

Содержание

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	АЛЬПЕРОВИЧ И. А., БОЖЬЕВА Г. И., КРЮКОВ В. А. Внедрение технологии производства лицевого кирпича объемного окрашивания ТРУБИЦЫН М. А., НЕМЕЦ И. И., АЛЕШИН Ю. И., БУГАЕВ С. Б., ЛЕЩЕВ П. И., ДАНИЛОВ А. П., ИВАНОВ С. А. Производство безобжиговых строительных материалов на основе кремнеземистых вязких суспензий	2 5
НОВЫЕ И УЛУЧШЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	БЕЛОУСОВ Е. Д., КАРМАЗИН Ю. И., ШАФОРОСТОВ Е. А., СУСЛОВ А. А. Новые отделочные материалы в решении градостроительных проблем	8
РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРОИЗВОДСТВА СТРОЙМАТЕРИАЛОВ	ВЛАСОВ В. В., БЛАЕВ Б. Х., ШЕВКОПЛЯС А. Г. Строительные материалы на основе отходов вольфрамомолибденового комбината РАССТЕГАЕВА Г. А. Асфальтобетон с применением отходов шлаковатного и литейного производств	9 11
ОБОРУДОВАНИЕ	КИПНИС Б. М., ВАНАСЕЛЬЯ Л. С., КЛАУСОН В. Р. О перспективных направлениях применения дезинтеграторов в различных технологиях	14
ВОПРОСЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ	ОДИНГ Б. С. С целью экономии материалов в фундаментостроении МОТОРНЫЙ Н. И. Совершенствование экономической оценки месторождений природного облицовочного камня РЕЗВАНЦЕВ В. И., ЕРЕМИН В. Г., МАТВЕЕВ Е. В., БАТУРИН В. К., НАЙДЕНОВ А. И. Комплексное применение местных материалов при проектировании и строительстве автомобильных дорог	16 17 20
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ	ПЛЕХАНОВ В. Г. Лазерный измеритель размеров частиц измельченных материалов	22
ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ	СОШНИК И. Е. Углекислотное производство на известковых предприятиях	25
ПРЕДЛАГАЮТ РАЦИОНАЛИЗАТОРЫ	ЧЕРЕНКОВ С. Я. Модифицированная дверная петля	26
РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	АРОНОВ Б. Л., КУН П. П., КУЗНЕЦОВА Т. Г., БЕРДОВ Г. И. Идентификация цементов в разбавленных суспензиях	27
ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА	Со стендов выставки «Химия-92» РУЖАНСКИЙ С. Д., РОШАЛЬ З. М. Легкомонтируемые мобильные теплоизоляционные оболочки	29 29



УДК 666.714.984.14

И. А. АЛЬПЕРОВИЧ, канд. техн. наук (АО ВНПО стеновых и вяжущих материалов), Г. И. БОЖЬЕВА, главный технолог, В. А. КРЮКОВ, директор Голицынского керамического завода МПХК «Моспромстройматериалы»

Внедрение технологии производства лицевого кирпича объемного окрашивания

Голицынский керамический завод совместно с АО ВНПО стеновых и вяжущих материалов освоил технологию производства лицевого кирпича объемного окрашивания с применением в качестве красящей добавки марганцевого флотоконцентрата. Кирпич выпускается в цехе № 4, работающем на импортном оборудовании.

Химические составы глины и марганцевого флотоконцентрата приведены в табл. 1.

Скоротовская глина содержит значительное количество красящего оксида железа, что обеспечивает красную окраску черепка после обжига. По содержанию Al_2O_3 в прокаленном состоянии она относится к группе кислого глинистого сырья, по гранулометрическому составу — к низкодисперсному сырью с содержанием 24,7 % частиц размером менее 0,001 мм, по керамическим свойствам — к умеренно-пластичному (П-10), высокочувствительному к сушке ($K = 107$ с), неспекающемуся, легкоплавкому (1230 °С) глинистому сырью.

Марганцевый флотоконцентрат Орджоникидзевского горно-обогатительного комбината, являющийся отходом флотационного обогащения марганцевой руды Никопольского месторождения Днепропетровской обл., характеризуется средним содержанием оксида марганца (35,3 %) и высоким содержанием свободного кварца.

