалов. Созданы установки производительностью 5 и 20 т кремнезоля в сутки.

В предложенной технологии, как и в ряде известных [5], предусмотрено пропускание водного раствора щелочного металла через катионит в H<sup>+</sup>-форме и подщелачивание кислого кремнезоля щелочным кремнеземом, получаемым из этой же ионообменной колонны.

Исходным сырьем для получения кремнезоля служит тонкое жидкое стекло с модулем 2,7—3, из которого готовят раствор силиката натрия с концентрацией диоксида кремния 3,5—4,5% по массе. Раствор пропускают через ионообменную колонку, заполненную катионитом — синтетической смолой марки КУ-2-8 в H<sup>+</sup>-форме, отмытой от кислоты. Объем колонны соответствует производительности установки и количеству смолы с учетом ее обменной емкости и коэффициента набухания, а соотношение размеров колонны определяется экспериментально. Отработанную смолу регенерируют 5%-ным раствором серной кислоты с последующей утилизацией жидких отходов.

За один технологический цикл получают 800—800 л высокодисперсного кремнезоля со следующими технико-экономическими характеристиками:

взвешенный вид	охлаждающий раствор желтого цвета
размер хлопьев, А	30—50
водородный показатель, pH	8,5—9
содержание диоксида кремния, % (по массе)	3—4
связующее отношение	(150 : 1) — (200 : 1)
удельная поверхность дисперсной фазы по адсорбционному титрованию, м <sup>2</sup> /г	560—900
плотность, г/см <sup>3</sup>	1,01—1,034
вязкость, сПз	1,4—1,8
срок хранения, мес, не менее	12



Фрагмент периферийного участка муллитокремнеземистой плиты после ее сушки  
1, 2 — агрегатировавшееся образование кремнезоля; 3 — муллитокремнеземистое волокно

В отличие от существующих способов, в которых стабилизация кислого кремнезоля осуществляется щелочным кремнеземом при их отношении 50:2,5 (по массе) в рассматриваемой технологии исходное сырье используется практически на 100% при увеличении производительности установки в 3—4 раза. Сберегаются не только исходное сырье, 47,5% которого уходило в отходы в виде гелированного щелочного кремнезоля, но в связи с сокращением числа технологических циклов снижаются расходы других видов материальных ресурсов — раствора серной кислоты, промышленных вод и др.

Высокодисперсный кремнезоль — это готовый раствор-связующее, непосредственно в котором диспертируют волокно, например, муллитокремнеземистое, чтобы получить гидромассу, используемую для изготовления теплоизоляционных изделий. После формования заготовки последние сушат вакуумированием до удаления влаги и подвергают термообработке.

В процессе сушки изделий в силу капиллярных явлений совместно с влагой к его поверхности диффундируют коллоидные частицы кремнезоля. Прилегающие к поверхности слои обогащаются золей и при потере влаги агрегируют с образованием корки повышенной механической прочности.

На рисунке (10000-кратное увеличение) приведен фрагмент прилегающего к теплоизолируемой поверхности участка теплоизоляционной плиты после ее сушки. Диаметр агрегатировавшихся образований золя 1 в 100—200 раз превышает размеры шара раствора-связующего. Волокна 3 склеены между собой определенным по их частично соприкасающимся поверхностям агрегатировавшимся образованием кремнезоля 2.

Муллитокремнеземистые плиты, изготовленные на органическом связующем — золе кремниевой кислоты, в зависимости от типа керамического намок-

на, характеризуются следующими показателями:

теплопроводность при средней температуре 600±25°C, Вт/(м·К)	0,22—0,24
предел прочности при изгибе, МПа	0,08—0,1
набухающая плотность, кг/м <sup>3</sup> диоксида кремния	240—370
температурная устойчивость, %	2—3
изменение массы при прокаливании, %	1—1,5

Фулеровка котельно-печного оборудования такими плитами практически позволяет исключить аккумулятивное тепло и тепловой изоляции, снизить на 25—30% теплопотери, получить экономический эффект 5—10 тыс. р. на 1 т теплоизоляционного материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cast Metals Research Journal, V. 10, No 4, p. 149, 1979, v. 11, No 1, p. 21, 1974.
2. Получение гидрозоль кремнеземы, используемых в качестве связующего / Ю. Г. Фролов, В. Н. Лебедев, А. И. Федосеев и др. // Химическая промышленность, 1985. № 10.
3. Аялер Р. К. Химия кремнеземы. — М.: Мир, 1962 — Ч. 2.
4. Патент США № 3635578, НКИ 352—313. High surface area stabilized silica sols and process for preparing same, Paul C. Yates, Wilmington, Del., 1972.
5. Патент США № 3469813, НКИ 232—313. Method of Producing Acid Solica Sols., M., Mindich, C. Hills, L. Reven 1969.

## Новые книги

**Строительные материалы: Справочник /** А. С. Болдырев, П. П. Золотов, А. Н. Люсов и др.; Под ред. А. С. Болдырева, П. П. Золотова. — М.: Стройиздат, 1989. — 567: ил.

Приведена классификация, характеристика составов и свойств строительных материалов. Описаны минеральное сырье, его добыча и приготовление шихт. Описаны последние достижения техники и технологии. Даны характеристики современного технологического оборудования, приборов и аппаратов для испытаний, автоматического контроля и управления процессами производства строительных материалов.

Книга адресована инженерно-техническим и научным работникам промышленности строительных материалов и строительства.



УДК 696.973.3+576.748.32.06—405.8.002.998

У. Х. МАГДЕЕВ, д-р техн. наук, А. В. ЛИФШИЦ, канд. техн. наук,  
Б. Я. ШТЕЙН, инж. (НИПИ «Мосмаш»), А. А. БИРМАН, инж.  
(Комбинат железобетонных изделий № 2 ПСО «Мосстрой»)

## Конструкционный золоспесчаный бетон и теплоизоляционный полистиролбетон для трехслойных панелей наружных стен

Повышение теплозащитных функций наружных стеновых панелей зданий является вопросом весьма актуальным. В связи с этим возникла необходимость перевести ряд домостроительных предприятий Москвы, выпускающих однослойные стеновые панели, не обеспечивающие зданиям нужную тепловую защиту, на производство трехслойных панелей с более высокими теплозащитными свойствами по сравнению с первыми.

Трехслойные наружные стеновые панели, выпускаемые на предприятиях Мосстройкомитета, при толщине слоя утеплителя — пенопласта (ПСБ-С) в основном 100 мм (150 мм лишь в подоконной части) должны иметь расчетное приведенное сопротивление теплопередаче ( $R_{пр}$ ), равное 1,65 м<sup>2</sup>·ч·°С/ккал. Результаты обследования 3-слойных панелей показали, что в них имеются «мостики холода», появляющиеся вследствие затекания бетонной смеси в места расположения каркасов, в стыки между лентками утеплителя ПСБ-С и по контуру панелей. Наличие «мостиков холода» снижает фактическое сопротивление теплопередаче стеновых панелей на «гибких связях» на 20—25% по сравнению с расчетными значениями. Кроме того, водопоглощение плит ПСБ-С значительно (в 1,5 раза) превышает допускаемое ГОСТ 15588—70—100% по массе.

Анализ 3-слойных стеновых панелей разных типов показал, что коэффициент приведения  $\gamma$  от расчетного значения  $R_{пр}$  к фактическому  $R_{пр}$  колеблется от 0,69 до 0,68, что говорит о значительной теплотехнической неоднородности отдельных участков таких панелей с утеплителем — пенопластом.

В НИПИ «Мосмаш» Мосгорисполкома исследована возможность устранения теплотехнической неоднородности трехслойных наружных стеновых панелей. Предложена панель с ограждающими слоями из золоспесчаного бетона марки М 200 и средним слоем из теплоизоляционного полистиролбетона. Такая панель

более однородна в теплотехническом отношении, к тому же менее трудоемка в изготовлении.

Для составов теплоизоляционного полистиролбетона со средней плотностью 300—400 кг/м<sup>3</sup> использованы следующие материалы: гранулированный пенополистирол комбината «Стройпластмасс» высокой плотностью 24—26 кг/м<sup>3</sup>; портландцемент М 400 цементного завода «Гигант»; каменноугольная зола ТЭЦ 22 с п.п. = 20%;  $S_{уд}$  = 3000 см<sup>2</sup>/г,  $\rho_{плос}$  = 1000 кг/м<sup>3</sup>; воздухововлекающая добавка СДО (ТУ 13-05-02-83), суперпластификатор С-3 (ТУ 6-14-19-253-79).

Гранулометрический состав использованного в опытной панели полистирола, % по объему: фракции 0—2,5 мм — 14,3; 2,5—5 мм — 35; 5—10 мм — 50; > 10 мм — 0,7.

Расход на 1 м<sup>3</sup> бетона гранулированного полистирола в экспериментах был принят равным 0,85—0,9 м<sup>3</sup>. При выпуске опытных панелей — 0,95 м<sup>3</sup> (с учетом сметки — 5%). Количество цемента варьировали от 230 до 300 кг на 1 м<sup>3</sup>. Содержание добавки СДО — 0,2—0,25%; С-3 — 0,3—0,6% массы цемента, золы 50—70 кг. Вода дозировалась в зависимости от требуемой удобоукладываемости полистиролбетонной смеси. Этот показатель устанавливали как по жесткости смеси,  $\epsilon$ , определяемой на приборе И. М. Красного (ГОСТ 10181—81), так и по осадке конуса «СтройЦНИЛ».

Смесь перемешивали в лабораторных лопастных мешалках вместимостью 10 и 40 л. Добавки вводили в полистиролбетонную смесь вместе с водой затворения.

Порядок загрузки и перемешивания компонентов такой. Гранулированный полистирол в течение 1 мин перемешивали с 1/4—1/5 частью водного раствора добавок, затем в работающую мешалку загружали цемент и одновременно оставшуюся воду с добавками. Перемешивание происходило еще в течение

2—3 мин, пока не достигалось оптимальное воздухововлечение смеси. После этого смесь выгружали из мешалки и на лабораторной виброплощадке формовали образцы-кубы. Одновременно определяли удобоукладываемость смеси. Часть образцов формовали сразу, другие — спустя 10—20 мин для установления потерь вовлеченного воздуха и динамики изменения средней плотности полистиролбетонной смеси во времени.

Для определения оптимальных временных интервалов, через которые на полистиролбетонную смесь можно укладывать бетон верхнего слоя панели, образцы формовали послойно: сначала в форму (с ребром 20 см) на высоту 12 см укладывали полистиролбетонную смесь заданной удобоукладываемости, затем через определенные интервалы времени — 20, 40, 60 мин с высоты 1 м загружали слой золоспесчаного бетона. Уложенную смесь подвергали виброуплотнению.

Образцы, прошедшие тепловлажностную обработку, распиливали и визуально определяли смещение бетонных слоев по отношению друг к другу.

Аналогичные исследования выполняли также на фрагментах изделий размером 50×60×20 см. Это позволило установить оптимальные показатели удобоукладываемости полистиролбетонных смесей, а также временные интервалы укладки золоспесчаного бетона, при которых не происходит смещения слоев.

Разработаны составы теплоизоляционного полистиролбетона со средней плотностью 300—365 кг/м<sup>3</sup> и прочностью после тепловлажностной обработки ( $R_{тв}$ ) — 5—7 кгс/см<sup>2</sup>. Составы изготовили с добавлением 0,2% СДО. Их удобоукладываемость составляла: Ж=1—3 с и ОК=6 см. Уложить слой золоспесчаного бетона на подвижную полистиролбетонную смесь указанной удобоукладываемости без взаимного смещения слоев не удалось даже спустя 60 мин из-за низкой структурной прочности смеси.

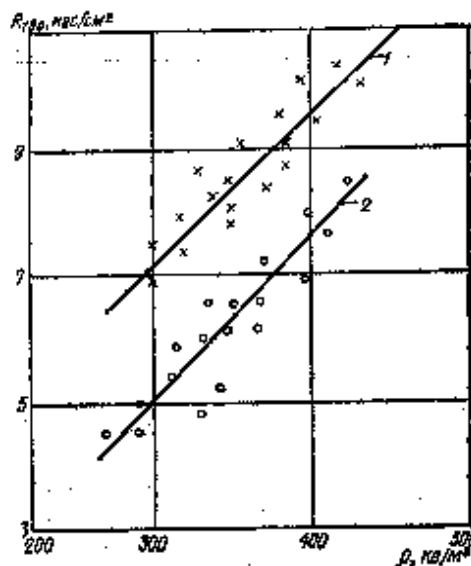


Рис. 1. Зависимость прочности полистиролбетона от его плотности  
1 — полистиролбетон с добавкой СДО; 2 — то же, СДО и С-3

Исследовали возможность получения теплоизоляционного полистиролбетона с  $\rho_{\text{сух}} = 300-385 \text{ кг/м}^3$  и прочностью после тепловлажностной обработки 5—10  $\text{кг/см}^2$  при использовании менее подвижных смесей (жесткость 5—7 с и ОК 3—4 см), что позволило бы укладывать верхний слой бетона либо сразу после приготовления первого, либо через минимальный отрезок времени — 20—30 мин. При этом для сохранения заданного воздухововлечения смеси и повышения прочности полистиролбетона в смесь вводится суперпластификатор С-3. Влияние комплексных добавок (СДО+С-3) на прочность полистиролбетона показано на рис. 1.

В данном случае при оптимальной (с точки зрения возможности укладки верхнего слоя бетона) удобоукладываемости полистиролбетонной смеси, полученной за счет снижения на 20—30 л на 1  $\text{м}^3$  расхода воды достигается увеличение прочности полистиролбетона на 20—25%. Другой, более эффективный способ получения оптимальной удобоукладываемости полистиролбетонной смеси — это добавка небольшого количества (50—70 кг на 1  $\text{м}^3$ ) золы ТЭЦ, которую вводят в хорошо поризованную подвижную полистиролбетонную смесь (Ж=1—3 с; ОК=6—7 см) в конце перемешивания.

Зола, обладая высокой водопотребностью, поглощает из смеси часть воды и снижает ее подвижность до оптимальных значений (Ж=5—7 с; ОК=3—4 см) без уменьшения воздухововлечения смеси.

Следует отметить, что золу в полистиролбетонную смесь вводят взамен части цемента. Это в свою очередь обуслов-

ливает улучшение и теплофизических свойств полистиролбетона. Кроме того, зола ТЭЦ повышает связность полистиролбетонной смеси и увеличивает на 10—15% прочность полистиролбетона.

Основные характеристики полистиролбетона с плотностью 300—400  $\text{кг/м}^3$ : теплопроводность в сухом состоянии соответственно равна 0,05 и 0,07  $\text{ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$ , в при расчетной влажности (13%) — 0,08 и 0,1  $\text{ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$ . Влажностный коэффициент (приращение теплопроводности на 1% влажности) полистиролбетона невелик и в среднем составляет 0,0025  $\text{ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$ . Сравним, такое приращение для керамзитобетона на кварцевом песке составляет 0,015, а для керамзитоволобетона — 0,009  $\text{ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C})$ ; термическое сопротивление слоя полистиролбетона толщиной 0,15 м составляет соответственно 1,875 и 1,5  $\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot^\circ\text{C}/\text{ккал}$ , коэффициент паропроницаемости  $\mu$  — 0,012 и 0,0106  $\text{г}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{мм рт. ст.})$ ; коэффициент морозостойкости после 50 циклов переменного замораживания и оттаивания колеблется от 0,95 до 1,05.

Водопоглощение полистиролбетона — 18—25% в зависимости от его плотности не превышает требуемых значений и значительно меньше водопоглощения пенопласта ПСБ-С — 100%.

Деформационные характеристики полистиролбетона со средней плотностью 345  $\text{кг/м}^3$  при расходе материалов на 1  $\text{м}^3$  цемента 280 кг; полистирола 0,85  $\text{м}^3$  или 22 кг, воды 90 л, добавки С-3 и СДО 0,4 и 0,2% массы цемента следующие:  $R_{\text{из}} = 8,9 \text{ кг/см}^2$ ;  $R_{\text{изр}} =$

8,6  $\text{кг/см}^2$ ;  $E = 6800 \text{ кг/см}^2$ ; усадка — 1,2  $\text{мм/м}$ ;  $R_{\text{р.плг}} = 3,5 \text{ кг/см}^2$ ;  $R_{\text{срел}} = 2 \text{ кг/см}^2$ .

Изучены защитные свойства полистиролбетона, содержащего золу ТЭЦ, по отношению к стальной арматуре. Центральной лабораторией коррозии НИИЖБА были сняты поляризационные кривые стали в полистиролбетоне (рис. 2), приготовленном с добавкой золы ТЭЦ ( $S_{\text{уд}} = 3200 \text{ см}^2/\text{г}$ , п.п.п. = 20%). Образцы испытывали в исходном состоянии, через 3 и 6 мес увлажнения-высушивания. Плотность тока при напряжении 300 мВ во всех случаях не превышает 5  $\text{мкА/см}^2$ . Это означает, что сталь в полистиролбетоне с добавкой золы как в свежеприготовленном, так и в процессе испытаний в течение 3 и 6 мес остается в пассивном состоянии и предпосылок для развития коррозии арматуры не возникает.

С целью замены дефицитного и дорогого известнякового щебня, применяемого в бетоне ограждающих слоев 3-слойных панелей, более дешевым песком и золой ТЭЦ, а также для улучшения теплозащитных свойств панелей разрабатывались составы конструктивных золосодержащих бетонов марки М 200 с различной удобоукладываемостью нижнего и верхнего слоев. Для этого использовали цемент М 400 завода «Гигант», кварцевый песок с  $M_{\text{кр}} = 2$  и золу гидродуления ТЭЦ 22 ( $S_{\text{уд}} = 3000 \text{ см}^2/\text{г}$ , п.п.п. = 20%,  $\rho_{\text{плг}} = 1000 \text{ кг/м}^3$ ), а также суперпластификатор С-3.

Тепловлажностная обработка осуществлялась в лабораторной пропарочной камере по режиму, ч: предварительная выдержка — 2, подъем температуры — 3, изотермическая выдержка при температуре 80°C — 6, охлаждение — 1.

Составы золосодержащего бетона марки М 200 подбирали методом абсолютных объемов с дальнейшей их корректировкой в производственных условиях при выпуске опытных партий изделий. Расход цемента варьировали от 300 до 400  $\text{кг/м}^3$ , золы ТЭЦ — от 130 до 300  $\text{кг/м}^3$ , количество воды назначали из условия обеспечения заданной удобоукладываемости золобетонной смеси, добавку С-3 вводили от 0,3 до 0,75% массы цемента.

Расход материалов для получения золобетонов и основные их характеристики представлены в табл. 1. Для сравнения даны составы тяжелых бетонов марки М 200 без золы с добавкой ЛТМ-3 Красноярского ДСК-1, используемые для ограждающих слоев 3-слойных панелей.

На основе анализа данных таблицы сделан вывод об эффективности применения для ограждающих слоев 3-слой-

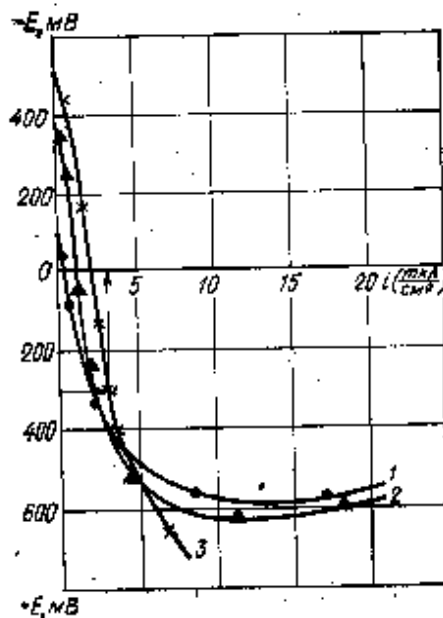


Рис. 2. Анодные поляризационные кривые стали в полистиролбетоне на золе  $S_{\text{уд}} = 3200 \text{ см}^2/\text{г}$   
1 — в исходном состоянии; 2 — через 3 мес испытаний; 3 — через 6 мес испытаний

ных наружных панелей золосецианых бетонов марки М 200 вместо тяжелого бетона той же марки, приготовленного на известняковом щебне. При этом на 200—250 кг/м<sup>3</sup> снижается средняя плотность бетона и появляется возможность отказаться от использования в панели цементно-песчаного растворного слоя.