По своему гранулометрическому составу (фракция 0,25—0,05 мм — 90,3 %) он может быть использован в качестве окрашивающей добавки без дополнительного помола.

Для получения лицевого кирпича коричневых тонов применяются шихты, % по объему: скоротовская глина 98; 95,8; 93,4, марганцевый флотоконцентрат, соответственно, 2; 4,2; 6,6. Глина предварительно вылеживается в открытом конусе, где осуществляются естественное разрушение ее природной структуры, дезагрегация глинистых частиц и усреднение по влажности. Дозировка глины и марганцевого флотоконцентрата производится по объему двумя ящичными питателями.

По принятой в цехе № 4 технологии компоненты шихты последовательно обрабатываются в камневыделительных и дырчатых вальцах, глиномешалке, вальцах грубого и тонкого помола и снова в глиномешалке. Столь тщательное смешение и обработка компонентов шихты обеспечивают получение однородной объемно окрашенной массы.

Формование 18-щелевого кирпича с пустотностью 35 % производится на ленточном двухручьевом вакуум-прессе. Параметры формования: разрежение в вакуум-камере пресса — 0,9 кг/см², формовочная влажность — 17,5—18,2 %, давление в головке пресса — 15,6—16,2 кг/см², температура бруса — 32—35 °С.

Выходящий из пресса глиняный объемно окрашенный брус разрезается многоструйным резательным автоматом. Свежеформованный кирпич-сырец укладывается автоматом-укладчиком на большеобъемные многорядные вагонетки и подается в туннельную сушилку, оборудованную передвижными реверсивными вентиляторами. Параметры сушки: температура теплоносителя в критической точке (25 поз.) — 45—56 °С, относительная влажность — 36—38 %, температура теплоносителя на входе в сушилку — 25—35 °С, относительная влажность — 80—90 %, срок сушки — 65—75 ч, остаточная влажность сырца — 2,3—3,1 %. Количество брака высушенного кирпича-сырца не превышает 2 %.

Высушенный сырец укладывается на обжиговые вагонетки автоматом-садчиком и толкателем подается в буферную камеру печи длиной 130 м для нагрева изделий от 20 до 200 °С, а затем в туннельную печь, работающую на природном газе с боковыми горелками. Размеры обжигового канала: длина — 159 м, ширина — 7 м, высота — 2 м. Единовременная емкость печи — 569 088 шт. усл. кирпича, срок обжига — 75—85 ч, максимальная температура обжига — 1020 °С, время выдержки при максимальной температуре — 6 ч.

После обжига изделия поступают в туннель, где охлаждаются с 40—45 °С до температуры окружающей среды в цехе.

Таблица 1

Сырье	Химический состав, %														
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	CaO	MgO	SO ₂ общ.	K ₂ O	Na ₂ O	лпш	Сумма	Гигр. вода	СО	SiO ₂ невяз.
Скоротовская глина	70,36	12,07	4,7	0,52	—	3,2	1,39	сл.	2,34	0,97	4,89	100,44	2,21	1,65	47,85
Марганцевый флотоконцентрат	36,42	2,91	2,59	0,5	35,34	5	3	0,05	1,3	0,79	12,6	100,5	1,93	1,79	28,3

Содержание красящей добавки, % по объему	Физико-механические показатели изделий					Марка
	Предел прочности при сжатии, кг/см ²	Предел прочности при изгибе, кг/см ²	Водопоглощение, %	Средняя плотность, кг/м ³	Морозостойкость, число циклов	
2	176	23	11,7	1430	50	175
4,2	205,3	25,1	11,5	1453	50	200
6,6	153	21,2	11,9	1405	35	150

Лицевой керамический кирпич
объемного окрашивания



Автоматическая линия разборки обжиговой вагонетки оборудована захватами, которые отбирают от 6 пакетов на вагонетке 12 полупакетов и переносят их на цепной конвейер. Автомат-пакетировщик комплектует с конвейера плотные пакеты на поддоне в количестве 240 шт. кирпича и производит двойную перекрестную перевязку пакета стальной лентой. Перевязанные пакеты отвозятся автопогрузчиком на склад готовой продукции.

Обожженный в окислительной среде при температуре 1020 °С кирпич из шихт, содержащих 2; 4,2 и 6,6 % марганцевого флотоконцентрата, имеет, соответственно, однотонный светло-коричневый, темно-коричневый и черный цвет.

Рентгенофазовыми, петрографическими и дифференциально-термическими исследованиями, проведенными в физико-химической лаборатории ВНПО стеновых и вяжущих материалов, установлено, что основными минералами марганцевого флотоконцентрата Орджоникидзевского ГОК являются манганит $Mn(OH)_2 \cdot MnO_2$, содержащий гидрат закиси марганца, и пиролюзит MnO_2 — диоксид марганца.

В обожженном черепке установлено присутствие минерала гаусманита Mn_3O_4 , представляющего собой закись-окись марганца буровато-черного цвета, который является наиболее устойчивым марганцевым оксидом в диапазоне температур 950—1050 °С. Показано также образование в черепке силиката марганца $MnSiO_3$ типа родонита светлых тонов, однако существенной роли в окраске черепка он не играет, так как только 20—30 % исходного марганца вступает в реакцию силикатообразования.

Цвет обожженного черепка в основном определяется образованием в процессе обжига в окислительной среде минерала гаусманита.

Выпускаемые на Голицынском керамическом заводе изделия по внешнему виду полностью удовлетворяют требованиям ГОСТ 7484—78 «Кирпич и камни керамические лицевые» и ТУ 400-1-501-90 «Кирпич керамический декоративный объемного окрашивания».

Результаты физико-механических испытаний обожженных изделий приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что по физико-механическим показателям выпускаемый 18-щелевой кирпич с пустотностью 35 % соответствует требованиям ГОСТ 7484—78 и ТУ 400-1-501-90. По прочностным показателям он относится к маркам М 150, 175, 200, по морозостойкости — к маркам $M_{рз}$ 35, 50. По средней плотности кирпич является условно эффективным, что улучшает теплотехнические свойства ограждающих конструкций и обеспечивает значительную экономию топлива на отопление зданий.

Как показали рентгенофазовые и петрографические исследования, высокие физико-механические показатели лицевого кирпича объемного окрашивания являются следствием образования в процессе обжига при температуре 1020 °С новых кристаллических образований — хорошо закристаллизованного браунита Mn_2O_3 , волластонита $CaO \cdot SiO_2$ и анортита $CaO \cdot X \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$.

Наиболее важное значение имеет тот факт, что примерно половина исходного марганца, содержащегося в марганцевом флотоконцентрате, при этих фазовых изменениях вступает в различные химические взаимодействия, в частности входит в кристаллизационные структуры анортита и волластонита, что приводит к повышению прочности кирпича.

При образовании волластонита, интенсифицируемого марганцевым флотоконцентратом в процессе обжига, происходит вовлечение в реакцию не менее 10 % кристаллического кварца смеси. Такое образование в дисперсной структуре керамического материала дополнительной кристаллизационной связки также увеличивает прочность кирпича.

Особо следует остановиться на устранении белых сульфатных высолов как на самом лицевом кирпиче объемного окрашивания, так и на кирпичной стеновой кладке в процессе ее эксплуатации.

Важнейшее значение имеют целенаправленные особенности разработанной технологии, позволившие устранить высолы и пятна на поверхности кирпича. Это достигается прежде всего за счет сушки кирпича-сырца чистым воздухом, подогреваемым в смесительных камерах или отбираемым из зоны охлаждения туннельной печи, работающей на газовом топливе. Относительная влажность теплоносителя, поступающего в туннельную сушилку, не превышает 90 %, что обеспечивает устранение конденсации влаги на поверхности сырца. Сырец высушивается до минимальной влажности — 2—3 %, с тем чтобы при досушке его в печи содержащие серу газы даже в небольшом количестве не попадали на влажную поверхность сырца.