Составы № 1 и 2 применяют на Краснопресненском ДСК-1 в Москве.

Замека известнякового щебня песком и золой ТЭЦ позволяет снизить затраты на материалы при изготовлении панелей в среднем на 2 р. на 1 м<sup>2</sup>. С добавкой в золобетон суперпластификатора С-3 снижается расход воды на 25—30 л/м<sup>3</sup> (составы № 3 и 4) и получаются золобетонные смеси требуемой подвижности. При этом оптимальное количество добавки С-3 при высоких расходах золы (300 кг/м<sup>3</sup>) составляет 0,75%, а при небольших (125—130 кг/м<sup>3</sup>) — 0,3% массы цемента.

Золобетонные смеси при сравнительно небольших значениях их осадки конуса — 2—4 см и при минимальном вибровоздействии (2—5 с) имеют хорошую текучесть и не расслаиваются. Установлено, что при одинаковой удобоукладываемости (осадке конуса) растекаемость бетонных смесей с добавкой золы ТЭЦ при вибровоздействии примерно в 2 раза выше, чем у бетонных смесей без золы. Следовательно, зола ТЭЦ обеспечивает требуемую текучесть золобетонным смесям во время их укладки в форму при более низких (примерно в 2 раза) значениях осадки конуса по сравнению с бетонными смесями без золы. Это в свою очередь обуславливает набор бетоном требуемой прочности при более низком расходе цемента.

Оптимальная удобоукладываемость золосецианого бетона для нижнего слоя панели 4—6 см осадки конуса «Строй-ЦНИЛ», для верхнего — 1,5—2 см.

На основе результатов экспериментальных работ и испытаний опытных панелей получен оптимальный состав золосецианого бетона марки М 200, кг на 1 м<sup>3</sup>: цемент — 350; песок — 1400—1430; зола ТЭЦ — 130—150; вода — 230—260 л/м<sup>3</sup> (в зависимости от требуемой подвижности смеси); добавка С-3 — 0,3% массы цемента. При этом можно свести к минимуму по времени действия вибрационное уплотнение верхнего золосецианого слоя панели — примерно до 5 с. Виброуплотнение нижнего слоя длится 10—15 с.

Для случаев, когда нельзя укладывать золосецианый бетон в нижнем слое панели — при использовании белого цемента, разработаны составы тяжелого бетона марки М 200 с добавкой 100—150 кг на 1 м<sup>3</sup> золы ТЭЦ. Это позволяет

Таблица 1

№ состава	Виды бетона в слоях панели	ОК, см	Расход материалов на 1 м <sup>2</sup> бетона, кг					R <sub>сух</sub> , кг/м <sup>3</sup>	R <sub>ТВО</sub> , кг/см <sup>2</sup>	R <sub>28</sub> , кг/см <sup>2</sup>
			Цемент	Песок	Зола	Щебень фракция 3—10 мм	Вода, л добавка, % массы цемента			
1	Тяжелый нижний слой	16	490	1055	—	440	2065	135	195	
2	верхний слой	2	340	755	—	1130	2275	203	250	
3	Золосецианый* верхний слой	3	302	1175	302	—	1825	180	225	
4	нижний слой	7,5	300	1170	300	—	1815	190	250	
5	нижний слой	4	340	1400	125	—	1910	145	206	
6	верхний слой	2	345	1420	130	—	1930	161	230	
7	Золосецианый** нижний слой	8	400	1850	130	—	1940	157	220	
8	нижний слой	8	400	1380	130	—	1960	198	255	
9	верхний слой	4	390	1325	125	—	1900	160	212	
10	Тяжелый (с золой ТЭЦ) нижний слой	10	280	480	120	1150	2070	165	220	
11	нижний слой	15	375	420	100	1155	2105	201	270	

\* зола ТЭЦ 20, ρ=800 кг/м<sup>3</sup>; \*\* — зола ТЭЦ 22; ρ=1000 кг/м<sup>3</sup>.

Таблица 2

Подвижность золосецианого бетона, ОК, см	Расход материалов на 1 м <sup>2</sup> бетона, кг				R <sub>сух</sub> , кг/м <sup>3</sup>	R <sub>сж</sub>	R <sub>пр</sub>	R <sub>впл</sub>	E × 10 <sup>-3</sup>	K <sub>мрз</sub> (50 циклов)	Водопоглощение, %	Усадка, мм/м
	Цемент	Песок	Зола	В, л С-3, %								
8	300	1170	300	275 0,75	1815	235	200	35	185*	0,95	10,2	1,1
4	340	1400	125	260 0,3	1910	216	180	31	173*	1	9,5	0,9

\* Требуемое значение вычисленного модуля упругости (E × 10<sup>-3</sup>) по СНиП 2.03.01—84 равно 170 кг/см<sup>2</sup>.

оптимизацией гранулометрического состава заполнителя снизить примерно на 50 кг расход цемента по сравнению с таковым для обычного тяжелого бетона той же марки (см. табл. 1, составы № 10, 11).

Деформационные и эксплуатационные свойства золосецианых бетонов марки М 200 показаны в табл. 2.

Данные таблицы показывают, что составы золосецианых бетонов марки М 200 для ограждающих слоев 3-слойных наружных панелей по эксплуатационным и деформационным показателям соответствуют требованиям норма-

тивных документов и имеют более низкую теплопроводность — λ<sub>ш</sub>=8% = 1 ккал/(м·ч·°С) в отличие от 1,75—1,6 ккал/(м·ч·°С) у тяжелого бетона.

Тепловлажностная обработка золосецианых бетонов должна проводиться при температуре изотермической выдержки не менее 80°С продолжительностью не менее 10 ч, так как при более коротких режимах требуемая прочность бетона обеспечивается лишь через 12 ч после окончания таковой.

Опытные 3-слойные панели наружных стен с ограждающими слоями из золосецианого бетона и с теплоизоляцион-

ным слоем из полистиролбетона были выпущены на Комбинате железобетонных конструкций № 2 ПСО «Мосстрой».

Изделия изготовляли в формах, используемых для выпуска однослойных панелей толщиной 34 см. При этом расчетный объем золоспечаного бетона был равным 1,04 м<sup>3</sup>, а полистиролбетона — 0,8 м<sup>3</sup>. Толщина наружного ограждающего слоя золоспечаного бетона составила 110 мм, внутреннего ограждающего — 80 мм, полистиролбетона — 150 мм. Армировали было обычное, принятое для однослойных панелей.

Удобоукладываемость (ОК) для нижнего слоя золоспечаной смеси составляла 4,5 см, верхнего — 3 см, полистиролбетонной смеси — 2 см.

Полистиролбетонную смесь приготавливали в бетономешалках СМ-290 в течение 4—5 мин. Смесь к укладчикам подавали конвейером. Нижний слой после

укладки виброуплотняли 15 с, верхний — укладывали практически без вибрации и заглаживали валом. Теплоизоляционный слой из полистиролбетона виброуплотняли не более 10 с.

Опытные панели после 3-часовой выдержки пропаривали в ячной камере по обычному режиму: 3 ч — подъем температуры, 6 ч — изотермическая выдержка при 80°C, 1 ч — охлаждение.

Нижний слой золоспечаного бетона имеет прочность 198 кгс/см<sup>2</sup>, верхний — 158 кгс/см<sup>2</sup>, а полистиролбетон — 10 кгс/см<sup>2</sup> при средней плотности 380 кг/см<sup>3</sup>.

Прочностные показатели золоспечаного бетона в опытной панели позволяют снизить расход цемента до 350 кг на 1 м<sup>3</sup>. Материал имеет плотную слитную структуру. Выход полистирола на торцы панелей не наблюдался. Отслоение отделочной керамической плитки и око-

лов бетона не зафиксировано.

Теллотехнический расчет опытной 3-слойной наружной панели с теплоизоляционным полистиролбетоном в отдельных узлах сопряжения конструкции показал, что приведенное сопротивление теплопередаче панели  $R_{пр}$  равно 1,9 м<sup>2</sup>·ч·°С/ккал (для  $\rho_{пл} = 300$  кг/м<sup>3</sup>) и 1,7 м<sup>2</sup>·ч·°С/ккал (для  $\rho_{пл} = 400$  кг/м<sup>3</sup>). Следовательно, коэффициент приведения  $\gamma$  для опытной панели колеблется от 0,86 до 0,93, что говорит о высокой теплотехнической однородности конструкции.

Экономический эффект изготовления 3-слойных стеновых панелей с теплоизоляционным слоем из полистиролбетона и с ограждающими слоями из золоспечаного бетона по сравнению с производством 3-слойных панелей со слоем полистирольного пенопласта составляет более 3 р. на 1 м<sup>2</sup> изделия.

УДК 691.144.002.237

В. Н. БОЛОТОВА, инж., Т. В. ГЕРАСИМОВА, инж.,  
М. Г. ВЕДЕХИНА, инж. (ВНИИстройполимер), Л. С. ТАБОЛИНА, канд. техн. наук,  
В. А. ФЕДОСОВА, инж. (Ленинградский технологический институт им. Ленсовета),  
В. И. САВКО, инж. (Осиновичский картонно-рубероидный завод)

## Влияние полиэтиленовых восков на свойства битумов и рубероида

Общепризнано, что полимербитумные композиции — это физические смеси (растворы или дисперсии). Отсутствие химического взаимодействия между молекулами полимера и компонентами битума обуславливает их долговечность, так как они химически мало активны.

Авторы исследовали возможность использования полиэтиленовых (ПЭ) восков с битумами в качестве кровельной массы в производстве рубероида. Из литературных данных [1, 2, 3] известно, что полимербитумные составы могут быть не стабильны, особенно в горячем состоянии и при интенсивном перемешивании.

Опытным путем выяснено влияние степени окисленности битумов на их совместимость с полиэтиленовыми восками. Основные свойства кровельных составов рубероида с неокисленными и окисленными полиэтиленовыми восками приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, максимальный скачок температуры размягчения наблю-

дается при увеличении концентрации полиэтиленового воска от 7 до 10% для битумов с температурой размягчения 41 и 48°C и от 5 до 7% для битумов с температурой размягчения 56°C. Пенетрация составов при этом достигает минимального значения, но остается достаточно высокой для получения пластичного кровельного слоя рубероида. Значит, минуя процесс окисления пропиточного битума или сокращая его, можно получать кровельные составы для рубероида.

Дальнейшее увеличение содержания ПЭ воска в битуме нарушает равновесие между этими компонентами, что приводит к расслоению кровельного состава. Процесс расслоения может наблюдаться также, если смешение битума с ПЭ воском происходит при температуре выше 190°C в течение более 3 ч.

Введение ПЭ воска в битум, окисленный до температуры размягчения 92°C, в количестве 1—3% (по массе) не оказывает влияния на степень окисленности смеси, но приводит к ее расслоению в

случае использования неокисленного ПЭ воска.

Таким образом, для получения кровельных составов кровельных материалов (полностью или частично исключая процесс окисления пропиточного битума) было выбрано оптимальное количество ПЭ воска, окисленного и неокисленного, — 7—10% битума. Смешение его с битумом осуществлялось в течение 15—30 мин при температуре 180°C. Выпуск промышленных образцов материала с битумно-полиэтиленовым кровельным составом (воском) осуществлен на Осиновичском картонно-рубероидном заводе. Основные показатели качества материала приведены в табл. 2.

Показатели качества свидетельствуют, что полученный материал характеризуется высокой эластичностью по сравнению с традиционными марками рубероида (ГОСТ 10923—83 Рубероид). Испытание на старение под воздействием искусственных климатических факторов, по предварительным данным, показало,

Таблица 1

Температура размягчения, °С	Содержание ПЭ воска в композиции, %	Свойства составов		Повышение температуры размягчения, °С
		Температура размягчения, °С	Плотность, 0,1 мм	
<b>Неокисленный полиэтиленовый воск</b>				
41	0	41	146	—
	5	58	81	15
	10	67	84	26
48	0	48	51	46
	5	58	80	—
	10	69	45	10
56	0	56	42	21
	5	71	45	43
	10	91	45	15
92	0	92	28	35
	1	88	39	46 (расслоение)
	3	99	36	—4 (расслоение) +7 (расслоение)
<b>Окисленный полиэтиленовый воск</b>				
41	0	41	146	—
	5	58	173	17
	10	63	180	20
92	0	92	172	22
	1	92	16	—
	3	93	14	0
	10	93	13	1
	20	102	17	8

Таблица 2

Материал, состав, показатели материала	Результаты испытаний с ПЭ воском	
	неокисленным	окисленным
Битум с температурой размягчения 39°C Плотность — 1,86 ед.	—	—
Битум + наполнитель 4-7% ПЭ воска температура размягчения, °С	94	75
пекотрашка, ед.	66	26
Рубероид масса покрытия состава, г/м <sup>2</sup>	1186	1306
разрывное усилие, кгс	32	33
температуростойкость в течение 2 ч при температуре, °С	70	70
потери массы, % водонепроницаемость, кг/см <sup>2</sup>	0,1	0,1
гибкость на брусе с радиусом закругления, мм	0,5	0,5
15 мм при температуре (ГОСТ 10923—83), °С	25	25
10 мм при температуре, °С	0	0

что кровельный материал с битумно-полиэтиленовым слоем (воском) в течение 10—12 усл. лет не разрушается.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цейде Ж. Теория совместности битумов с полиамерами, *Italieners Mischwerk*, 1979, № 5.
2. Энциклопедия полимеров в 3-х томах. — М.: Советская энциклопедия, 1979, А—Я.
3. Сирота А. Г. Модификация структуры и свойства полиолефинов. Л.: Химия, 1974.

## Стандартизация продукции

УДК 658.816.679.84+881.21

В. В. ТИШЕНКО, инж. (Госстрой СССР), М. Л. НИСНЕВИЧ, д-р техн. наук, Н. С. ЛЕВКОВА, канд. техн. наук (ВНИПИИстромжсырье)

## Международная стандартизация в промышленности нерудных строительных материалов и облицовочных материалов из природного камня.

За последние годы значительно вырос объем работ по международной стандартизации в промышленности нерудных строительных материалов и облицовочных материалов из природного камня. Работы проводятся в рамках СЭВ и ИСО (международной организации по стандартизации). Они обеспечивают:

унификацию технических норм и требований к продукции, особенно для ее видов, являющихся предметом международной торговли;

повышение качества, технического уровня и конкурентоспособности продукции;

создание условий для разработки и внедрения прогрессивных технологических процессов и оборудования;

совершенствование методов контроля продукции.

Планомерная работа по созданию стандартов СЭВ обеспечивается разработанным и утвержденным в 1980 г. комплексом документов 3.1 «Материалы нерудные строительные, заполнители плотные и пористые, облицовочные и дорожные материалы и изделия из природного камня». Он включает в себя номенклатура объектов стандартизации, базовую номенклатуру норм и требований и перечень наименований документов, которые должны создать нормативное обеспечение рассматриваемых подотраслей.

Номенклатура объектов стандартизации охватывает 21 вид продукции, в том числе по семь видов плотных и пористых заполнителей, семь видов облицовочных и дорожных изделий из природного камня. Базовая номенклатура норм и требований включает в себя 15 показателей качества, применяемых для оценки различных видов продукции. Перечень наименований документов состоит из перечня стандартов трех ступеней: классификации, метода испытаний и технических условий.

В соответствии с указанным комплексом к настоящему времени разработаны и утверждены шесть стандартов СЭВ и ведется работа по созданию четырех новых, в области нерудных строительных материалов — это стандарты на класси-

фикацию заполнителей и методы их контроля.

Утвержден СТ СЭВ 5445—85 «Материалы строительные нерудные и заполнители плотные и пористые. Классификация, термины и определения», включающий в себя классификацию материалов по плотности, происхождению, зерновому составу и форме зерен. Стандарт также устанавливает термины и определения нерудных строительных материалов, включая плотные заполнители, пористые природные и искусственные.

Разработаны и утверждены стандарты на методы испытаний: СТ СЭВ 5446—85 «Материалы строительные нерудные и заполнители плотные и пористые. Общие требования к методам отбора и подготовки пробы», СТ СЭВ 5976—87 «Материалы строительные нерудные, заполнители плотные и пористые. Методы определения прочности», СТ СЭВ 6317—88 «Материалы строительные нерудные, заполнители плотные и пористые. Методы определения зернового состава».

Рассмотрены на четвертом заседании Рабочей группы по строительству Постоянной комиссии СЭВ по сотрудничеству в области стандартизации в ноябре 1989 г. и подготовлены к утверждению проекты стандартов СЭВ на методы определения плотности, а также содержания пылевидных и глинистых частиц.

В области стандартизации облицовочных материалов из природного камня первоочередной задачей принята разработка стандартов на блоки и плиты из природного камня, являющиеся предметами экспорта ряда стран — членом СЭВ.

Разработаны и утверждены СТ СЭВ 6315—88 «Блоки из природного камня для производства облицовочных изделий. Технические условия» и СТ СЭВ 6316—88 «Плиты облицовочные пиленные из природного камня. Технические условия». Кроме того, в стадии разработки находятся два стандарта на определение вновь вводимых показателей качества: определение предела прочности горной породы на растяжение при изгибе и истираемости горной породы.

Утвержденные и разрабатываемые в настоящее время стандарты СЭВ отражают современные требования к качеству продукции и методам ее контроля, принятые странами-членами СЭВ и международными организациями по стандартизации.

Следует отметить, что советская сторона является автором утвержденных и четырех разрабатываемых стандартов, а в разработке остальных документов принимает активное участие в качестве соисполнителя.

Утвержденные стандарты признаны большей частью стран-членом СЭВ. Все перечисленные стандарты СЭВ внедрены в государственные стандарты СССР.

Наша страна принимает активное участие в деятельности Рабочей группы I «Заполнители для бетона» Подкомитета 3 «Производство и контроль бетона», Технического комитета 71 ИСО «Бетон, железобетон и предварительно напряженный железобетон». Госстрой СССР ведет секретариат рабочей группы. Членами ее являются представители Венгрии, Польши, Чехословакии, Югосла-

вии, Австрии, Англии и др.

Советскими специалистами подготовлены проекты 16 международных стандартов. К их числу относятся: основополагающий документ, определяющий требования к качеству заполнителей ИСО/ТК 71/ПК 3/РГ I № 154 «Заполнители природные для бетона. Общие технические требования» и ряд стандартов на методы испытаний нерудных строительных материалов. Среди последних методы определения содержания пылевидных и глинистых частиц просеиванием и пылеточным методом, содержания глины в комках просеиваемом и петрографической разборкой, формы зерен, прочности горной породы, истираемости щебня и гравия в полочном барабане, коэффициенты дробимости при сжатии в цилиндре, морозостойкости и др.

Обсуждения проектов на заседаниях Рабочей группы позволили учесть опыт наиболее развитых стран в области производства и контроля качества нерудных строительных материалов и подготовить к утверждению ряд основных документов.