Эффективным средством борьбы с высолами является оптимизация режима обжига и состава газовой среды. Режим обжига керамических стеновых

изделий в туннельных печах должен обеспечить максимально возможную их десульфурацию, т. е. удаление сульфатной и сульфидной серы, и, как следствие, резкое снижение содержания водорастворимых солей в обожженных изделиях. Это было достигнуто путем создания в печи температурного и газового режимов, направленных на разложение термически стойких сульфатов щелочных и щелочно-земельных металлов, прежде всего сульфата кальция. С этой целью изделия обжигались при максимально допустимой высокой температуре — 1020 °С, удлинённой изотермической выдержке при конечной температуре обжига — 6 ч, сильной тяге в канале печи для удаления сернистых газов.

Оптимизация технологических параметров обеспечивает получение изделий однотонных тонов и оттенков — от светло- до темно-коричневого.

При возведении зданий с использованием лицевого кирпича объемного окрашивания возможно образование высолов на кирпичной стеновой кладке вследствие выделения водорастворимых солей, содержащихся в строительных растворах. Особенно влияют на образование высолов вид и качество цемента, применяемого в составе цементно-песчаных растворов.

Для устранения высолов и пятен на поверхности кирпичной кладки, резко ухудшающих внешний вид зданий и сооружений, рекомендуется использовать малощелочные цементы с содержанием оксидов щелочных металлов (Na_2O , K_2O) не более 0,1 %, а также гидрофобные и пластифицированные цементы, уменьшающие водоцементное отношение и способность раствора к капиллярному подсосу, применять в строительном растворе пластифицирующие добавки — мылонафт, сульфитно-спиртовую барду, олеиновую кислоту и другие, не допускать использования в составе строительных растворов в качестве противоморозной добавки нитрита натрия NaNO_2 , содержащего катион Na^+ , снижать водопоглощение стеновой кладки строящегося здания путем нанесения на нее гидрофобной кремнийорганической жидкости ГЖ-94.

В заключение следует отметить, что Голыцинский керамический завод является первым в стране промышленным предприятием, освоившим технологию лицевого кирпича объемного окрашивания и выпускающим его в промышленных масштабах.

Применяемый на заводе в качестве окрашивающей добавки марганцевый флотоконцентрат, как отход флотационного обогащения марганцевой руды, является одним из наиболее дешевых марганецсодержащих соединений. При высокой оптовой цене на лицевой кирпич объемного окрашивания его применение обеспечивает предприятию высокую рентабельность.

Основным преимуществом лицевого объемно окрашенного кирпича в сравнении с двухслойным, ангобированным и глазурированным кирпичом является его большая долговечность, поскольку в процессе эксплуатации в стеновой кладке при отбитостях,

отколах и других дефектах, образующихся под атмосферным воздействием, не возникает пятнистости на поверхности кирпича, и здания сохраняет прежний вид.

Лицевой керамический кирпич объемного окрашивания является перспективным стеновым материалом, отвечающим растущим требованиям к эстетике и разнообразию облицовки зданий и сооружений. Особенно актуально развитие его производства в настоящее время в связи с намечаемым широкомасштабным строительством в сельской местности коттеджей, дач, садовых домиков. Построенные с облицовкой таким кирпичом они практически не требуют ремонта в течение всего периода эксплуатации и приобретают необходимую индивидуальность.

Особенно высокими архитектурно-декоративными качествами обладает темно-коричневый кирпич. Он может использоваться не только для создания различных декоративных орнаментов на фасадах зданий, но и для выделения архитектурно-значимых частей в общем архитектурном строе сооружения, подчеркивая весовые зрительные соотношения между отдельными частями фасада. Кирпич тяжелых темно-коричневых тонов целесообразно применять в цокольных этажах, а в вышележащих частях здания — кирпич более легких светлых тонов.

Темно-коричневый кирпич, выпускаемый Голыцинским заводом, приобретает все большую популярность. Например, большая партия его была закуплена архитекторами Тюмени для использования в цокольных этажах зданий взамен полированного мрамора и архитекторами Архангельской области для строительства коттеджей с декоративной облицовкой в сельской местности.

Лицевой кирпич объемного окрашивания можно использовать для отделки внутренних стен вестибюлей, лестничных клеток, переходов, интерьеров и отдельных архитектурных элементов зданий. Он применяется для внутренней отделки помещений общественных зданий — кинотеатров, клубов, кафе, магазинов, школ. Применение лицевого керамического кирпича различного цвета позволяет эффективно сочетать его с другими материалами — силикатным кирпичом, природным камнем, бетоном и деревом, что создает запоминающиеся архитектурные объекты в малоэтажном строительстве. Вместе с тем в крупных городах его применение перспективно и в многоэтажном домостроении — в строительстве акцентных и уникальных зданий, возводимых по индивидуальным проектам. Неосценимо значение такого кирпича при реставрации, реконструкции и новом строительстве в исторически сложившихся центральных городских районах.

Развитие производства лицевого керамического кирпича широкой цветовой палитры позволит повысить качество и разнообразие облицовки жилых и гражданских зданий, улучшить архитектурный облик застройки городов, сел и поселков.

М. А. ТРУБИЦЫН, канд. техн. наук, И. И. НЕМЕЦ, д-р техн. наук, Ю. И. АЛЕШИН, инж., С. Б. БУГАЕВ, инж. (Белгородский технологический институт строительных материалов), П. И. ЛЕЩЕВ, инж., А. П. ДАНИЛОВ, инж. (МП «Кварц» АО КАМАЗ), С. А. ИВАНОВ, инж. (СП «АЛТКАМ»)

Производство безобжиговых строительных материалов на основе кремнеземистых вяжущих суспензий

Изменение условий социальной и финансово-хозяйственной деятельности предприятий по выпуску строительных материалов требует нового подхода к реорганизации существующих и созданию новых производств. Определяющими критериями становятся низкая энергоемкость, простота аппаратурного оформления, доступность сырьевых материалов, экологически чистые технологический процесс и готовая продукция.

В этом плане интерес может представлять безобжиговое производство строительных материалов на основе кремнеземистых вяжущих суспензий (КВС). Такие суспензии [1] представляют собой высококонцентрированные гидродисперсии кремнезема, которые получают мокрым диспергированием природных кварцевых песков в типовых шаровых мельницах по специальному технологическому режиму. Твердение КВС происходит по контактно-поликонденсационному механизму в процессе их последующего высушивания при 100—120 °С [2].

На основе концентрированных вяжущих суспензий и огнеупорного заполнителя разработан новый класс безобжиговых огнеупоров — керамобетоны [3], которые прошли широкую апробацию в промышленности и показали высокую эффективность [4—6]. Вместе с тем отсутствие специализированного высокопроизводительного оборудования, сложность приготовления жестких смесей и формирования из них штучных изделий в требуемых объемах, дефицит информации о строительно-эксплуатационных характеристиках продукции делало до настоящего времени реализацию известных [7] технологических принципов в области промышленности строительных материалов проблематичной.

В период 1989—1991 гг. специалистами Белгородского технологи-

ческого института строительных материалов по заказу Курского предприятия «Экология-100» был проведен комплекс опытно-технологических работ, позволяющих во многом решить вышеуказанные проблемы и разработать основные положения промышленной технологии изготовления строительных штучных изделий, а также выдать исходные данные для строительства опытно-промышленного участка производства. Последующая практическая проверка результатов этих исследований в условиях опытно-промышленного участка предприятия-заказчика в целом подтвердила правильность найденных аппаратурно-технологических решений и определила направления их дальнейшего совершенствования, прежде всего в отношении повышения надежности и производительности отдельных узлов и агрегатов технологической линии.

Результаты названных выше работ послужили отправной точкой для создания в АО КАМАЗ промышленного производства стеновых изделий (кирпича и камней) на основе кремнеземистых вяжущих суспензий мощностью 5 млн. шт. усл. кирпича в 1 год. С целью выполнения этой программы в г. Набережные Челны было организовано малое предприятие «Кварц», учредителями которого выступили Литайный завод АО КАМАЗ и совместное предприятие «Алткам». В апреле 1992 г. в основном были завершены пусконаладочные работы и предприятие начало выпускать строительные материалы нового вида.

В качестве исходного сырья как для приготовления кремнеземистых вяжущих суспензий, так и получения строительных материалов на их основе используются отходы обогащения кварцевых песков фракций 01 и 016, а также строительная фракция 5—0 мм (ГОСТ 2138—89). Аппаратурно-технологическая схема производства, дей-

ствующая на МП «Кварц», представлена на рисунке.