На 9-м заседании ИСО/ТК 71/ПК 3/РГ I было признано целесообразным ввести координацию работ по стандартизации, выполняемых ИСО, СЭВ и СЕН (международная организация по стандартизации, разрабатывающая региональные стандарты для стран ЕЭС); в рамках СЕН создан Технический комитет 154 по заполнителям для бетона.

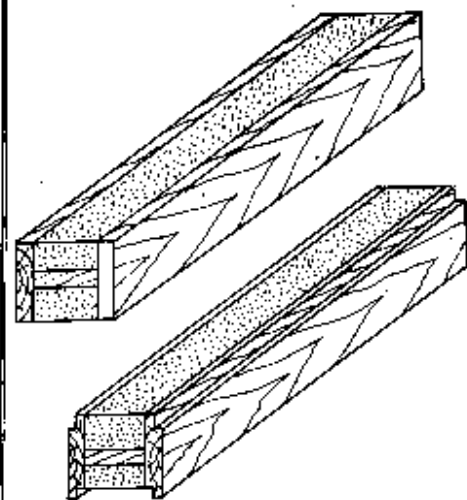
В развитие этого решения было проведено совместное заседание ИСО/ТК 71/ПК 3/РГ I и СЕН/ТК 154/ПК 6 в г. Осло в мае 1989 г., где была подтверждена необходимость сотрудничества в области обмена информацией, документами по требованиям к качеству заполнителей и методам их испытаний и осуществления контроля между секретариатами рабочих групп.

Участие советских специалистов в работе над проектами международных стандартов позволило повысить качество разработки государственных стандартов СССР на заполнители для бетона и методы их испытаний и обеспечить их соответствие мировому уровню по основным показателям.

## ИЩЕМ ПАРТНЕРОВ

Б. А. ГОВЫРИН, канд. техн. наук (Балабановское отделение Гипролеспроема)

### СТЕНОВОЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ БРУС С ЭФФЕКТИВНЫМ УТЕПЛИТЕЛЕМ



Стеновой комбинированный брус с эффективным утеплителем

Специалистами Балабановского отделения ВНПО «Союзнаучстандартом» разработана конструкция стенового комбинированного бруса. Новый материал был показан на IV Международной выставке «Лесдревмаш-89» и вызвал большой интерес. Особенно перспективным он становится при расширении масштабов индивидуального жилищного строительства, развитии коллективного садоводства и при все возрастающем дефиците древесины крупных сечений.

Комбинированный брус состоит из наружной и внутренней обкладок, изготовленных из строганных с одной стороны пиломатериалов и соединенных между собой в жесткий несущий каркас, полость которого заполнена эффективным конструкционным утеплителем, представляющим собой вспененный полимер, наполненный мягкими отходами деревообработки. Такая конструкция позволяет снизить расход и, следовательно, стоимость утеплителя, а также решить проблему утилизации древесных отходов. Расчетная себестоимость изготовления комбинированного бруса — 47—50 р. за 1 м<sup>3</sup>.

При толщине бруса в 150 мм материал хорошо сохраняет комнатную температуру при наружной температуре воздуха минус 40°C, нетоксичен, отличается пониженной древесинойемкостью. Однако его серийный выпуск сдерживает отсутствие высокопроизводительного оборудования.

Быстрое решение задачи по созданию современного деревообрабатывающего оборудования возможно только при активном и заинтересованном участии конструкторских организаций и станкостроительных предприятий. Научное отделение ВНПО «Союзнаучстандартом» готово рассмотреть деловые предложения партнеров и организовать работы по созданию оборудования.

**НАШ АДРЕС: 249000, г. БАЛАБАНОВО  
КАЛУЖСКОЙ ОБЛ., ПЛ. 50 ЛЕТ ОКТЯБРЯ, 3, ТЕЛ. 226-47.**



УДК 622.74+621.929.2

Г. Г. СТАРЧЕНКО, инж. (ПО «Уралноруд» ТСО Средуралстрой Минуралсибстроя РСФСР)

## Новая конструкция конических гидравлических грохотов

Старейшее на Среднем Урале производственное объединение «Уралноруд» является основным поставщиком черных и цветных строительных материалов для заводов железобетонных изделий и строительных организаций Свердловской области. Объединение ежегодно вырабатывает более 2860 тыс. м<sup>3</sup> песка, песчано-гравийной смеси и материалов из отсевов дробления скальных горных пород.

На трех гидромеханизированных карьерах, выпускающих 1500 тыс. м<sup>3</sup> этих материалов, добычные работы ведутся шестью плавучими земснарядами 350-50 Л с землесосами 20 Р-11М производительностью 4000 м<sup>3</sup>/ч и одним земснарядом 3ГМ-350-1А с землесосом 16 Р-9 производительностью 1900 м<sup>3</sup>/ч.

Добываемая земснарядом пульпа с соотношением Т/Ж=1/20—40 подается на обогатительные установки, где из смеси выделяются гравий и комовая глина, а также илесто-глинистые примеси. Каждый земснаряд работает в комплексе со своей обогатительной установкой.

В настоящее время на Махневском и Каменск-Уральском карьерах, где добываемая горная масса содержит соответственно до 27 и 13% гравия, илесто-глинистых примесей до 6%, в состав обогатительных установок входят: конический гидравлический грохот, вибрационные грохоты, ступенчатые воронки, спиральные классификаторы, вибробезоживатели и штабелюккладки (рис. 1). На Пышминском карьере, где содержание комовой глины в гравии крупностью более 5 мм не превышает 8%, илесто-глинистых примесей содержится до 10%, обогащение песков осуществляется на конических гидравлических грохотах и картах намыва (рис. 2).

Как показал многолетний опыт работы этих гидромеханизированных карьеров, одним из важнейших процессов обогащения является отделение гравия и комовой глины. Этот процесс осуществляется в особо тяжелых режимах. Неравномерные, пульсирующие ударные нагрузки больших масс грунта, содержащего крупный гравий и камни разме-

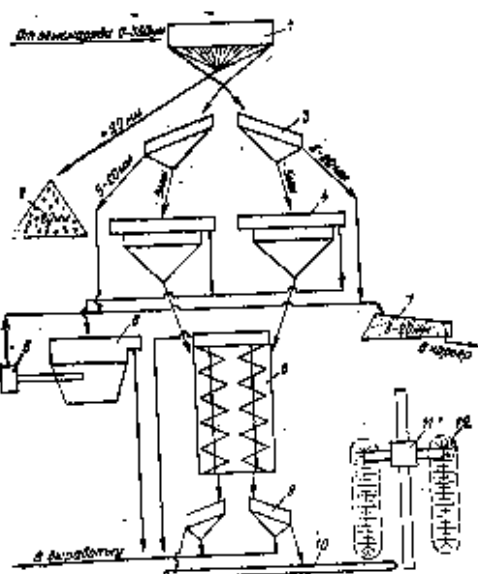


Рис. 1. Принципиальная схема обогатительной установки песка на Махневском и Каменск-Уральском карьерах  
1 — конический грохот; 2 — склад крупного материала; 3 — вибрационный грохот; 4 — конусная ступенчатая воронка; 5 — центробежный насос; 6 — аэрация; 7 — склад гравия фракция 5—20 мм; 8 — двухспиральный классификатор; 9 — вибробезоживатель; 10 — ленточный конвейер; 11 — штабелюккладки; 12 — склад обогащенного песка

ром в ребре до 350 мм, вызывают интенсивный износ просеивающих поверхностей.

Особенно наглядно это наблюдалось при отделении гравия и комовой глины на вибрационных грохотах с плетеными контрольными ситами из стальной про-

волоки. Под ударным воздействием больших масс грунта (3—3,5 тыс. м<sup>3</sup> исходной горной массы) эти сита быстро выходили из строя и вызвали длительные простои обогатительных установок и земснарядов.

Для удлинения сроков службы контрольных сит и снижения технологических простоев оборудования на вибрационные сита установили дополнительные заводские разгрузочные плетеные сита с более крупной ячейкой из проволоки большего диаметра, а также износостойкие сита собственного изготовления (плетеные из оружейной проволоки и сварные из поставленной на ребро профилированной стальной полосы сечением 20×4 мм). Они принимали на себя весь грунт и основную ударную нагрузку, пропуская на нижние контрольные сита массу, не содержащую крупного гравия, комовой глины и камней. Это уменьшило на 20—30% износ контрольных сит и несколько сократило простои.

В связи с этим при обогащении песка для предварительного отделения камней, крупного гравия и комовой глины устанавливали конические гидравлические грохоты КГГ-400, каждый из которых (рис. 3, а) состоит из корпуса цилиндрической формы с патрубком для подвода пульпы (в цилиндрической части) и двумя патрубками (в конической части) — один для отвода гравийной фракции, а другой — для отвода песчаной.

Просеивающая поверхность грохота (решетка) выполнена из литых стальных пластин клиновидной формы толщиной 30—40 мм (рис. 3, б), образующих коническую поверхность. Каждая пластина закреплена вершиной клина в раструбе патрубка, отводящего гравий, а основанием опирается на два регулировочных болта и прижимается к ним сверху фиксирующим болтом. На пластинах на определенном расстоянии расположены просеивающие отверстия в виде щелей прямоугольного сечения.

Повышение износостойкости контрольных сит также позволяло снизить про-

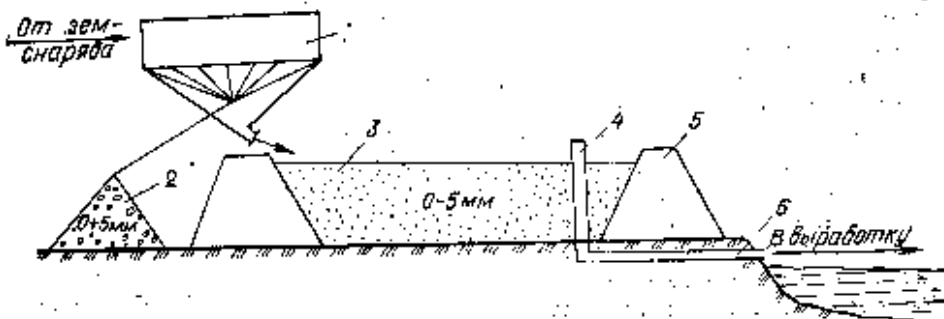


Рис. 2. Принципиальная схема обогащения песков на Пышминском карьере  
1 — конический гидравлический грохот; 2 — склад гравия крупностью более 5 мм; 3 — карта намыва песка; 4 — цилиндрический колодец для сброса воды; 5 — постоянная обвалованная карта намыва песка; 6 — сбросной коллектор

стоя обогатительных установок и земснарядов (через них прошло без ремонта 12—15 тыс. м<sup>3</sup> горной массы).

Однако и при эксплуатации КГГ-400 выявлялись существенные недостатки, в том числе сечение в свету решетки (около 32% от общей площади) ограничивает производительность грохота, форма просеивающих отверстий не соответствует траектории движения потока пульпы, что снижает точность разделения фракций по заданному зерну. Важное смешивание фракций достигает 11—13%; резьбовые соединения регулировочных и фиксирующих болтов (150 шт.) под воздействием водно-песчаной среды быстро выходят из строя и теряют работоспособность; большое количество резьбовых соединений обуславливает высокую трудоемкость монтажа и демонтажа просеивающей поверхности.

В связи с этим работники объединения разработали новую, лишнюю отечественных недостатков конструкцию конического гидравлического грохота.

Существенным отличием нового конического гидравлического грохота является то, что его просеивающая поверхность (рис. 3, в) состоит из колосников, выполненных из металлических стержней прямоугольного сечения в виде петель, навешиваемых на вертикальные стержни, закрепленные на заданном расстоянии по большей окружности конической части корпуса, и образующих наклонные щели, сужающиеся от большего основания конуса к меньшему.

При этом диаметр вертикальных стержней, ширина внутренней полости петли в верхней части и расстояние между петлями в верхней части равны между собой и определяются исходя из размера заданного граничного зерна разделяемых фракций по эмпирическому соотношению:

$$B = (3 \sim 3,5) a,$$

где  $B$  — диаметр стержня, мм;  $a$  — размер граничного зерна, мм.

Ширина щелей у меньшего основания конуса равняется размеру заданного граничного зерна отсева.

Грохот работает следующим образом. Исходная гидросмесь через подводный патрубок земснарядом подается на внутреннюю поверхность цилиндрической части корпуса. Благодаря тангенциальному подводу поток приобретает вращательное движение, и под воздействием силы тяжести по спирали перемещается вниз в направлении конической решетки. На решетке под действием центробежной силы и собственной массы нижние слои потока устремляются в просеивающие щели и вместе с песком уходят в подрешетное пространство.

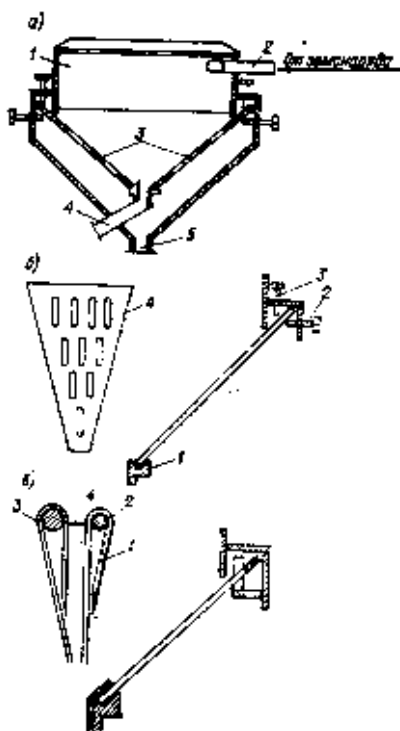


Рис. 3. Схема устройства конического гидравлического грохота КГГ-400  
 а — общий вид; 1 — корпус; 2 — подводный патрубок; 3 — просеивающая поверхность; 4 — патрубок для отвода крупной фракции; 5 — патрубок для отвода мелкой фракции; б — элемент решетки; 1 — раструб патрубка для отвода крупной фракции; 2 — регулировочный болт; 3 — фиксирующий болт; 4 — просеивающее отверстие; 5 — колосник; в — колосник; 1 — колосник; 2 — вертикальный стержень; 3 — внутренняя полость петли; 4 — зазор между колосниками

Крупные зерна, не прошедшие в щели, вместе с задержавшимися в их массе незначительным количеством мелких час-

тиц и воды, продолжая движение по поверхности решетки, быстро теряют скорость, и направление их движения постепенно приближается к перпендикулярному вдоль щелей. Поскольку щели сужаются в направлении от большего основания решетки к меньшему, сквозь них проходит только вода и мелкие твердые частицы, т. е. происходит обезвоживание крупного продукта и очистка его от задержавшихся мелких частей. Продолжая движение, крупный и мелкий продукты уходят каждый в свой патрубок.

Такое исполнение просеивающей решетки позволило увеличить сечение в свету с 32 до 50%, и повысить точность разделения песчано-гравийной смеси на две фракции по заданному зерну (коэффициент зерен мельче граничного в надрешетной материале не превышает 10%). Оно предельно упростило монтаж и демонтаж просеивающей решетки и снизило до минимума их трудоемкость.

Немаловажным достоинством решетки является также предельная простота ее изготовления и монтажа. Комплект элементов колосниковой решетки может быть изготовлен из серийно выпускаемых металлических стержней сечением 36×18 мм на любом заводе, монтаж их заключается в навешивании петель на вертикальные стержни.

Конические гидравлические грохоты новой конструкции эксплуатируются на карьерах ГПО «Уралноруд» с 1983 г. Они хорошо себя зарекомендовали, работают надежно и устойчиво.

## ИЩЕМ ПАРТНЕРОВ

ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА И КЕРАМЗИТОВОГО ГРАВИЯ ТПК «ПОМЬ-СТРОЙМАТЕРИАЛЫ» ИСПОЛЬЗУЮТ СЫРЬЕ, СИЛЬНО ЗАСО-РЕННОЕ ВКЛЮЧЕНИЯМИ СИДЕРИТА, ИМЕЮЩИМИ РАЗ-МЕРЫ ПО ДЛИНЕ И В ДИАМЕТРЕ 350 мм.

ТПКО «ПОМЬСТРОЙМАТЕРИАЛЫ» ГОТОВО ЗАКЛЮ-ЧИТЬ ДОГОВОР И ПРОФИНАНСИРОВАТЬ РАБОТЫ ПО РЕ-ШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ УДАЛЕНИЯ ИЗ СЫРЬЯ КАМЕНИСТЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ НЕПОСРЕДСТВЕННО В КАРЬЕРЕ ИЛИ ДО ПО-СТУПЛЕНИЯ ЕГО НА ПЕРЕРАБОТКУ В ГЛИНОПЕРЕРАБАТЫ-ВАЮЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА ЗАВОДЕ.

С предложениями обращаться по адресу:  
 625040, Тюмень, ул. Мисская, 96,  
 ТПК «Тюменьстройматериалы».  
 Тел: 26-83-03, главному инженеру.

УДК 69.024.15.002.334.720

## Картоноделательные и руберондные производства в новых условиях хозяйствования

На Учалыинском картонно-руберондном заводе (Башкирская АССР) состоялась школа передовых методов труда, рассмотревшая вопросы, связанные с внедрением хозяйственного расчета на предприятиях по производству рулонных кровельных и полимерных материалов. Широкий обмен опытом был организован производственным объединением (ПО) «Кровля и полимеры», Межзаводским учебным комбинатом и Учалыинским картонно-руберондным заводом объединения Министерства промышленности строительных материалов РСФСР.

В школе участвовали рабочие — передовики производства, мастера, начальники смены и цехов картоноделательных и руберондных производств ПО «Кровля и полимеры», специалисты рязанской проектно-конструкторской и технологической организации (РПКТО) «Оргкроволя», а также представители родственных предприятий союзных республик.

В центре внимания участников школы был обмен опытом работы в условиях перехода предприятий на полный хозяйственный расчет.

Учалыинский картонно-руберондный завод (выступает его директор Р. А. Худайбердин) является одним из первых предприятий отрасли, где впервые с 1987 г. внедрена государственная приемка продукции, организована работа в новых условиях хозяйствования. Этот год для коллектива предприятия оказался очень трудным: почти по всем показателям план не был выполнен, что отразилось на финансовом состоянии завода.

Был допущен перерасход материальных, топливно-энергетических ресурсов. За невыполнение плана поставки уплачено 500 тыс. р., за перерасход материальных ресурсов — 258,5 тыс. р. в счет штрафных санкций. К началу 1988 г. завод пришел без фонда материального поощрения, с недостатком собственных оборотных средств. Не состоялся, как планировалось, переход в 4-м квартале 1987 г. на новую систему оплаты труда. Он был осуществлен поэтапно в 1988 г. Этот год завод отработал по первой модели хозрасчета.

Показатели работы намного улучшились, хотя запланированный объем производства мягкой кровли не был достигнут, планы поставки и прибыли не были выполнены. Предприятие начало искать эффективный механизм хозяйствования.

Рассматривались различные пути самостоятельной хозяйственной деятельности: кооперативная и арендная формы. Однако из-за разногласий с вышестоящей организацией не было найдено приемлемого двухстороннего решения.

В последнее время на заводе ведутся работы по модернизации технологии и оборудования, обновлению ассортимента продукции. В этом году планируется выпуск нового кровельного материала типа «Рубемаст». В стадии реконструкции находятся две технологические линии для изготовления наплавляемого рубероида (выпуск намечен в этом же году). Предусмотрено построить цех по производству мастики Б.ТЭМ-20.

В тринадцатой пятилетке планируется выпуск линолеума. В настоящее время заканчивается проект очистных сооружений, строительство которых будет начато в 1991 г.

Сегодня на заводе разработано положение о применении чеков, определены внутризаводские цены на материалы и услуги. Однако пока чековая система не нашла практического применения.

С введением новой системы оплаты труда начали внедрять коллективный подряд. Инициатива и заинтересованность исходила «снизу» — от рабочих. Начали с небольших вспомогательных цехов и коллективов. Сейчас на коллективном подряде работают шесть цехов, а также вспомогательные подразделения, службы вентиляции и отопления, очистные сооружения, ремонтно-строительный и ремонтно-механический цехи, битумно-окислительная установка.

При функционировании новой системы принято — подрядным коллективам устанавливаются годовые и месячные плановые задания. Взаимоотношения сторон регламентируются договором, разработанным по положениям по коллективному подряду. Норматив фонда заработной платы

рассчитан на 1 р. нормативно-фактовой продукции с увеличением на 15% при условии, если не было по ней ниже нормы руберондного и картоноделательного цехов и если выполнен свой план. Этот норматив увеличивается на 30%, если, кроме перечисленных условий, выполнен план по нормативно-фактовой продукции.

По битумно-окислительной установке норматив фонда заработной платы рассчитан на получение 1 т окисленного нефтештукатурки. Фонд оплаты труда (ФОТ) этого подразделения увеличивается до 40%, если выдержана технология, обеспечена подача битума под производственные задания, соблюдены требования по качеству сточных вод.

Таким образом, ФОТ большинства вспомогательных коллективов зависит от того, как выполнят план руберондный и картоноделательный цехи, т. е. от конечного результата.

С внедрением коллективного подряда резко снизилась текучесть кадров. Инженерно-технические работники, освобожденные от нарядов, могут заниматься вопросами организации производства.

Если раньше в ремонтно-механическом и ремонтно-строительном цехах в конце месяца создавалось очень тяжелое (авральное) положение, то сейчас — один наряд в месяц. Приработок, т. е. зарплата сверх тарифного фонда, распределяется по коэффициенту трудового участия (КТУ).

Опыт работы на коллективном подряде показал, что было бы целесообразно начальнику цеха иметь резерв заработной платы: случается завод работает нестабильно, зарплата колеблется («скачет»), может возникнуть необходимость в срочной работе, незапланированная потребность в финансировании.

В настоящее время на заводе разрабатываются положения и нормативы по внедрению арендного подряда в руберондном цехе.

Из анализа результатов работы цехов, перешедших на коллективный подряд, следует, что искореняется привычный в работе формализм. Так, подряд немислим без доведения плана до кол-

лектив, без оперативного внутризаводского планирования, без права распоряжаться частью экономии фонда заработной платы, без «подтягивания» отстающих.

Перед коллективом завода стоит задача перехода на арендный подряд — следующий этап реализации хозяйственной самостоятельности.

На Омском картоно-рубероидном заводе переход на новые условия хозяйствования начался с 1986 г., когда в картоноделательном цехе были созданы укрупненные комплексные бригады, в которые входят рабочие и инженерно-технические работники смены. Руководящий орган бригады — совет, состоящий из 7 передовых, наиболее квалифицированных работников. С 1988 г. управленческие в бригадах передано совету трудового коллектива смены. Бригадой руководит старший мастер — бригадир. Машинист и старший размольтчик цехового отделения являются звеньевыми и помощниками мастера.

В конце месяца на заседании трудового коллектива оценивается вклад каждого члена бригады в выполнение государственного плана по коэффициенту трудового участия. КТУ снимается с нарушителей трудовой дисциплины, техники безопасности, технологического режима производства, с бракоделов, не выполняющих норму выработки. КТУ увеличивается за высокие показатели в труде, расширение зон обслуживания.

Результат работы бригады определяется по коэффициенту коллективного труда (ККТ).

С 1987 г. в картоноделательном цехе действует положение о премировании, по которому основной процент премии выплачивается за качественные показатели выпускаемой продукции, соблюдение технологического режима, экономию сырья и энергетических ресурсов, высокие культуры производства, трудовую дисциплину.

На ККТ, а следовательно, и на процент премии, влияет работа без брака. За каждую 1000 м<sup>2</sup> бракованного картона ККТ снижается на 0,01.

С 1988 г. этот цех и завод в целом работают по принципу хозрасчета. Как и раньше, в лицевых счетах учитывается расход сырья, энергоресурсов. Первые месяцы работы в новых условиях хозяйствования сэкономленные деньги в конце квартала по решению СТК цехов распределялись между бригадами в зависимости от трудового вклада. У рабочих появилась заинтересованность в бережном отношении к сырью, энергетическим ресурсам, запасным частям и др.

В прошлом году в цехе и на заводе

сложилась неблагоприятная обстановка с сырьем, особенно с макулатурой и тальком. Дополнительные затраты на их приобретение, простои повлияли на прибыль, поэтому реального материального улучшения работы в условиях хозрасчета пока не видно. Все виды расхода и прихода материальных ресурсов в цехе также строго учитываются, но сэкономленные средства идут уже не на нужды цеха, а перечисляются в общий «котел» — на завод или же в министерство, поэтому снижается личная заинтересованность в строгом учете сырья, других материальных ресурсов, в контроле за их расходованием.

Коллектив Хабаровского картоно-рубероидного завода во 2-й полугодия 1988 г. перешел на организацию работы по второй модели хозрасчета. С начала 1989 г. — на аренду. Другого пути для предприятия не было. Установленный ранее лицевой норматив прироста фонда заработной платы — 0,4% на 1% прироста нормативно-чистой продукции тормозил рост ее объема; чем больше он увеличивался, тем больше становился перерасход фонда заработной платы. Это не стимулировало работу.

Хозяйственная деятельность арендного предприятия осуществляется на базе модифицированной 2-й модели хозрасчета, основанной на распределении дохода предприятия, полученного после возмещения из выручки материальных затрат (включая амортизационные отчисления и др.)

Система хозрасчетных отношений при аренде направлена на создание экономических условий, позволяющих облизить интересы коллективов вспомогательных подразделений, цехов и завода в целом по улучшению использования оборудования, выявлению резервов производства, снижению материальных затрат, привлечению трудящихся к управлению производством, к дальнейшему развитию принципов самоуправления и демократии.

В 1981 г. на Павлодарском картоно-рубероидном заводе была создана первая бригада, работающая на коллективном подряде на самом тяжелом участке — погрузочно-разгрузочных работ. Через три года бригадный подряд был внедрен во всех цехах. С этого же года бригады стали работать на один наряд с оплатой за конечный результат. Годом позже в цехах стал внедряться хозрасчет. Тогда же были разработаны системы лимитирования затрат и еженедельного их учета. К 1987 г. система стала давать эффект. Прибыль росла. Значительно снизились затраты, особенно материальные.

С середины года завод был переведен

на оплату труда по новым тарифным ставкам и окладам, чему предшествовала большая подготовительная работа: была закончена аттестация рабочих мест; состоялась перетарификация рабочих, аттестация специалистов и служащих, проинвентаризована численность персонала во всех цехах и службах завода; проведен анализ использования фонда заработной платы с целью выявления незаслуженных выплат и надбавок. Эти мероприятия позволили высвободить в основных цехах 48 чел., которые частично были направлены на формирование строительного цеха и подсобного хозяйства. С целью повышения тарифных ставок за счет внутренних резервов было изыскано 181 тыс. р.

Период перехода на новые тарифные ставки и оклады был использован для изменения системы оплаты труда и премирования. Фонд оплаты труда стал планироваться цехам как самостоятельный показатель, зависящий только от деятельности их коллективов. Это заставляло изыскивать внутрицеховые резервы для повышения производительности труда, заработной платы. В результате за три года двенадцатой пятилетки производительность труда выросла на 19,2% при плане 15%, средняя зарплата — на 11,2%.

С конца 1988 г. на заводе стала прорабатываться идея перехода на арендный подряд. В виде эксперимента с 1 декабря на 1 мес все цеха завода перешли на арендный подряд. Одновременно была внедрена чеховая система межцеховых расчетов. Этот месяц работы выявил ряд «узких мест» в производстве, в частности, отсутствовали приборы учета затрат, сырья, энергоресурсов и т. д. Возникла проблема — это использование дохода от экономии материальных ресурсов, получаемой в результате работы коллективов цехов. Действующие нормативы позволяют только 40% созданной экономии направлять в хозрасчетный доход. А для стимулирования труда и эти 40% не могут быть использованы, так как существует еще один ограничительный норматив — соотношение темпов роста производительности труда и средней заработной платы. Для предприятия, которое в течение десяти лет повышает свой технический уровень, в основном за счет внутренних резервов и почти полностью использованных, очень нелегко повышать производительность труда. А без этого коллектив не может увеличивать зарплату. Следовательно, экономия материальных затрат без увеличения объема производства, иногда и ненужного, уже не может быть стимулом труда работников завода.

Арендный подряд предусматривает

полную самостоятельность предприятия. Однако вышестоящая организация контролирует большое число факторов, в результате чего самоуправление завода и его самостоятельность значительно ограничены.

Арендный подряд цехов основан на договоре между администрацией завода и коллективом цеха. Коллектив цеха берет в аренду основные фонды. Ему устанавливается план производства, исходя из плана поставок, арендная плата, которая включает все отчисления в бюджет вышестоящей организации, на содержание общезаводских расходов, оплату фондов и трудовых ресурсов.

Расплатившись за материальные затраты и внося обязательные платежи, коллектив цеха формирует свой хозяйственный доход, который направляет часть на оплату труда, часть в резерв на решение социальных вопросов.

Арендная форма, хозяйственные отношения вполне отвечают требованиям современного хозяйствования, если бы не нормативы, которые просто мешают раскрытию всех возможностей, инициативы, деловитости. К проблеме полного хозяйсчета относятся также материально-техническое снабжение. Завод из-за неритмичной поставки сырья, материалов лихорадит. Работа цехов, особенно основных и транспортно-заготовительных, останавливается. В результате теряется смысл борьбы за экономию материальных ресурсов, дискредитируется идея полного хозяйсчета.

Павлодарский картонно-руберонный завод на полном хозяйсчете работает по первой модели с января 1987 г. Положительным моментом этой модели явилось то, что коллектив завода мог создать фонд социального развития и самостоятельно его использовать для строительства жилья и других социальных объектов. В решении социальных вопросов помогает созданный в 1988 г. совет трудовых коллективов. На заводе развернулась кампания по вовлечению своих работников в строительство жилья, создание зоны отдыха, благоустройство территории завода.

Однако активизация трудящихся для самоуправления производством, заводом возможна только во взаимосвязи и со справедливым стимулированием труда, и с объективным подходом к реальным возможностям завода, и с полным хозяйсчетом.

Полностью реализовать потенциальные возможности предприятий для повышения эффективности производства в условиях хозяйсчета можно только на основе постоянного технического совершенствования технологического процесса. С учетом важного значения разви-

тия научно-технического прогресса в отрасли в РПКТО «Оргкровля» (г. Рязань) за последнее время разработаны, изготовлены и внедрены на заводах новое технологическое оборудование, в частности по изготовлению долговечных кровельных материалов, системы автоматизации.

Так, на Учалинском, Хабаровском, Рязанском, Осиповичском картонно-руберонных заводах, Ульяновском заводе мягких кровельных материалов и др. реконструированы технологические процессы по приготовлению и нанесению покровной массы рубероида. Это позволяет выпускать наплавленный рубероид (с покровной массой до 2 кг на 1 м<sup>2</sup>) с повышенным содержанием наполнителя (до 30%). Достигнуто это путем замены традиционных (винтовых) мешалок новыми — планетарными типа РМК 481 и установки универсальной покровной ванны типа РМК 455, вместо старой.

По проекту, разработанному РПКТО «Оргкровля» к технологическому регламенту для производства нового морозостойкого кровельного материала «Экарбит», Хабаровский картонно-руберонный завод при участии Белгородского технологического института строительных материалов им. И. А. Гришманова организовал выпуск этого материала для районов Крайнего Севера.

С целью учета использования сырья и топливно-энергетических ресурсов, контроля за рациональным его расходованием, а также для обеспечения оптимальных режимов технологических процессов создаются новые системы автоматизации. За основу элементной базы принята микропроцессорная техника (микросхемы).

Использование подобной техники в системах автоматизации позволит создать новые информационно-управляющие установки, с помощью которых можно будет автоматически контролировать и регулировать степень пропитки картона в пропиточной ванне, привес покровной массы на полотне рубероида после покровной ванны (снизу и сверху полотна — раздельно), влажность и массу кровельного картона на выходе из картоноделательной машины.

Одновременно решаются задачи создания систем автоматизации по контролю за технологическими параметрами и регулированию процессов, связанных с первичной переработкой сырья. Это — взвешивание, транспортирование, автоматическое управление насосами, акмулирование (контроль за уровнем в бассейнах), дозирование — смешивание (составление композиции), контроль с регулированием концентрации картоной

массы в бассейнах и в напорном ящике картоноделательной машины.

Системы автоматизации предусматривается внедрить на битумно-окислительной установке для контроля температуры, давления, расхода и др., а также на складе готовой продукции для учета рулонов, автоматизации пакующей машины и др.

В самой же Проектно-конструкторской и технологической организации ведутся сейчас проектно-исследовательские и организационные работы по внедрению автоматизированной системы проектирования — САПР, что позволит уйти от рутинной малопроизводительной работы, наставить ее на современный научно-технический уровень.

Хозяйственный расчет все настойчивее входит в экономическую жизнь предприятий промышленности кровельных и гидроизоляционных материалов и от того, насколько полно он будет реализован, зависит, обретут ли экономическую самостоятельность эти предприятия, поднимутся ли на новый технический уровень картоноделательные и руберонные производства, будут ли заинтересованы работники, обслуживающие их, в выпуске кровельных материалов требуемого объема, высокого качества.

Л. Т. ХОРОВ, инж. (РПКТО «Оргкровля»),  
Н. П. ЗОТОВ, директор  
Рязанского межзаводского  
учебного комбината ПО  
«Кровля и полимеры»

## Вышли из печати

Арендный подряд и кооперативная форма производства на предприятиях строительных материалов / Б. И. Креков, М. А. Бочаров, В. В. Могилавец, И. Н. Гольцов. — М.: Стройиздат, 1988. — 48 с. — (Курсам ускорения науч.-техн. прогресса).

Алексин Ю. А., Люсов А. Н. Экономическая эффективность использования вторичных ресурсов в производстве строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1988. — 344 с.

Н. С. ПОСЫСАЕВ, инж. (Всесоюзный научный центр по организации труда Госкомтруда СССР)

## Хозрасчет с применением чеков

Буньковский экспериментальный завод по производству деталей домов для села с переходом на арендный подряд добился повышения производительности труда и внедрения ресурсосберегающей технологии и новых эффективных видов оборудования и приспособлений, позволяющих увеличить производство керамической и тротуарной плитки, значительно снизить их себестоимость. Во всех подразделениях предприятия созданы инициативные группы инженеров, для каждой из которых определено конкретное задание по автоматизации и механизации производственных процессов. Наиболее результативно работают группы, в которые входят конструкторы и слесари.

Предприятие выполняет договорные обязательства. Производительность труда увеличилась на 7,7%. Успех работы коллектива обусловлен улучшением организации производства и труда, внедрением внутризаводской аренды, экономией материальных ресурсов.

Отрегулирован механизм стимулирования уменьшения материальных затрат. До 40% средств остается в цехе и расходуется на материальное стимулирование, остальные 60% пополняют общезаводские фонды социально-экономического развития. Способствуют укреплению внутрипроизводственной аренды мероприятия по контролю за качеством продукции, строжайший учет израсходованных ресурсов. В цехах и на участках установлены дозаторы, счетчики, внедряются новые технологии.

Единый фонд оплаты труда распределяется на предприятии с участием всех членов трудового коллектива на основе внутризаводских положений о распределении фонда оплаты труда с учетом отраслевой специфики, профессионально-квалификационной структуры кадров, целей и задач материального стимулирования работников подразделений.

На Буньковском экспериментальном заводе, одном из первых в промышленности строительных материалов, внедрен внутрипроизводственный хозрасчет с целью заинтересовать всех членов трудового коллектива в выполнении плановых заданий и договорных обязательств

перед потребителем, в широком использовании достижений научно-технического прогресса в производстве, обновлении ассортимента продукции и повышении ее качества, увеличении производительности труда, эффективном использовании производственных фондов. Хозрасчет предполагает ответственность трудового коллектива за результат его работы. Новый хозяйственный механизм способствует развитию инициативы у каждого работника по выявлению и эффективному использованию внутренних резервов, повышению эффективности производства.

В основе внутризаводского хозрасчета лежит принцип сочетания централизованного руководства со стороны администрации предприятия в целом с хозяйственной самостоятельностью каждого структурного подразделения. Данный принцип реализуется с помощью чеков, которые служат средством для лимитирования внутри завода материальных ценностей, электроэнергии, транспортных средств, ремонтных работ, услуг вспомогательных цехов, амортизации оборудования и инструмента, других расходов, производимых в счет себестоимости продукции, для контроля за ними и их оплаты.

На внутрипроизводственный хозрасчет с применением расчетных чеков на заводе переведены все цеха, а также пароводяное хозяйство и газовая служба. Это предусматривает: закрепление за хозрасчетными подразделениями зданий, сооружений, оборудования, транспортных средств, хозяйственного инвентаря и т. д.;

ответственность за выполнение плановых заданий, обязательств перед другими подразделениями, за конечные результаты хозрасчетной деятельности; регулирование последней путем морального и материального поощрения членов коллектива.

Чекодержателями являются руководители хозрасчетных подразделений (в заводоуправлении — бухгалтер). Они получают от администрации завода план производства, лимит на материальные затраты и чековую книжку для осуществления расчетов за получаемые ма-

териальные ценности и услуги. Чековая книжка выдается бухгалтерией (за 1—2 дня до начала месяца).

Каждое подразделение получает на месяц плаховое задание в натуральных и стоимостных показателях и лимит материальных затрат для его выполнения. В лимит затрат входят: амортизационные отчисления на полное восстановление и капитальный ремонт основных средств производства; электрическая и тепловая энергия, газ, мазут, основные и вспомогательные материалы, запасные части; малценные и быстрознашаивающиеся приспособления и предметы — инструмент, спецодежда, инвентарь, услуги других цехов и сторонних организаций.

Лимит затрат указывается на оборотной стороне титульного листа чековой книжки. Затраты могут быть скорректированы в случае изменения плана по выпуску продукции, условий производства или появления непредвиденных расходов. Все подобиры изменения отражаются в чековой книжке. Это делает начальник планового отдела либо экономист, ведающий вопросами себестоимости продукции.

Разность между стоимостью выпущенной в плановом порядке продукции или работ и услуг и стоимостью лимитированных материальных затрат определяет валовой доход цеха.

Как учитывается выполнение плановых заданий? В производственных цехах № 1 и 2 — согласно подвешенному ежедневно в плановый отдел рапорту о сдаче готовой продукции и акту сдачи-приемки последней.

Работы, выполненные строительным цехом, учитываются по сдаваемому ежемесячно в отдел капитального строительства отчету, утвержденному заместителем директора завода по строительству, а остальных хозрасчетных подразделений по чекам. Коллектив гаража, кроме чеков, отчитывается объемом услуг, оказываемых населению. Их объем в денежном выражении подсчитывается по квитанциям, оформленным с клиентами. Услуги, оказанные сторонними организациями, фиксируются в товарно-транспортных накладных, сданных в бухгалтерию.



Производственные затраты определяются по корешкам выписанных чеков в чековой книжке.