Кремнеземистую вяжущую суспензию получают путем мокрого помола кварцевого песка в модернизированных трубных мельницах типа СМ-1456 М с резиновой футеровкой. В технологической линии установлены две трубные мельницы с рабочим объемом помольной камеры каждого агрегата 7 м³. Питание мельниц сырьевыми компонентами производится весовыми дозаторами АД 6002 БЦ. Мельницы оборудованы специальными узлами загрузки песка, воды и выгрузки КВС, разработанными специалистами МП «Кварц» с учетом специфики режимов приготовления и требуемого качества вяжущих суспензий. Как показала практика, такие узлы обеспечивают надежную подачу сырьевых материалов и порционную выгрузку готового вяжущего без остановки помольных агрегатов.

На начальной стадии работы в качестве мелющих тел применяли кусковой кварцит со средним размером куска 70—80 мм. Петрозаводского рудоуправления. Однако вследствие сильного износа кварцита и низкой производительности мельниц по выходу КВС появилась необходимость искать более эффективные мелющие тела. Согласно литературным данным [7, с. 254], использование обычных металлических шаров интенсифицирует процесс измельчения, но качество вяжущего существенно ухудшается и оно становится непригодным для получения высококачественной продукции.

На основании предварительных экспериментов был подобран состав сплава и налажено изготовление металлических цельпечсов размером 40×45 мм, используемых в настоящее время в качестве мелющих тел, что позволило сократить в 4—5 раз продолжительность цикла получения вяжущих суспензий и сохранить высокими их качественные показатели. При этом было установлено то важное обстоятельство, что определяющим фактором получения таких высококачественных КВС является интенсивность проведения процесса, а не временной фактор, как это предполагалось ранее [7, с. 253].

Характеристики процесса и свойства получаемых вяжущих суспензий приведены в табл. 1.

Готовая вяжущая суспензия по

Таблица 2

Компонент формовочной смеси	Содержание компонентов, % по массе	
	Состав I	Состав II

1. Заполнитель, в том числе	65—68	65—68
а) песок строительной фракции 5—0 мм	43—45	32—34
б) лесок фракций 01 и 016	22—23	32—34
2. Кремнеземистая вяжущая суспензия	32—35	32—35
3. Тонкомолотый силикат-глыба, сверх 100 %	—	0,6—0,7

полнителя, однородность по влажности и хорошую переработку смеси. Рабочая влажность формовочной массы — 5—6 %.