Чеки, полученные хозяйственными подразделениями, сдаются в бухгалтерию вместе с отчетом об оказанных услугах не позднее четвертого числа месяца, следующего за отчетным. Само подразделение проводит анализ своей деятельности за истекший месяц: составляется отчет на основании полученных чеков, корешков чековой книжки и других документов.

Каждое структурное подразделение за невыполнение обязательств перед другими подразделениями или заводом в целом, за причиненный ущерб несет материальную ответственность. Хозяйственная претензия предъявляется тем или иным подразделением (другому, смежному), если по отношению к нему допущено нарушение обязательств, либо причиной ущерба, составляется по определенной форме (один экземпляр документа вручается ответчику под расписку, второй остается у предъявителя). Подразделение-ответчик обязано рассмотреть претензию в пятидневный срок и — либо принять ее; либо заявить мотивированный отказ полностью или частично.

При удовлетворении претензии ответчик выписывает предъявителю таковой чек. В случае, если претензия не будет удовлетворена, третий экземпляр документа с подписью ответчика об отказе передается подразделением-заявителем в хозяйственную комиссию для рассмотрения и принятия решения в пятидневный срок. Решение хозяйственной комиссии является окончательным. Если же подразделение-ответчик в течение 5 дней не выдаст чек на сумму, заявленную в претензии, и не мотивирует отказ, претензия считается удовлетворенной, а подразделение-ответчик подвергается штрафу за невыдачу чека в установленный срок.

Сумму удовлетворенной претензии относят на статью затрат по производству подразделения-ответчика, аналогичная статья затрат у подразделения-предъявителя уменьшается.

Хозяйственная комиссия даже при удовлетворении претензии без спора имеет право оштрафовать подразделение-ответчика на 20% суммы претензии.

Анализ и оценка результатов работы завода в целом и структурных подразделений за истекший месяц проводится в последующий десятидневный срок функциональными службами, ответственными за элементы статьи затрат, например, за амортизацию оборудования, электроэнергию, топливо, материалы, инвентарь и др. Результаты такого ана-

лиза, выводы, предложения по ликвидации недостатков передаются в хозяйственную комиссию. Она в свою очередь ежемесячно рассматривает хозяйственные претензии, принимает по ним окончательные решения и вносит предложения совету трудового коллектива завода о поощрении или наказании руководителей структурных подразделений.

Советы трудового коллектива завода и структурных подразделений регулярно обсуждают итоги работы хозяйственных подразделений, намечают меры по повышению эффективности производства и в соответствии с результатами хозяйственной деятельности определяют коэффициент трудового участия членов коллективов.

Чековая система лимитирования затрат и контроля за ними на производстве действует также в Даугавпилском территориальном общестроительном тресте Латвийской ССР.

Такая система позволяет оперативно регулировать и контролировать использование средств по объектам строительства и статьям расхода, своевременно предотвращать их перерасход.

Организационная сторона этого дела такова: Бухгалтерия строительного управления выдает материально ответственному лицу до начала квартала пять чековых книжек на лимит ресурсов, виды услуг. В книжке указывается лимит производственных затрат на строительный объект по установленной статье. Чеки на производственные затраты и корешки к ним оформляет материально ответственное лицо только при наличии свободного лимита. Стоимость материальных ценностей определяется по единым планово-расчетным ценам. Суммы отклонений фактической стоимости материальных ценностей от планово-расчетных цен ежемесячно списываются на затраты производства.

Для правильного оформления документов работники основных подразделений получают преискурант на оплату услуг автотранспорта в зависимости от классов груза, грузоподъемности и расстояния перевозок, а также класса дорог. В договор с автотранспортными организациями включается пункт, по которому от водителей принимаются накладные и другие документы, подтверждающие объем выполненных услуг при наличии расчетного чека организации-заказчика. Трест оплачивает эти документы только при наличии чека.

Для контроля за снижением и как стимул устранения непроизводительных затрат (лимит по ним не устанавливается) вводятся чеки серии «Н». Они выписываются бухгалтерией управления на каждый случай уплаты штрафа — за

несвоевременный возврат тары, непредставление фронта работ, за простой автотранспорта или неправильное оформление накладных, за другие упущения бригад.

Чековая система способствует улучшению организации трудового процесса, укреплению производственной и трудовой дисциплины, регулированию взаимоотношений между подразделениями и между предприятием в целом и подразделениями. Чековая система используется в сельском хозяйстве. В строительстве в условиях коллективного и арендного подряда, как например, в Даугавпилсе, ее развили, конкретизировали.

## ВНИМАНИЮ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ, ПРЕДСЕДАТЕЛЕЙ КООПЕРАТИВОВ

Институтом УралНИИСтромпроект Минстройматериалов РСФСР в течение ряда лет проводились работы по реконструкции кольцевых печей с заменой арочных сводов на плоские съемные. В 1981 г. это техническое решение было внедрено в ПО «Свердловскстройматериалы».

Реконструкция кольцевых печей предусматривает: устройство шатра над кольцевой печью, установку грузоподъемного механизма, замену арочного свода кольцевой печи на плоское съемное покрытие, механизацию укладки кирпича в пакеты, садку и выставку пакетов кирпича, отправку потребителю на поддонах или в контейнерах.

В результате реконструкции повышается съем продукции с 1 м<sup>2</sup> канала с 1800 до 2000 шт. в мес., стоимость реконструкции 450—500 тыс. р.

**Институт предоставит  
заинтересованным  
организациям  
техническую документацию.**

**Адрес для запроса:  
454080, Челябинск, пр. им.  
В. И. Ленина, 89,  
УралНИИСтромпроект.**

# Результаты научных исследований

УДК 661.44

В. И. ШУБИН, д-р техн. наук, В. В. СМАЗНОВ, инж.,  
В. А. КУЛАБУХОВ, канд. техн. наук, Ю. Ф. ХНЫКИН, канд. техн. наук (НИИцемент)

## Исследование иницирующего влияния низкотемпературной плазмы на процессы горения угольно-известняковых шихт

Развитие мировой энергетики предусматривает структурные изменения в топливно-энергетическом балансе, основанные на замене высококачественного топлива (природный газ, нефть и нефтепродукты) менее дефицитными (уголь, сланцы, топливосодержащие отходы и т. д.). По прогнозам специалистов к 2000 г. доля угля возрастет с 20 до 35,5%, при одновременном снижении доли нефти и нефтепродуктов с 50,3 до 25,9% и газа — с 19,9 до 18,9% в мировом энергетическом балансе [1].

Изменения в значительной степени коснутся и цементной промышленности, где при получении клинкера зола, образующаяся в результате сжигания твердого топлива, по своему химическому составу соответствует, в большинстве случаев, алюмосиликатному компоненту цементной сырьевой шихты [2]. В этой связи представляется перспективным применение низкосортных высокозольных углей, сланцев, топливосодержащих отходов, например, золошлаковых отходов ТЭС, содержащие негоревшего угля в которых может достигать 20% [3], в качестве топлива и одновременно одного из компонентов сырьевой шихты.

Известно, что повышение зольности и снижение величины выхода летучих горючих твердого топлива отрицательно сказывается на процессе его горения [4]. Обеспечение воспламенения, полноты сгорания и управления процессом горения такого топлива возможно при использовании инициатора горения, каковым может являться низкотемпературная плазма.

Результаты начатых в последнее время работ по изучению влияния электродугового плазменного нагрева на процессы горения пылеугольного факела в топках и известково- и цементобжигаемых вращающихся печах показали иницирующее воздействие низкотемпературной плазмы на воспламенение и

горение топлива даже при незначительных количествах плазменной энергии (до 8% общего количества выделившегося тепла).

Как высокотемпературный источник тепловой энергии низкотемпературная плазма позволит, по-видимому, обеспечить необходимые температурные условия для синтеза клинкерного вяжущего, либо активной добавки в цемент или бетон при термообработке топливосодержащих сырьевых шихт как в существующих энергетических, так и во вновь разрабатываемых комплексных энерготехнологических агрегатах (паровых котлах, топках, установках с плавильными аппаратами и т. д.).

В пользу этого предположения свидетельствуют положительные результаты применения плазменного нагрева для получения плавящего клинкера и активного наполнителя бетона на основе сырья, содержащего отходы углеобогащения с калорийностью не менее 800 кДж/кг [5]. Однако к настоящему времени появились лишь единичные работы давней направленности, а результаты их подчас противоречивы. Вопросы же воздействия низкотемпературной плазмы на процессы горения угольно-известняковых шихт практически не освещены.

Целью настоящей работы явилось исследование влияния низкотемпературной плазмы на режимы горения угольно-известняковых шихт и изучение особенностей термообработки таких смесей при иницирующем воздействии низкотемпературной плазмы. В качестве твердого топлива использовался уголь Подмосквовского месторождения с теплотворной способностью  $Q_p = 17,2-18,8$  МДж/кг, влажностью  $\varphi_p = 6,13\%$  и зольностью  $A_p = 48 \pm 0,12\%$ . Химический состав золы угля и известняка, использованного в качестве карбонатного компонента, % по массе: зола угля —  $SiO_2 - 66,13;$

$Al_2O_3 - 21,41; Fe_2O_3 - 7,48; CaO - 2,25; MgO - 0,54; SO_3 - 0,41; \text{проч.} - 1,79;$  п. п. п. — 52; известняк —  $SiO_2 - 8; Al_2O_3 - 2,09; Fe_2O_3 - 0,96; CaO - 48,28; MgO - 1,46; SO_3 - 0,15; \text{проч.} - 0,28;$  п. п. п. — 38,83. Дисперсность угля, отобранного в системе пылеприготовления ТЭЦ перед топкой котла, характеризовалась суммарными остатками на ситах с отверстиями 0,5; 0,25 и 0,085 мм, равными 1,1; 4,8 и 33,8% соответственно, и известняка — остатками на ситах с отверстиями 0,5 и 0,2 мм, равными 1 и 2,5% соответственно. Из этих компонентов были приготовлены угольно-известняковые шихты с различным содержанием угля, % по массе: 100; 57,6 и 21,4% → (0; 42,4 и 78,6% известняка соответственно).

Эксперименты проводили на установке с реактором типа цилиндрической циклонной топки с внутренним диаметром 150 мм, аналогичной описанной в [6], но оснащенной дополнительно патрубком для тангенциального ввода потока низкотемпературной плазмы и угольно-известняковой шихты, расположенными в верхней части реактора, и патрубком ввода вторичного воздуха. Конденсированную фазу (золы остаток) улавливали и пробоотборники. Конденсированную улавливали в пробоотборниках, расположенных на относительно расстоянии ( $l/d$ ) от начала пылеугольного факела 5 и 9. На внутренней поверхности топочной камеры на расстоянии 0,8; 1,7 и 1,2 калибров от начала факела и в пробоотборниках были установлены термометры.

Установка имела электродуговую воздушную плазмотрон мощностью 60 кВт, обеспечивающей подогрев воздуха в количестве 6—10 м<sup>3</sup>/ч при давлении на входе 0,3—0,35 МПа до температуры 3000—4500 К на выходе из плазмотрона. Расход угольно-известняковой шихты составлял 20—90 кг/ч.

Параметры установки позволяли из-

менять в широком диапазоне тепловую мощность  $Q_2$  реактора-топки (34—503 кВт), обеспечивающую удельное теплотонапряжение  $q_0$  в рабочем объеме топки в пределах 1,4—21,2 МВт/м<sup>3</sup>, в том числе 4,6—21,2 МВт/м<sup>3</sup> — для чистого угля, 2,9—12,8 МВт/м<sup>3</sup> — для шихты с 57,6% угля и 1,4—5,7 МВт/м<sup>3</sup> — для шихты с 21,4% угля. Рекомендуемые же предельно допустимые значения  $q_0$  при сжигании бурых углей в топках котлов с жидким шлакоудалением составляют: 1,15 МВт/м<sup>3</sup> для камерных топок и 1,7—7,1 МВт/м<sup>3</sup> для циклонных [4].

Перед вводом шихты в реактор его предварительно подогрели до определенной температуры  $T_{ст}^0$  и после ввода шихты и установления стабильного режима горения факела выключали плазмотрон. Во второй серии экспериментов плазмотрон работал постоянно, а шихту вводили в реактор порциями по 600—1200 г. Поскольку температура материала в пробоотборниках составляла 573—673 К, т.е. выше, чем температура воспламенения бурых углей [7], контрольные пробы отбирали в воду для того, чтобы прекратить процесс горения оставшегося в золе несгоревшего угля. Количество вводимой плазменной энергии оценивали в долях от общего количества выделившейся теплоты ( $Q^{пл}/Q_2 \times 100\%$ ).

Влияние низкотемпературной плазмы на процессы горения угольно-известняковых шихт оценивали по изменению температурного режима горения факела, полноте сгорания угля и характеристикам минеральной части золы.

Для сравнительной оценки изменения температурного режима горения шихт с различным содержанием угля применяли параметр относительного изменения температуры внутренней стенки топки

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{T_1 - T_0}{T_0} \cdot 100\%$$

где  $T_1$  — температура стенки при вводе низкотемпературной плазмы,  $T_0$  — температура стенки при горении шихты без иницирования плазмой в случае, если температура подогрева реактора ниже температуры горения, или начальная температура стенок, если она превышает температуру воспламенения и горения шихты.

По изменению температуры стенки топки можно судить о температуре непосредственно горящего факела и о характере тепловыделения в топке. Учитывая, что указанные параметры зависят от расхода топлива [4], предварительно были сняты температурные характеристики горения шихт с содержанием 100 и 57,6% угля по длине факела

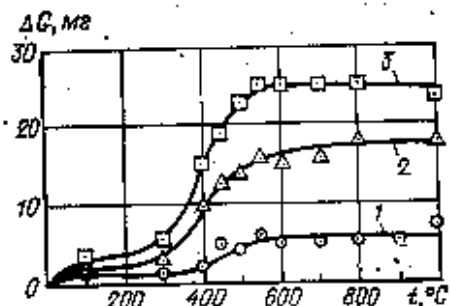


Рис. 1. Изменение массы проб угледерживающей сырьевой шихты относительно бездобавочной смеси при их нагревании на воздухе: 1 — шихта с содержанием угля 1%; 2 — то же, 5%; 3 — то же, 57%

в зависимости от расхода без использования плазменной энергии и аналогичные кривые при чисто плазменном нагреве реактора. Температура стенки при горении чистого угля составила 973—923 К в точке замера  $l/d=1,7$  и 903—953 К в точке  $l/d=12$ , а при сжигании шихты с 57,6% угля — 983—943 К и 703—803 К соответственно. Стабильного горения шихты с 21,4% угля не наблюдалось при предварительном подогреве стенок топки вплоть до  $T_{ст}^0 = 1483$  К.

Результаты дифференциального термического и деривационного анализа проб, полученных при нагревании на воздухе шихт с добавлением различного количества исследуемого угля и без него, показали, что выгорание органической составляющей угля происходит в интервале температур 523—823 К. Анализ деривационных кривых показал, что при нагревании шихт свыше 823 К до 1273 К площади эндотермических эффектов декарбонизации  $MgCO_3$  и  $CaCO_3$  пропорциональны содержанию в смесях указанных карбонатов. Это свидетельствует об отсутствии скрытых экзотермических эффектов горения угольной составляющей в указанном температурном интервале.

Изменения массы материалов исследуемых проб оказались эквивалентными количеству содержащегося в них угля, т.е. в интервале температур до 823 К потери при прокаливании составляют 50% от количества содержащегося в них угля, что хорошо согласуется с величиной его зольности (рис. 1). Поэтому в качестве критерия оценки содержания несгоревшего угля в пробах была принята относительная величина

$$\frac{G_1}{G_0} \cdot 100\%$$

где  $G_1$  и  $G_0$  — содержание угля в пробах, определяемых по величине п.п.п. при температуре 823 К по общепринятой методике (до достижения постоянной массы пробы), полученных после сжигания и исходной шихты соответственно.

Степень термообработки минеральной составляющей зольного остатка проб оценивалась по степени декарбонизации  $\beta$ , определяемой по величине п.п.п. при температурах 1223—1273 К (за вычетом п.п.п. при температуре 823 К), содержащую  $CaO$  св. и результатам рентгеновского анализа исследуемых проб.

Полнота сгорания летучих компонентов угля контролировалась по содержанию  $CO$  в отходящих газах. В процессе пусконаладочных работ на установке было определено количество воздуха, необходимое для дожигания летучих горючих составляющих угля исследуемых шихт во всем диапазоне изменения расхода, которое обеспечило отсутствие  $CO$  в отходящих газах в точке замера  $l/d=12$  по длине факела в ходе экспериментов. Коэффициент избытка воздуха при этом составлял  $\alpha=1,05—1,6$  в зависимости от состава и расхода шихты, доли плазменной энергии, начальной температуры подогрева реактора в конкретном эксперименте.

Результаты исследований подтвердили иницирующее воздействие низкотемпературной плазмы на горение пылеугольного факела с точки зрения изменения температурного режима, что выражается в повышении температуры на начальном участке горения (рис. 2). Максимальное повышение температуры наблюдается в сечении  $l/d=1,7$  и составляет 10—45% при увеличении доли плазменной энергии с 3 до 15,7%.

Наряду с этим, снижение температуры отходящих газов в точке замера  $l/d=12$  при доле плазменной энергии до 5% (отрицательные значения  $\frac{\Delta T}{T_0}$ ) свидетельствует об укорочении факела и интенсификации процесса горения. Повышение температуры в конце факела при увеличении доли плазмы свыше 5—

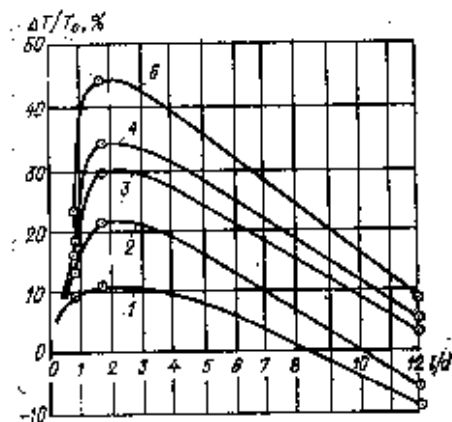


Рис. 2. Изменение относительной температуры на стенке реактора-топки  $\Delta T/T_0$  по длине пылеугольного факела в зависимости от доли плазменной энергии  $Q^{пл}/Q_2 \times 100\%$ : 1 — 3%; 2 — 4,95%; 3 — 7,5%; 4 — 4,95%; 5 — 15,7%

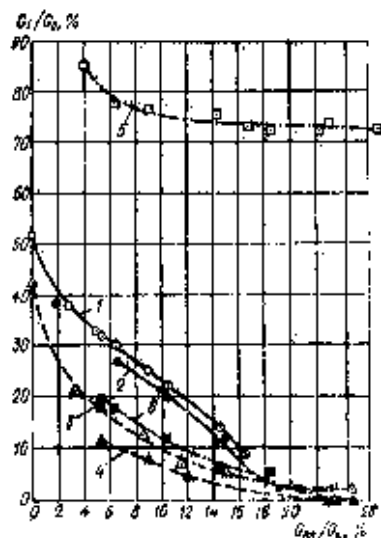


Рис. 3. Изменение относительного содержания угля в пробах на длине факела  $l/d_{\text{пл}}$  в зависимости от доли плазменной энергии: 1 — содержание угля 100%, а  $T_{\text{пл}} = 693-773$  К; 2 — то же, 100% и  $1433-1498$  К; 3 — то же, 57,6% и  $713-773$  К; 4 — то же, 57,6% и  $1373-1483$  К; 5 — то же, 21,4% и  $693-773$  К; 6 — то же, 21,4% и  $1403-1483$  К

6% вызвано, по-видимому, нагреванием отходящих газов за счет тепловой энергии плазменной струи.

Наличие известняка в шихте не изменяет общий характер распределения температур по длине факела, но приводит к меньшим значениям по сравнению с горением чистого угля, относительного увеличения температуры в ядре факела. Так, при сжигании шихты с 57,6% угля увеличение параметра  $\frac{\Delta T}{T_0}$  в точке замера  $l/d = 1,7$  составляет 30%, а для шихты с 21,4% угля — 18—20% при доле плазменной энергии 15,7%. Это вызвано как меньшим количеством топлива в шихте, так и затратами тепла на декарбонизацию известнякового компонента.

Изменение относительного содержания угля в золовых остатках при сжигании исследуемых шихт на длине факела  $l/d = 9$  в зависимости от доли плазменной энергии показано на рис. 3. Графики свидетельствуют об эффективности влияния плазменного нагрева на кинетику горения угольно-известняковых шихт. Так, при сжигании чистого угля увеличение доли плазменной энергии до 5—6% приводит к снижению относительного содержания угля в золе в 1,6 раза, а при доле плазмы 16—17% — в 6,5 раза (кривая 1). В случае сжигания шихты с 56,7% угля аналогичные соотношения составляют 2,6 и 9,4 раза при тех же количествах низкотемпературной плазмы (кривая 3).

Однако достичь полного сгорания при сжигании чистого угля не удастся, несмотря на увеличение доли плазменной энергии до 24% и повышение темпера-

туры предварительного нагрева стенки топки с температуры 693—773 К до температуры 1433—1498 К (кривые 1 и 2), обеспечивающее возрастание указанной температуры при сгорании с 1123—1223 К до 1563—1728 К. Это вызвано, по-видимому, известным эффектом замедления скорости горения высокозольных углей при превышении температуры плавления зола вследствие поверхностного шлакования частиц угля [4]. Отсутствие угля в золе наблюдается при сжигании угольно-известняковых шихт при увеличении доли плазменной энергии до 21—23% (кривые 4, 6).

Наименьшее количество несгоревшего угля в пробах наблюдается при горении шихты с 57,6% угля (42,2% известняка — кривые 3 и 4). Отмеченное явление дает основание предположить, что при сжигании угольно-известняковых шихт на основе высокозольных углей существует некоторое оптимальное содержание известняка в шихте, обеспечивающее интенсификацию процесса его горения в рассматриваемых условиях.

Наиболее наглядно это видно на рис. 4, где показан характер изменения отношения содержания угля в пробах, полученных без применения плазменного нагрева к аналогичному показателю при использовании низкотемпературной плазмы  $\frac{G_{\text{ост}}}{G_{\text{ост}0}}$  в зависимости от количества известняка в шихте и доли вводимой плазменной энергии. Принятый показатель косвенно характеризует скорость горения при прочих сопоставимых условиях.

Анализ кривых показывает, что оптимальным с точки зрения интенсификации процесса горения подмосковных углей является содержание известняка в шихте, равное 30—50%, когда скорость

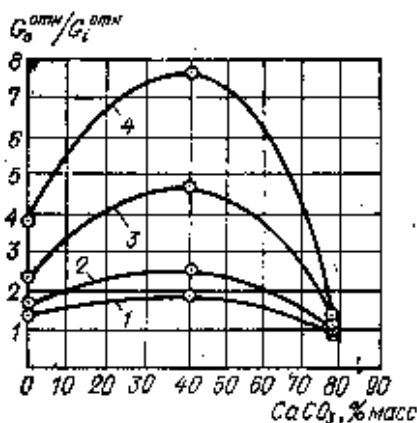


Рис. 4. Характер изменения относительного содержания угля в золовом остатке в зависимости от доли плазменной энергии и содержания известняка в шихте,  $Q_{\text{пл}}/Q_{\Sigma} \times 100\%$ : 1 — 3%; 2 — 5%; 3 — 10%; 4 — 15%

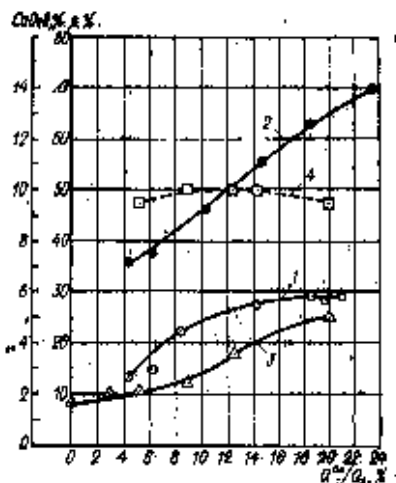


Рис. 5. Зависимость степени декарбонизации  $\beta$  (1—3), % и содержания  $\text{CaO}$  см. % (4) от доли плазменной энергии  $G_{\text{пл}}/G_0$  на относительной длине факела  $l/d = 9$

1 — шихта с содержанием 21,4% угля при  $T_{\text{пл}} = 673-733$  К; 2 — то же, с 21,4% угля при  $1373-1413$  К; 3 — то же, с 57,6% угля при  $713-773$  К; 4 — то же, с 57,6% угля при  $713-773$  К

горения при доле вводимой плазменной энергии, приближающейся к 10—15%, может возрасти в 2—2,2 раза по сравнению с чистым углем и в 3,8—5,9 раза по сравнению с шихтой, содержащей 75—80% известняка (кривые 3 и 4).

Выявленный эффект инициирующего воздействия известняка при его столь значительном содержании в шихте на кинетику горения угля при наличии низкотемпературной плазмы является, по-видимому, следствием воздействия целой совокупности факторов. Одним из них является, на наш взгляд, процесс декарбонизации известнякового компонента шихты, который вследствие высоких температур носит взрывной характер, что способствует интенсификация смесеобразования топлива и окислителя и диффузионной области горения.

Сопоставляя характер изменения степени декарбонизации минеральной части золового остатка при сжигании шихты с 21,4% угля (рис. 5) с изменением относительного содержания угля в пробах для данной шихты (рис. 3) и учитывая, что кривые 1 и 2 (рис. 5) соответствуют кривым 5 и 6 (рис. 3), можно проследить отчетливо выраженную взаимосвязь между степенью декарбонизации известнякового компонента шихты и содержанием в ней несгоревшего угля.

Выделяющийся в процессе декарбонизации  $\text{CO}_2$ , с одной стороны, отрицательно влияющий на процесс горения частицы угля, может, с другой стороны, являться источником возникновения активных окислительных реагентов —  $\text{CO}$  и  $\text{O}_2$ , образующихся вследствие диссоциации углекислого газа при высоких тем-

пературах. Кроме того, процесс декарбонизации, требующий значительных затрат тепла, влечет за собой некоторое локальное снижение температуры в ядре факела, способствуя предотвращению интенсивного поверхностного шлакования частиц угля.

С повышением температуры горения при сопоставимом содержании геленита отмечено снижение содержания неразложившегося  $\text{CaCO}_3$  наряду со значительным увеличением содержания  $\text{CaO}$  св. Образование промежуточных клинкерных минералов, более тугоплавких, нежели зола угля, само по себе способствует замедлению процесса шлакования частиц угля. О протекании процесса синтеза промежуточных минералов свидетельствует и характер изменения степени декарбонизации материала проб, полученных при сжигании шихты с содержанием 57,6% угля и свободного  $\text{CaO}$  в золе (см. рис. 5, кривые 3 и 4 соответственно).

Выявленный эффект совместного инициирующего воздействия низкотемпературной плазмы и известняка может иметь важное практическое значение. Так, предварительные расчеты показывают, что при расчете состава сырьевой цементной шихты, используя в качестве добавок к известняку в небольших количествах глину, кварц (в пределах нескольких процентов), можно достичь содержания известнякового компонента в пределах, отвечающих оптимальному с точки зрения интенсификации процесса горения угля.

Одним из вариантов использования данного эффекта может являться способ эффективного сжигания углей в топках существующих котлов. Уменьшение количества несгоревшего угля в золе позволит, кроме прочего, повысить ее качественные характеристики с точки зрения добавки в цемент или бетон, так как известно [3], что наличие угля в добавках отрицательно влияет на качественные характеристики цемента (прочность, морозостойчивость и т. д.).

Итак, проведенные исследования подтвердили эффективность применения электродугового плазменного нагрева в качестве инциатора процесса горения высокозольных топлив. Основные результаты согласуются с полученными ранее в отношении изменения температурного режима горения пылеугольного факела, выражающегося в увеличении температуры горения на начальном участке факела и его укорочении.

Выяснено, что при сжигании углей Подмосковного бассейна в аппаратах типа циклонной топki не удается обеспечить полного выгорания угля на относительно небольшом расстоянии до  $l/d=9$  от начала

факела при доле плазменной энергии до 24%. Отсутствие угля в золовых остатках отмечалось при сжигании в аналогичных условиях угольно-известняковых шихт с содержанием известнякового компонента до 78,6%.

Выявлен эффект положительного влияния известняка на горение угольно-известняковых шихт, инициируемое вводом низкотемпературной плазмы, при его определенных количествах в шихте. Для шихт на основе углей Подмосковного месторождения оптимальным следует считать содержание 30—50% по массе известнякового компонента, обеспечивающее увеличение скорости горения в 2—2,2 раза по сравнению с чистым углем.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ратников В. Ф. Обзор современной мировой конъюнктуры потребления топливно-энергетических ресурсов // Вопросы атом-

ной энергетики и техники. Сер. Атомно-водородная энергетика и технология. — 1983. — Вып. 1 (14).

2. Энергетическое топливно СССР (ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий газ). Справочник / И. И. Матвеева, Н. В. Новацкий, В. С. Вдовченко и др. — М.: Энергия, 1978.
3. Гольдштейн Л. Я. Комплексные способы производства цемента. — Л.: Стройиздат, 1966.
4. Смирнов В. П. Котельные установки. — М.: Госэнергиздат, 1961.
5. Туко И. К. Производство гидравлических диспертов и диспертообразующих материалов. Патент США № 4152169, кл. С04В 1/44, опубл. 1.03.1979.
6. Влияние дисперсности сырьевой шихты на результаты ее термобработки низкотемпературной плазмой / В. И. Шубин, В. В. Смальнов, В. А. Кулабухов и др. // Цемент, 1988, № 12.
7. Тепловые и атомные электрические станции. Справочник / Под ред. В. А. Григорьевой, В. М. Зорина. — М.: Энергоиздат, 1982.

УДК 666.91.678.04

В. Ф. ЧЕРНЫХ, канд. техн. наук, Д. И. ЧЕНИКОВ, инж.,  
Н. А. ГОЛИКОВА, инж. (Краснодарский политехнический институт)

## Влияние водорастворимых полимеров на сроки схватывания и прочность гипсовых вяжущих

Для модификации реологических и некоторых других свойств гипсовых вяжущих широко применяются различные водорастворимые полимеры [1]. В работах, посвященных вопросу, улучшения характеристик гипсовых вяжущих, исследовалось влияние ряда полимеров на сроки схватывания и механическую прочность гипсовых смесей. Однако отсутствуют сведения о зависимости этих показателей от температуры при добавлении высокомолекулярных модификаторов. Вместе с тем такие сведения полезны при проектировании экструзионных и заливочных смесей, когда в процессе формирования возможно заметное повышение температуры.

Исследовано влияние водорастворимых полимеров на сроки схватывания и механическую прочность гипсового вяжущего марки Г-7, изготовленного из гипсового камня Шедожского месторождения (Краснодарский край) и Куйбышевского высокопрочного гипса.

В качестве модификаторов были использованы полиакрилонитрил сополимер М-14 ВВ (ТУ 6-01-1070-76) в виде натриевой, калиевой, аммонийной и этилоламинной солей, поливинилловый спирт марок ПВС «В» (ТУ 6-05-190-80) и ПВС «ВД» (ТУ 6-05-156-78), метилцеллюло-

за марки МЦ-100 (ТУ 6-01-1857-78) и оксиметилцеллюлоза производства опытного завода ВНИИСС в г. Владимире.

Выбор высокомолекулярных добавок обусловливался наличием их промышленного производства и незначительным содержанием в них посторонних примесей, которые могут влиять на гидратацию полуводного гипса.

В исследованиях определяли сроки схватывания гипсового вяжущего при различных температурах с помощью дифференциально-термического анализа (ДТА). За время схватывания принимали время достижения максимума на кривой ДТА, что соответствует максимальному выделению тепла при кристаллизации и потере подвижности гипсового теста.

Испытания проводили следующим образом. В две пробирки диаметром 24 мм загружали 30 г испытываемого материала (гипсового теста с анализируемой добавкой) и такой же массы эталонный материал — одинаковую по содержанию твердой фазы суспензию тонкоизмельченного кварцевого песка в воде ( $V/G=0,33$ ). В пробирки строго по центру устанавливали хромель-копелевые термолары, которые присоединяли к устройству, позволяющему подавать

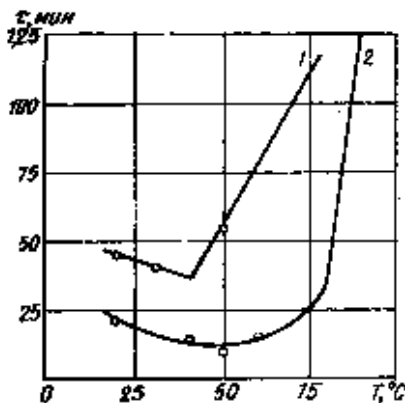


Рис. 1. Зависимость времени схватывания технических гипсов от температуры  
1 — гипс высокопрочный; 2 — то же, строительный

на усилитель сигнал как с каждой из термопар, так и дифференциальный.

Изменение температур фиксировалось самописцем.

Пробирки помещали в ультратермостат с заданной температурой. Зависимость времени начала схватывания технических гипсов от температуры приведена на рис. 1. Видно, что при одинаковом характере зависимости количественное местоположение минимума времени схватывания и острота перехода различны: у строительного гипса этот минимум более размыт и сдвинут в область более высоких температур.

По результатам исследования технических гипсов находили «вяжущуюся» энергию активации из гидратации, кДж/моль, по существующей формуле [2] в несколько видоизмененном виде:

$$E_a = 2,303 R \frac{\Delta \lg \frac{1}{\tau}}{\frac{1}{T}}$$

где 2,303 — коэффициент перевода лог

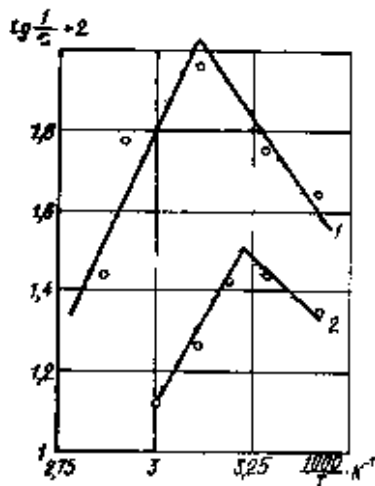


Рис. 2. Определение энергии активации строительного (1) и высокопрочного (2) гипсов

гарифмов;  $R$  — универсальная газовая постоянная;  $\tau$  — время гидратации полуобъемного гипса, мин;  $T$  — температура гидратации, °C;  $\Delta$  — разность логарифмов обратных отношений конечного и начального времени гидратации.

В этих вычислениях за константу скорости реакции принята величина, обратная времени схватывания гипсового вяжущего. Графическое решение уравнения приведено на рис. 2 в координатах

$$\left( \lg \frac{1}{\tau} + 2 \right) - \frac{1000}{T}$$

Видно, что энергия активации как в положительной, так и отрицательной области выше для строительного гипса, чем для высокопрочного, что является, очевидно, следствием различия в характере образующихся кристаллов: в большей степени двумерность образующихся структур (преимущественное образование игольчатых кристаллов).

Для выяснения влияния полимеров на процесс твердения гипсовых вяжущих исследовано схватывание полимергипсовых композиций на основе строительного гипса при 20 и 50°C, когда уже начинает проявляться замедляющее действие температуры, но скорость гидратации еще близка к максимальной.

В качестве полимерных модификаторов использовались новогенные (соли сополимера М-14) и новогенные (поливиниловый спирт, оксэтилцеллюлоза, метилцеллюлоза) полимеры. В случае новогенных добавок заметна разница между солями разных оснований. Так, натриевая и калиевая соли сополимера М-14 по своему действию на схватывание гипса мало отличаются друг от друга и при 20°C незначительно влияют на гидратацию вяжущего, но при 50°C существенно замедляют его схватывание (рис. 3). Аммонийные соли в малых концентраци-

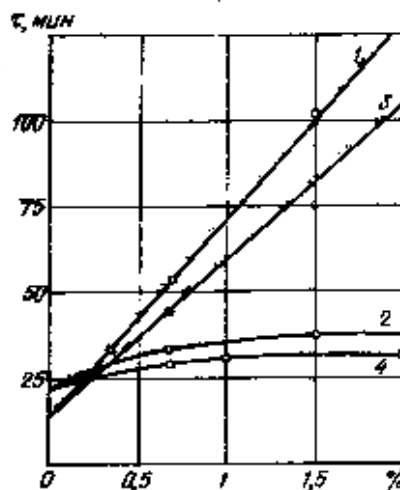


Рис. 3. Зависимость времени схватывания от содержания натриевой (1, 2) и калиевой (3, 4) солей сополимера М-14  
1, 3 — при  $T=50^\circ\text{C}$ ; 2, 4 — при  $T=20^\circ\text{C}$

ях более эффективны при 20 и менее — при 50°C. Новогенные добавки действуют на время схватывания почти одинаково: при 20°C оно замедляется, при 50°C остается постоянным или несколько уменьшается.

Влияние полимерных добавок на механическую прочность гипсового камня изучали на образцах-жубках из теста влажностью 25% ( $B/G=0,33$ ) размером  $2 \times 2 \times 2$  см. Образцы испытывали на сжатие после высушивания до постоянной массы: число образцов для испытания — 6, коэффициент вариации — 5%.

Пролеживаются некоторые закономерности в действии новогенных добавок на прочность строительного и высокопрочного гипсов. Для первого характерно повышение прочности с максимальным значением при содержании добавки 1—1,5% массы вяжущего, затем некоторое снижение. Прочность высокопрочного гипса снижается с достижением его минимального значения при содержании полимера 1%, затем несколько увеличивается. По-разному действуют и добавки: максимальное увеличение прочности наблюдается при использовании триэтаноламиновой соли и аммиачной. Натриевая соль менее эффективна, при калиевой — прочность строительного гипса сохраняется прежней, пока концентрация ее не превышает 1%, затем этот показатель снижается. Прочность высокопрочного гипса с этой добавкой уменьшается по линейному закону.

Что касается новогенных полимеров, то с введением поливинилового спирта «ВД» в начальных концентрациях прочность обоих видов гипсов несколько увеличивается, затем остается постоянной.

Оксэтилцеллюлоза действует подобно калиевой соли М-14, только вызывает меньшее снижение прочности.

Метилцеллюлоза увеличивает прочность строительного гипса подобно аммиачной соли М-14 (максимальное значение достигается при концентрации добавки 1—1,5%) и снижает — высокопрочного по линейному закону, как оксэтилцеллюлоза и калиевая соль М-14.

Проведенные исследования показали, что сополимер М-14 (особенно в виде аммиачной и триэтаноламиновой солей) является эффективным модификатором строительного гипса при повышенных температурах, он способствует увеличению прочности вяжущего на 40—70% и значительному замедлению схватывания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sano C., Minaga A. A., Sakko to сэккай Gips and Lime. № 151.
2. Эммануэль Н. М., Кворре Д. Г. Курс химической технологии. — М.: Высшая школа, 1969.