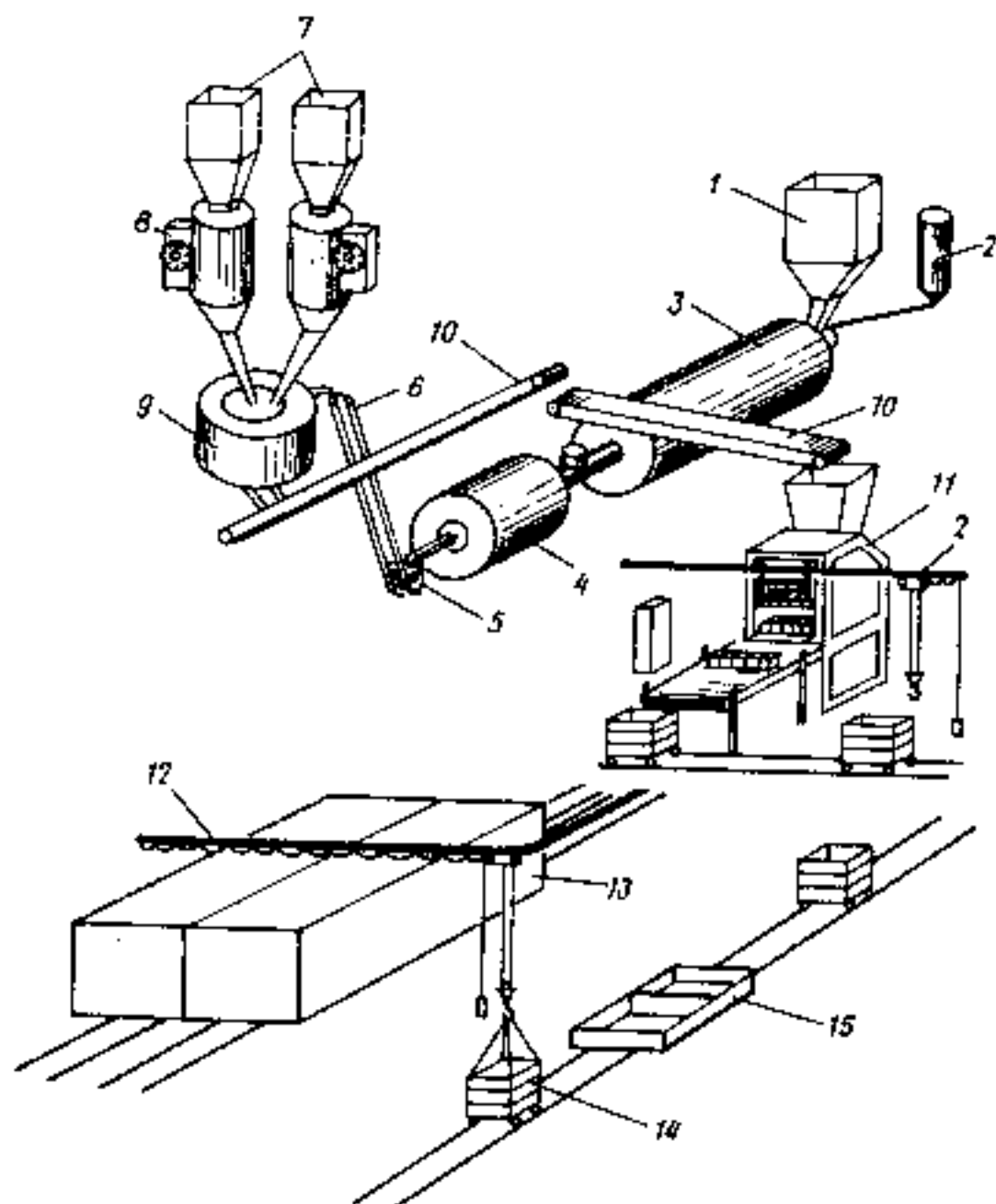
Готовую смесь выгружают из бегунов в приемок под смесительным агрегатом на крутонаклонный ленточный конвейер, который транспортирует массу в приемный бункер вибропресса вместимостью 2,5 м³.

В линии установлена технически доработанная формовочная машина Золотоношского механического завода ВПС-1, которая обеспечивает следующие параметры виброформования: амплитуду колебаний 0,5 мм; частоту вибрации 50 Гц, виброускорение 100—150 м/с², продолжительность цикла виброформования 15 с.

За один цикл формования на металлический поддон одновременно формируются 5 стеновых камней размером 390×190×150 мм. Сырец получается равноплотным, имеет четкие грани и ребра, обладает достаточной для транспортирования механической прочностью. Масса его — около 20 кг.

Камни — полуфабрикат на поддонах промежуточным конвейером пресс-машины укладываются в специальные кассеты, установленные на гидродъемнике. При транспортировании и укладке сырца в кассеты растрескивание его не наблюдается. Кассета вмещает 6 поддонов или, соответственно, 30 камней.

Кассеты со свежотформованными изделиями устанавливаются при помощи тельфера на сушильные вагонетки и направляются в туннельную сушилку, которая сооружена по индивидуальному проекту МП «Кварц» и представляет собой две проходные камеры со смежной перегородкой. Длина сушилки — 9,5 м, высота — 2,2 м, ширина каждой камеры — 2,1 м. Камеры вмещают одновременно



Аппаратурно-технологическая схема производства стеновых материалов на основе кремнеземистых вяжущих суспензий, действующего на МП «Кварц».