К. К. ЭЙДУКВИЧЮС, канд. техн. наук, Г. П. АБРАМОВ, канд. техн. наук,  
Б. В. ЛУЖА, инж. (ВНИИТеплоизоляция), С. Н. ГУЩИН, канд. техн. наук,  
О. Н. КОНОВАЛОВ, инж. (Уральский политехнический институт)

## Физическое моделирование аэродинамических процессов в ванной печи минераловатного производства

Математическое моделирование процессов внешнего теплообмена, происходящего в печах, требует знания физических величин, в частности, коэффициента теплоотдачи конвекцией, характеристик массообмена при движении газовых потоков и др., которые могут быть определены только экспериментальным путем. Однако определение этих величин на натуральных промышленных печах весьма трудно. В связи с этим для исследования аэродинамики и теплообмена в рабочем пространстве тепловых агрегатов были использованы изотермические физические модели.

Особое внимание при разработке модели уделялось обеспечению подобия модели исследуемому образцу, чтобы, кроме характера движения газовых потоков, было возможно определить их скорость, интенсивность теплообмена и коэффициент конвективной теплоотдачи в рабочем пространстве печи.

Объектом исследования является ванная регенеративная печь с подковообразным направлением движения газов, предназначенная для получения расплава с последующей переработкой в минераловатные изделия. Площадь зеркала расплава в бассейне глубиной 500 мм составляет 62,56 м<sup>2</sup>. Глубина жидкого расплава в ванне — 120—160 мм. Отопление печи осуществляется с помощью

двух горелок, расположенных в одной из торцевых стен симметрично ее осн. К противоположной торцевой стене пристроен фидер, предназначенный для выпуска расплава на волнообразующее устройство.

Каждая горелка состоит из огнеупорной конструкции для подачи вентиляторного воздуха и отвода продуктов горения, а также двух газовых сопел, установленных в боковых стенах горелок. Подогрев воздуха, идущего на горение, до 900°C, осуществляется в регенераторах, заполненных огнеупорной засадкой. За время между перекачками пламени (25—30 мин) колебания температуры в верхней части регенераторов достигают 150—200°C. Продукты горения из пламенного пространства печи отводятся вследствие разрежения, создаваемого дымовой трубой высотой 40 м. Загрузку шихты в печь производят шнековые устройства, установленные по четыре с каждой боковой стороны.

Для достижения соответствия происходящих в модели и исследуемой печи аэродинамических процессов необходимо прежде всего обеспечить геометрическое подобие модели образцу с использованием выбранного масштаба  $M=1/15$  и равенства чисел Рейнольдса  $Re_{мод}=Re_{обр}$ .

Проведенные натурные замеры сечения горелок печи, а также рассчитанные расходы моделирующей среды в мо-

дели в зависимости от расхода газа в образце и равенства количества движения секундной массы моделирующей и натуральной сред позволяли перейти от рассчитанного равенства критериев к равенству их соотношений. Кроме того, при расчетах использовались данные, приведенные в работах [1, 2].

При расчете модели были использованы режимные характеристики натурной печи: расход, м<sup>3</sup>/ч: газа — 450; воздуха — 6000; площадь сечения горелки — 0,766 м<sup>2</sup>; температура подогрева воздуха — 900°C; диаметр газового сопла — 0,0066 м.

Рассчитанная из равенства критериев Рейнольдса скорость истечения моделирующей среды из сопла лежит за звуковым барьером. Создание такой скорости на модели затруднено, так как для этого необходимо изготовить микросопло Лаваля. Чтобы избежать этого, была проведена корректировка расхода газа (в качестве среды, моделирующей газ, был использован компрессорный воздух) и воздуха, идущего на горение, при неизменном их суммарном расходе.

Это позволило создать из оргстекла модель печи (рис. 1), состоящей из рабочего пространства, горелок с смонтированными газовыми соплами и регенераторов. Последние выполнены в виде двух коробок, сопряженных одной из которых (на стороне подачи воздуха в модель) изменялось с помощью регулирующей заслонки, а создаваемое дымовой трубой разрежение моделировалось отсасывающим вентилятором.

Присоединение горелок к рабочему пространству печи с помощью разъемных фланцев позволяло в ходе экспериментов менять форму и расположение куч шихты, что очень важно, так как форма и размеры куч, особенно мелкодисперсной шихты, оказывают большое влияние на интенсивность плавления и сроки службы агрегата. Затем была смонтирована экспериментальная установка, включающая в себя описанную выше модель печи, тягодутьевое оборудование и измерительную аппаратуру (рис. 2).

Во время пусконаладочных экспериментов выяснилось, что компрессор, работающий в импульсном режиме, не обеспечивает постоянное давление перед газовым соплом. С целью выравнивания давления компрессорного воздуха в схему был включен ресивер, снабженный манометром для контроля за давлением подаваемого в сопла воздуха, которое регулируется с помощью сбрасывающего клапана ресивера.

Для создания рабочего режима в модели был использован центробежный вентилятор, присоединенный к модели своим отсасывающим патрубком. Вентилятор устойчиво работал при расходе воз-

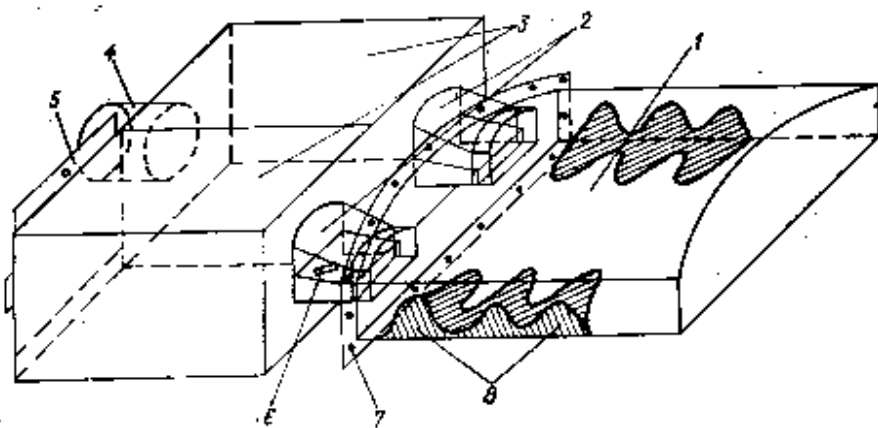


Рис. 1. Модель ванной регенеративной печи  
1 — рабочее пространство; 2 — горелка; 3 — регенераторы; 4 — отсасывающий патрубок; 5 — регулирующая заслонка; 6 — газовые сопла; 7 — фланец; 8 — кучи шихты

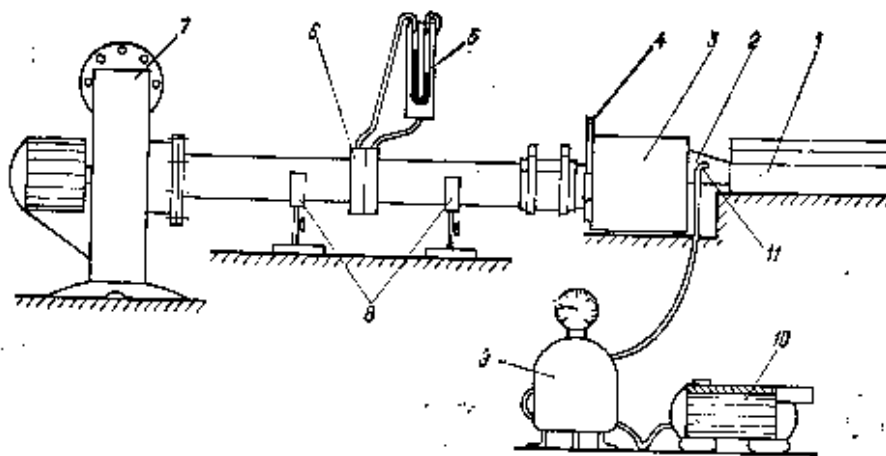


Рис. 2. Экспериментальная установка

1 — рабочее пространство печи; 2 — горелка; 3 — регенератор; 4 — регулирующая заслонка; 5 — U-образный манометр; 6 — диафрагма; 7 — отсасывающий вентилятор; 8 — опоры воздухопровода; 9 — датчик; 10 — компрессор; 11 — газовые сопла

духа от 20 до 250 м<sup>3</sup>/ч, который измеряли с помощью двойной диафрагмы и манометра.

В ходе эксперимента были использованы как точные модели регенераторов с насадками, выполненными из деревянных реек, так и упрощенные воздушные коробки, обеспечивающие безударную подачу воздушного потока в рабочее пространство и удаление из него.

Отмечено, что установка работает устойчиво в достаточно широких диапазонах расходов компрессорного и просасываемого воздуха, позволяющих обеспечить практически любой из рабочих режимов натурной печи.

Сопоставление скоростей газов в отдельных точках, измеренных на натурной печи и ее модели, показало практически полное их совпадение, что подтверждает адекватность образца и модели.

Исследована аэродинамика рабочего пространства ванной печи на изотермической модели. Характер движения газовых потоков в рабочем пространстве печи оказывает заметное влияние на их тепловую работу и в значительной степени определяет сроки службы верхних строений огнеупорных ограждающих конструкций.

В высокотемпературных плавильных агрегатах, к которым относятся и ванны печи минераловатного производства, большая часть теплоты поступает на поверхность ванны в виде лучистых потоков. Эффективность тепловой работы печи находится в прямой зависимости от настильности факела, угла атаки поверхности расплава газовой струей, наличия непосредственного контакта раскаленного потока газов с огнеупорной кладкой и т. д. В связи с этим важно знать характер, скорость и направление движения газовых потоков в рабочем пространстве печи.

Для ванн печей с подковообразным направлением движения газов харак-

терна кучевая загрузка шихты, осуществляемая через окна в боковых стенах в четырех сечениях по длине печи. Вследствие малой теплопроводности шихты воспринимаемая с поверхности куч теплота распространяется в глубину слоя очень медленно. В связи с этим кучу можно рассматривать как термически массивное тело, нагрев которого происходит при граничных условиях I рода, когда поверхность очень быстро достигает температуры плавления шихты и затем остается практически постоянной [3]. Расплавившаяся шихта стекает в ванну, обнажая последующие слои, которые в свою очередь, получив необходимое количество теплоты, переходят в жидкое состояние. В результате процесс плавления происходит непрерывно в тонком поверхностном слое куч.

Чтобы условия плавления шихты были одинаковы для всего рабочего пространства, необходимо обеспечить постоянство результирующих тепловых потоков на поверхности куч и средней температуры газов по всей длине печи. В свое время проведены [4] работы по совершенствованию горелочных узлов, созданию более настильного факела, однако характер движения газов в рабочем пространстве ванной печи не изучался. Более того, есть основания предположить, что при различных соотношениях длины и высоты рабочего пространства печи направление движения газов не имеет подковообразного характера, а представляет собой более сложные формы.

Для изучения аэродинамики рабочего пространства ванной печи проведены экспериментальные исследования на физической модели (см. рис. 1) с использованием двух методов.

Качественную картину движения газового потока устанавливали визуально с помощью нитяного «султанчика», представляющего собой тонкий металлический стержень, на конце которого за-

креплена тонкая нить. Для введения стержня в рабочее пространство в своде модели печи предусмотрены 42 отверстия (на рис. 1 не показаны) — по шесть по длине в семи поперечных сечениях. Поочередно открывая каждое из отверстий, в рабочее пространство вводили «султанчик» и по отклонению нити судили о направлении газового потока в данной точке. Каждое из локальных направлений фиксировалось, и в итоге получена картина движения воздушного потока в рабочем пространстве для отдельных сечений печи.

Общая картина движения наблюдалась с помощью перфорации, вводимой через отверстие в своде регенератора нагнетающей горелки. Легкую перфорацию подхватывал воздушный поток и она показывала пространственную картину движения воздуха в печи.

Количественные характеристики газового потока измеряли с помощью предельно протарированной пневмометрической микротрубки, которая крепилась на металлическом координатнике, имеющем горизонтальный бегунок и вертикальную измерительную линейку, что позволяло точно фиксировать положение микротрубки и рабочее пространство печи. Измерения по высоте выполняли через каждый сантиметр в двух положениях — для прямого и бокового потоков. Динамическое давление фиксировали с помощью микроманометра ММН. Результаты экспериментов представлены на рис. 3—5.

Воздушный поток, выходящий из горелки, движется по поверхности зеркальной ванны вдоль ближайшей к этой горелке боковой стены, постепенно расширяясь и смещаясь влево (см. рис. 3,а). Более симметричным относительно оси печи оказалось движение для сечения, расположенного на высоте 40 мм от уровня расплава (см. рис. 3,б). В сечении, находящемся на высоте 70 мм, воздушный поток со стороны подающей горелки уже занимает значительно меньшую площадь чем поток, движущийся к отводящей горелке (см. рис. 3,в). Под сводом прямой поток практически отсутствует, а обратный у задней торцевой стены занимает всю ширину печи (рис. 3,г). Рециркулирующая зона с высотой смещается в сторону подающей горелки.

В вертикальных сечениях рабочего пространства характер движения газов резко отличается один от другого (рис. 4). На оси нагнетающей горелки преобладает прямой поток и зона рециркуляции не велика (см. рис. 4,а). Воздушный поток, дойдя до торцевой стены, поднимается вверх, занимая почти всю подсводную область.

В центре модели по оси рабочего про-

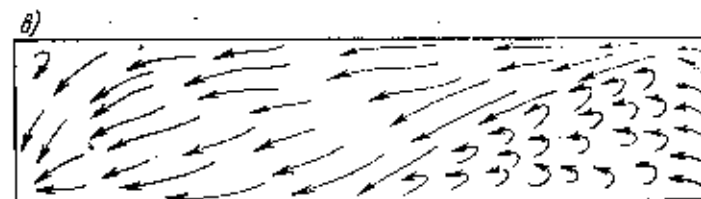
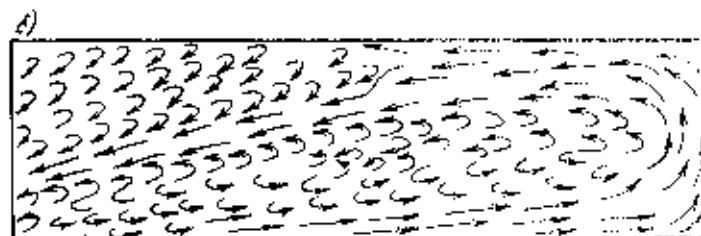
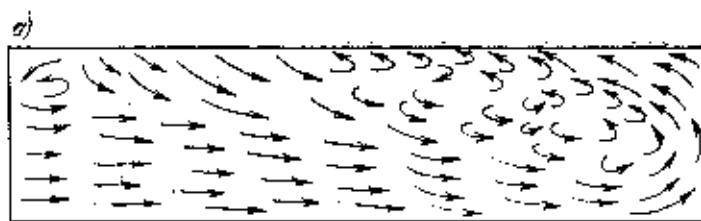
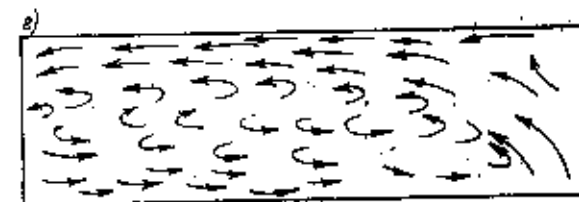
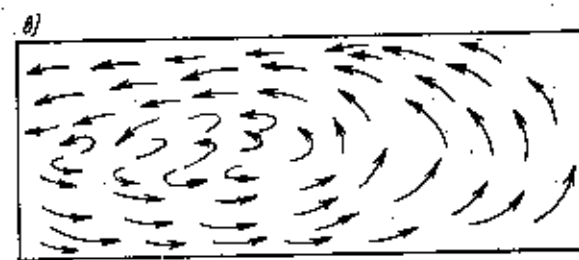
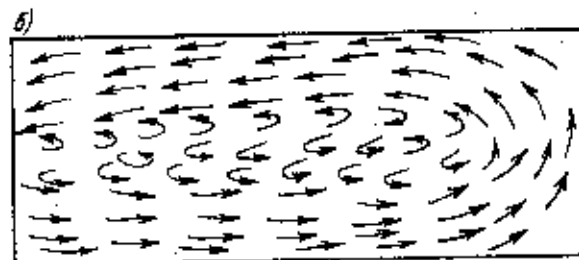
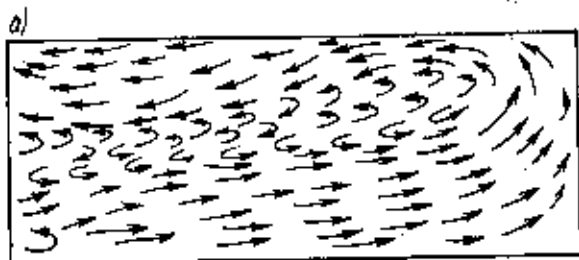


Рис. 3. Характер движения газов в горизонтальных сечениях рабочего пространства печи  
а — над поверхностью «расплава»; б — на высоте 40 мм; в — то же 70 мм; г — под сводом

Рис. 4. Характер движения газов в вертикальных сечениях рабочего пространства печи  
а — по оси нагревающей горелки; б — то же, рабочего пространства; в — то же, отводящей горелки

странства образуется обширная зона циркуляции. Начало ее лежит над подом между горелками, а конец — в середине задней стенки (см. рис. 4, б).

По оси отводящей горелки обратный поток, двигаясь от задней стенки, расширяется по высоте рабочего пространства, как бы вытесняя зону циркуляции, и уходит в отводящую горелку (см. рис. 4, в).

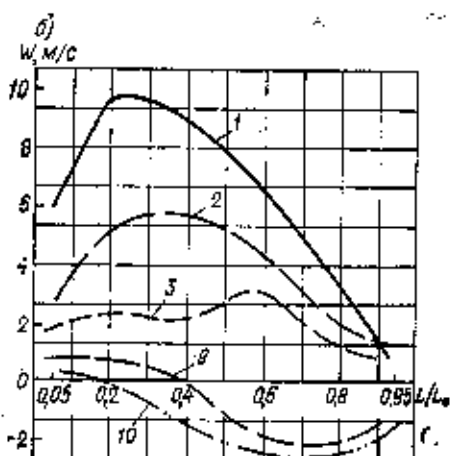
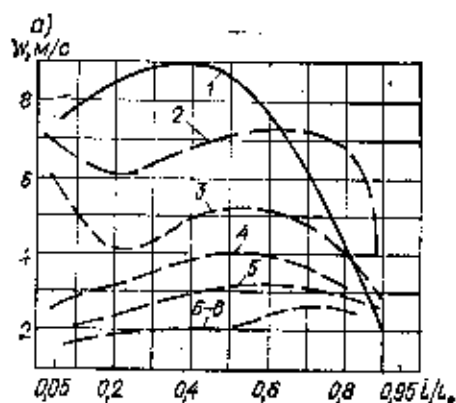
Полученные данные не соответствуют существующим представлениям о симметричном, противоположно направленном подковообразном движении газов в рабочем пространстве печи. Очевидно, что движение газов имеет сложный вихреобразный пространственный характер. Сделанные выводы облегчают исследование профиля скорости газов и позволяют найти характерные точки граничных зон и зон рециркуляции, что особенно важно при разработке математической модели печи.

Измеренные пневмометрической микротрубкой значения динамического давления позволили рассчитать действительные скорости воздушного потока во всех семи сечениях (рис. 5).

Установлено, что максимальные скорости газового потока наблюдаются вблизи пода печи (рис. 5, а, кривая 1). Наибольшие их значения — над подом на расстоянии  $L/L_0 = 0,4$ . По мере удаления от среды подающей горелки скорость газового потока падает. Одновременно заметно уменьшается скорость потока газов по мере удаления от уровня зеркала «расплава». На высоте 0,04 м (рис. 5, а, кривая 3) она практически остается постоянной. По-видимому, это свидетельствует о том, что именно здесь находится граница зоны действия высокоскоростной струи, выходящей из сопел.

Направление движения потока на противоположное меняется в сечении 3 на длине  $L/L_0 = 0,42$  (рис. 5, б, кривые 7—9, 10), т. е. поток, достигший задней стенки

Рис. 5. Характер изменения скорости движения газов по длине рабочего пространства в различных сечениях по ширине печи  
а — вблизи правой стенки на нагревающей стороне; б — по оси рабочего пространства печи (номера кривых — сечения по высоте от подквы к своду) W — скорость потока газов;  $L/L_0$  — относительные расстояния от горелки до сечения, в котором выполнялись измерения, к длине рабочего пространства печи



на этой высоте поворачивает и подковообразное пространство, причём он возрастает, так как поперечное сечение обратного потока меньше прямого.

Таким образом, можно заключить, что движение газа в рабочем пространстве регенеративной вьюнкой печи имеет сложный пространственный характер, причём подковообразная форма движения несимметрична и заметно смещена к своду, особенно при обратном движении, и внутри подковы располагается обширная зона циркуляции. Наибольшие значения скорости потока наблюдаются вблизи поверхности распада.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зобнин В. Ф., Квачев М. Д., Лопхарен Н. Б. Условия приближенного воспроизведения по физической модели процессов движения газа в нагревательных печах // В сб. Математические и физическое моделирование процессов в теплотехнических установках, Иваново: Изд. Ивановского гос. университета, 1989.
2. Теплотехнические расчеты металлургических печей / Под ред. А. С. Телегина. М.: Металлургия, 1982.
3. Габерие С. Ю., Кукени И. И. Опыт эксплуатации ванных печей минераловатного производства. М.: Гостехиздат, 1979.
4. Габерие С. Ю., Абрамова Г. П., Лука Б. В. Опыт эксплуатации ванных печей и производств минераловатных изделий // Строит. материалы. № 3, 1978.

### В дополнение к опубликованному

В журнале (№ 6, 1989 г.) напечатана статья проф. А. В. Волженского «Изменение в абсолютных объемах фаз при эвтектических и перитектических процессах с учетом их влияния на свойства образующихся структур». В ней представлены важные расчеты изменений абсолютных объемов твердых фаз вещества в эвтектических системах, а также минимальных объемов пор, возникающих между частицами послеобработкой.

Анализ полученных данных позволил автору выявить теорию о наличии абсолютных объемов пор, характерных для любого сплава, на основе деформации систем «жидкость+вода» и объяснить зависимость их от концентрации жидкого в 4, 10 массе и, следовательно, от относительного отклонения в эвтектической системе. При этом объемные деформации предопределяют не абсолютный объем новой твердой фазы, а сумма объемов твердой фазы и межчастичных пор. Величина последних зависит от вида жидкого и условий твердения.

Отсюда выводится вывод, что нет специальных видов жидкого (усадочных, расширяющихся, деформирующих). Любое жидкое при соответствующей концентрации по массе в эвтектической системе может давать структуры усадочные, расширяющие, всплывающие. Оптимальные же безусадочные структуры образуются при оптимальной концентрации жидкого, специфичной для каждого жидкого.

К сожалению, в статье живется погрешности, затрудняющие понимание смысла некоторых фраз и расчетов. Например, на стр. 26 (второй полосу) дана формула  $V_{\text{ВВ}} = (r - \rho_0) \cdot \rho_0 / (\rho_1 - \rho_0)$  вместо  $V_{\text{ВВ}} = (r - \rho_0) / (\rho_1 - \rho_0)$ . Следующая под ней формула не нужна. На стр. 27 (третья полоса, первый абзац сверху) написано «не более», следует — «к более». В табл. 2 и в начале столбца 4 следует читать «новообразующий», «О», «связь».

Т. М. ВЕРКОВИЧ, проф., д-р техн. наук,  
А. А. ФЕДИН, проф., д-р техн. наук

# ИЩЕМ ПАРТНЕРОВ КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОТХОДЫ?

## РЕШИТЬ ЭТУ ЗАДАЧУ ВАМ ПОМОЖЕТ ВНИИДРЕВ

Мы передадим Вам технологию производства прессованных конструкционных заготовок (ПКЗ) из древесных опилок, стружки, спичечной соломки, сухих стеблей сельскохозяйственных культур и прочих отходов производства.

ПКЗ — это отличный строительный материал. Он не горюч, не подвержен гниению, не токсичен. Применяется для строительства садовых домиков, гаражей, хозяйственных построек. Однокомнатный садовый домик из ПКЗ площадью 20 м<sup>2</sup> можно собрать за 2 дня.

Мы передадим Вам не только технологию, но и комплект оборудования, необходимого для организации производства ПКЗ:

- пресс гидравлический;
- рубильную машину;
- бункеры-дозаторы для сухого и влажного древесного сырья и магнезита;
- емкости для приготовления, хранения и дозирования раствора бишофита;
- смеситель для смешивания древесной массы со связующим;
- бункер для готовой смеси;
- раздаточный конвейер для линии из пяти прессов;
- стол-фиксатор;
- пакетирующее устройство для готовой продукции.

Из отходов переработки гречихи и риса изготавливаются профильные плиты на минеральном и синтетическом связующем с использованием традиционного оборудования для древесно-стружечных плит. Они красивы, оригинальны, не требуют дополнительной обработки и отделки.

### ДЛЯ ЭТОГО МЫ ПРЕДОСТАВИМ:

- нормативно-техническую документацию;
- технические предложения на организацию производства;
- исходные требования на оборудование;
- технические условия;
- нормы расхода сырья и материалов, цены.

ЗАПРОС НАПРАВЛЯТЬ ПО АДРЕСУ: 249000, Г. БАЛАБАНОВО,  
КАЛУЖСКАЯ ОБЛ., ПЛ. 50 ЛЕТ ОКТЯБРЯ, 1, ВНИИДРЕВ.

Телефон: 2-21-62

## ВНИМАНИЮ АВТОРОВ

Редакция журнала «Строительные материалы» просит авторов при подготовке статей выполнять следующие требования:

1. Рукописи представляют в двух экземплярах, напечатанные через два интервала на одной стороне листа с четким изображением текста.

2. Рисунки (графики, схемы, чертежи) и фотографии (черно-белые, на глянцевого бумаге) должны иметь четкое изображение, представляются в двух экземплярах.

3. Материал должен сопровождаться авторефератом размером до половины страницы и экспертным заключением.

4. Все формулы и буквенные обозначения четко и разборчиво вписывают в текст от руки, греческие буквы выделяются красным цветом и на поля выносят их названия. Прописные буквы подчеркивают двумя черточками снизу, строчные — двумя черточками сверху. Кроме этого, следует написать все формулы (одну под другой в порядке нумерации) на отдельной странице.

5. Список использованной и цитируемой литературы прилагают в конце статьи (ссылки на нее даются в тексте). В списке литературы указывают фамилию и инициалы всех авторов, точное название книги (журнала, статьи), издательство, место и год издания. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. На иностранный текст требуется дубликат.

6. Статьи обязательно должны быть подписаны всеми авторами. В конце рукописи помещают полное название института или предприятия, где проводилась работа, ученые степень и звание, фамилию, имя, отчество авторов полностью, домашних и служебный адрес (с шестизначным индексом) и телефоны, по которым редакция может связаться с авторами.

7. Сокращения в тексте и тем более в таблицах не допускаются, за исключением принятых ГОСТом.

## Рефераты опубликованных статей

УДК 667.732.002.2.064.18

Лазоватский Г. А. Ресурсосберегающая технология разработки игорных месторождений // Строит. материалы, 1990, № 2, С. 4—7. Рассмотрены перспективы развития карьеров отрасли в горных районах. Показана эффективность применения в этих сложных условиях ресурсосберегающего технологического комплекса горных работ, включающего цепь традиционного транспорта, преимущества его в сравнении с традиционной применяемой технологией. Приведены практические примеры из зарубежной и отечественной практики. Ил. 4, табл. 1, библи. 4.

УДК 666.192.002.237

Городецкая В. А., Важенко Е. В., Падя Г. А. Промышленная технология получения высокодисперсного кремнезема // Строит. материалы, 1990, № 2, С. 7—8.

Описана технология промышленного получения высокодисперсного золь кремниевой кислоты, используемого в качестве связующего при производстве волоконистых теплоизоляционных изделий для высокотемпературной изоляции. Приведены технические характеристики кремнезоль в теплоизоляционных изделиях на его основе. Ил. 1, библи. 5.

УДК 686.973.24-678.746.22.06—406.8.682.998

Конструктивный замесочный бетон и теплоизоляционный полистиролбетон для трехслойных панелей наружных стен // У. Х. Магдоев, А. В. Лифшиц, Б. Я. Штейн, А. А. Бирхан // Строит. материалы, 1990, № 2, С. 9—12.

Предложен рациональный состав полистиролбетонной смеси, который позволяет получать теплоизоляционный полистиролбетон с требуемыми физико-механическими и тепло-техническими показателями для трехслойных наружных панелей и укладывать на него через 15—20 мин верхний слой конструктивного железобетонного бетона. Обоснована возможность применения для отражающих слоев трехслойных панелей наружных стен зданий железобетонных панелей марки 200 вместо тяжелого бетона такой же марки, приотделенного на известном шпале. Табл. 2, ил. 2.

УДК 681.144.002.237

Влияние составных восков на свойства битумов и рубероида // В. Н. Володина, Г. В. Герасимова, М. Т. Выходкина и др. // Строит. материалы, 1990, № 2, С. 12—13.

Рассмотрены свойства битумно-полимерной кровельной массы для рубероида с использованием полиэтиленовых восков разных марок. Выявлены оптимальные партии рубероида на Омском картонно-руберойдном заводе. Установлено, что показатели гибкости материала улучшаются: отменно шиблано на стержне радиусом закругления 10 мм при 0°С вместо требуемого стандартом — на стержне радиусом 15 мм при +25°С. Сделан вывод, что кровельный материал с битумно-полиэтиленовым слоем в течение 10—12 усл. лет не разрушается. Табл. 2, библи. 3.

УДК 666.91.01

Исследование ионизирующего влияния низкотемпературной плазмы на процессы горения угольно-известняковых шихт // В. П. Шубкин, В. В. Смазков, В. А. Кулабухов, Ю. Ф. Химкин // Строит. материалы, 1990, № 2, С. 22—25.

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния низкотемпературной плазмы на горение высококалорийных углей и угольно-известняковых шихт в их основе. Доказана эффективность применения низкотемпературной плазмы в качестве ионизатора процесса горения твердого топлива и выявлен эффект положительного воздействия ионизации на качество горения при его определенном содержании в сырьевой шихте. Табл. 1, ил. 5, библи. 7.

УДК 666.91.678.04

Черныш В. Ф., Чеников Д. И., Голиков Н. А. Влияние водостойких допировок на сроки схватывания и прочность гипсовых изделий // Строит. материалы, 1990, № 2, С. 25—26.

Рассмотрены композиции на основе гипса с добавками водостойких полимеров ионогенного и неионогенного типов. С помощью метода ДТА показано влияние указанных добавок на сроки схватывания гипса при нормальной и повышенной температурах. Приведены результаты испытаний на механическую прочность полимерных композиций. Установлена целесообразность использования эмильсионной и этакролинной солей сополимера М-14 в качестве гидрофобизирующей при повышенных температурах, что позволяет значительно замедлить скорость схватывания гипса и увеличить прочность изделий. Ил. 1, библи. 2.

УДК 667.138.004.29.041.43.001.24

Физическое моделирование аэродинамических процессов в ванночной печи минераловатного производства // К. К. Эдгукянчис, Г. П. Абразов, С. Н. Сушин, О. Н. Кожовалов, Б. В. Лужа // Строит. материалы, 1990, № 2, С. 27—30.

Приведены результаты изучения аэродинамики и теплообмена в рабочем пространстве топчатых агрегатов с помощью физической модели минераловатного производства. Установлено, что модель ванночной печи, позволяющая создать практически любой рабочий режим ванночной печи. Выявлено, что движение газа в рабочем пространстве регенеративной печи имеет сложный пространственный характер, а внутри «подковы» располагается обширная зона циркуляции. Наибольшие значения скорости потока наблюдаются вблизи поверхности расплава. Ил. 5, библи. 1.

IN THE ISSUE

Information of the State association of building material industry  
*Lazovatskiy G. A.* Resource saving technology of deposit mining  
*Gorodetskiy V. A., Vazhenin E. V., Paliy G. A.* Industrial technology of highly dispersed silica ash production  
*Bolotova V. N., Gerasimova T. V., Vedekhina M. G., Tabolina L. S., Fedosova V. A., Savko V. I.* The influence of polyethylene waxes on the properties of bitumen and ruberoid  
*Magdeev U. Kh., Lifshits A. V., Stein B. Ya., Birman A. A.* Structural ash and sand concrete and heat insulating polystyrene concrete used for sandwich panels of outside walls  
*Filippova L. S.* International seminar on construction quality provision  
*Tishenko V. V., Nisnevich M. L., Levkova N. S.* International standardization in the field of non-metallic building material and natural stone facing material industry  
*Starichenko G. G.* A new design arrangement of conic-type hydraulic screens  
*Khorov L. T.* Cardboard and roofing felt production enterprises operating under new economic conditions  
*Posysajev N. S.* Cheque application within profit-and-loss accounting system  
*Shubin V. I., Smaznov V. V., Kulabukhov V. A., Khnykin Ju. F.* Investigation of initiating effect of low-temperature plasma on burning processes of coal and lime charges  
*Chernykh V. F., Chenikov D. I., Golikova N. A.* The effect of water-soluble polymers on setting period and strength of gypsum binders  
*Eidukhavitshus K. K., Abramov G. P., Gushchina S. N., Konovalev O. N.* Physical simulation of aerodynamic processes in the bath furnace intended for mineral wool production

IN DER NUMMER

Information der Staatlichen Assoziation der Baustoffindustrie  
*Lasovatskiy G. A.* Ressourcensparende Technologie des Abbaues von Gewinnungsstellen  
*Gorodetskiy W. A., Washenin E. W., Paliy G. A.* Industrielle Technologie der Herstellung von hochdispersierten Kremensohl  
*Bolotowa W. N., Gerassimowa T. W., Wedekhina M. G., Tabolina L. S., Fedosowa W. A., Sawko W. I.* Einfluss von Polyäthylenwachsen auf die Eigenschaften von Bitumen und Roberoiden  
*Magdeew U. Ch., Lifschiz A. W., Stein B. Ya., Birman A. A.* Konstruktiver aus Asche und Sand hergestelltes Beton und wärmedämmender Polystyrolbeton für dreischichtige Aussenwandplatten  
*Filippowa L. S.* Internationales Seminar für die Gewährleistung von Qualität im Bauwesen  
*Tischenko W. W., Nisnewitsch M. L., Lewkova N. S.* Internationale Standardisierung in der Industrie von nichterzähligen Baustoffen und Putzmaterien aus Naturstein  
*Starischenko G. G.* Neue Konstruktionsausführung von konischen hydraulischen Siebanlagen  
*Charow L. T.* Die Betrieben für Pappe- und Ruberoidherstellung unter den neuen Bedingungen der Wirtschaftsführung  
*Posysajew N. S.* Wirtschaftliche Rechnungsführung mit Schrecken Anwendung  
*Schubin W. I., Smaznow W. W., Kulabuchow W. A., Chnykin Ju. F.* Untersuchung der Anfangswirkung von Niedertemperaturplasma auf die Prozessen der Verbrennung von aus Kohl und Kalkstein bestehenden Beschickungsmassen  
*Tschernykh W. F., Tschenikow D. I., Golikowa N. A.* Einwirkung von wasserlöslichen Polymeren auf Abbindezeiten und Festigkeit von Gipsbindemitteln  
*Eidukhavitshus K. K., Abramow G. P., Gushitschin S. N., Konowalov O. N.* Physikalische Modellierung von aerodynamischen Prozessen im Wanneofen für Mineralwattetherstellung

DANS LE NUMERO

L'Association nationale d'industrie des matériaux de construction vous informe  
*Lazovatski G. A.* La technologie économisant les ressources pour exploiter les gîtes de montagne  
*Gorodetski V. A., Vafenine E. V., Pali G. A.* La technologie de production de kremenazol de haute dispersité  
*Bolotova V. N., Guerassimova T. V., Vedekhina M. G., Tabolina L. S., Fedosova V. A., Savko V. I.* L'impact des cires de polyéthylène sur les propriétés des bitumes et du rubéroïde  
*Magdeev U. X', Lifshits A. V., Shtein B. Y., Birman A. A.* Le béton de cendres et de sable et le béton calorifuge à polystyrène pour les panneaux à trois couches de murs extérieurs  
*Philippova L. S.* Le séminaire international sur la qualité de la construction  
*Tichenko V. V., Nisnevitch M. L., Levkova N. S.* La normalisation internationale dans l'industrie des matériaux pierreux naturels  
*Starichenko G. G.* La nouvelle construction des cribles coniques hydrauliques  
*Khorov L. T.* Le nouveau système de gestion dans la production de carton et de rubéroïde  
*Posysajev N. S.* L'autonomie comptable avec l'utilisation des chèques  
*Choubine V. I., Smaznov V. V., Koulaboukhov V. A., Khnykine Ju. F.* L'étude de l'impact initiateur du plasma à basse température sur la combustion des compositions de charbon et de calcaire  
*Tchernykh V. F., Tchernikow D. I., Golikova N. A.* L'impact des polymères solubles dans l'eau sur la rapidité de prise et la résistance des plâtres  
*Eidoukhavitshous K. K., Abramov G. P., Gouchitschine S. N., Konovalev O. N.* La simulation physique des processus aérodynamiques dans les fours à bain de la production de la laine minérale

Редакционная коллегия:

М. Г. РУБЛЕВСКАЯ (и. о. главного редактора),  
 Н. В. АССОВСКИЙ, А. С. БОЛДЫРЕВ, Ю. М. ВИНОГРАДОВ, А. В. ВОЛЖЕНСКИЙ,  
 Х. С. БОРОБЬЕВ, Ю. А. ВОСТРЕЦОВ, Ю. В. ГУДКОВ, Б. К. ДЕМИДОВИЧ, Л. Б. ЗАБАР,  
 А. Ю. КАМИНСКАС, П. М. ЛУКЬЯНЧУК, А. Н. ЛЮСОВ, Л. А. МАТЯНИ, Б. П. ПАРМЕВТОВ,  
 А. Ф. ПОЛУЯНОВ, С. Д. РУЖАНСКИЙ, Ю. Л. СПИРИН, И. Б. УДАЧКИН,  
 Н. И. ФИЛИПОВИЧ, Л. С. ВЪЛКИНД

Оформление обложки художника  
 В. А. Андросова

Технический редактор *Е. Л. Сангурова*  
 Корректор *М. Е. Шабалина*

Сдано в набор 20.12.89.  
 Подписано в печать 01.02.90.  
 Формат 60x90%. Бумага хвояно-журнальная  
 Печать высокая Усл. печ. л. 4,0  
 Усл. хр.-отт. 6,0 Уч.-изд. л. 6,0  
 Тираж 15948 экз. Зак. № 488 Цена 80 к.

Подольская филиал ПО «Периодика»  
 Государственного комитета СССР по печати  
 142110, с. Подольск, ул. Кирова, д. 25

Адрес редакции: 103051, Москва, Большой Суздальский пер., д. 19.  
 Тел.: 204-57-78