Таблица 1

Параметры процесса получения КВС и их свойств	Показатель для случая применения мельющих тел	
	кусно- вого наваранта	метал- лические цель- павсы
Температура в помольной камере, °С	85—95	85—93
Производительность мельницы по выходу вяжущего, т в 1 ч	0,15—0,2	0,6—0,7
Манос мельницы тел на 1 т вяжущей суспензии, %	15—20	0,3—0,4
Кислотность (рН) суспензии	0,6—0,3	0,5—0,2
Плотность КВС, т/см ³	2,14—2,16	2,12—2,14
Вязкость КВС, сПз	8—12	8—14
Содержание металлов в КВС, %	15—18	8—10
Прочность при сжатии в сухом состоянии после сушки, МПа	23—25	21—30
Прочность при изгибе в сухом состоянии после сушки, МПа	2,5—3,5	2,3—3,5

лотку самотеком поступает в приемные барабаны-стабилизаторы. В линии установлено два стабилизатора объемом 10 м³ каждый. Полная загрузка каждого стабилизатора по КВС составляет 7 т. В барабанах-стабилизаторах происходит стабилизация вяжущей суспензии путем вемеханического перемешивания без мельющих тел, а также усреднение после хранения в состоянии покоя (в период выходных дней).

Формовочную массу готовят, смешивая исходные компоненты в смесительных бегунах модели 1510В с рабочим объемом 3,75 м³. Составы формовочных масс приведены в табл. 2.

Песок обеих фракций дозируют весовыми дозаторами АД 1600 2 БГ, КВС — мерной емкостью при помощи скипового подъемника. Масса 1 замеса составляет 4,2—4,3 т. Общая продолжительность цикла смешивания — 5—7 мин.

Выбранный тип смесителя и режим смешивания обеспечивают равномерное распределение вяжущего между зернами песка-за-

24 вагонетки или 1440 камней — сырья.

Теплоносителем в сушилке служит глухой перегретый пар. В ней организована распределенная по всей высоте камер двухсторонняя подача теплоносителя с применением рециркуляции. Температура теплоносителя на входе — 100—120 °С, на выходе — 70—80 °С. Продолжительность сушки камней до остаточной влажности менее 1 % составляет 6—7 ч.

Расход пара на сушку — 100 Гкал/ч. Вагонетки цепным толкателем проталкивают по каналу сушильных камер.

При использовании формовочной смеси состава 1 (см. табл. 2) высушенные камни непосредственно в кассетах подвергаются упрочнению в слабощелочном растворе по методу Ю. Е. Пивинского и др. [8]. В этом случае требуется дополнительная сушка изделий в течение 8—10 ч.

Готовые изделия маркируются и укладываются в штабеля. Характе-

ристики готовой продукции приведены ниже.

Свойства стеновых камней, изготовленных на основе кремнеземистых вяжущих суспензий	Предел изменения показателей свойств
Открытая пористость, %	9—16
Водопоглощение, %	4,5—8
Камушавая плотность, кг/м ³	2000—2200
Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см ²)	10(100)—15(150)
Морозостойкость, циклы замораживания-оттаивания	15—60
Теплопроводность, Вт/м·°С	0,8—1,1

Стеновые камни, изготовленные на основе КВС, выпускают с пустотностью 15—20 %. Их масса — 17—18 кг.

Для выпускаемой продукции разработаны технологические карты на все переделы и временные технические условия «Камни стеновые на основе кремнеземистых вяжущих суспензий».

Отличительной особенностью

нового производства строительных материалов являются: экологическая чистота, применение серийно выпускаемого оборудования при ограниченном числе единиц требуемых технологических агрегатов, отсутствие пыления вследствие преобладания мокрых процессов на всех переделах, полная механизация с пультовым управлением за исключением выгрузки готовой продукции.

Площадь основного производства — 500 м². Установочная мощность электрооборудования — 409 кВт, потребляемая мощность — 180—200 кВт/ч.

При выпуске 5 млн. шт. усл. кирпича в год себестоимость 1000 шт. усл. кирпича составляет 900—1050 р. в ценах по состоянию на 1.05.1992 г. В настоящее время выпускаемая продукция реализуется потребителю и используется преимущественно при возведении малоэтажных жилых зданий и хозяйственных построек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пивинский Ю. Е., Бевз В. А., Митякин П. Л. Основные принципы получения высококонцентрированных суспензий кварцевого песка // Огнеупоры. 1979. № 3.
2. Высококонцентрированные керамические вяжущие суспензии. Механизм и особенности структурообразования при высыхании / Ю. Е. Пивинский, С. Г. Семикина, Ф. С. Фаллаи, М. А. Трубицын // Огнеупоры. 1989. № 5.
3. Пивинский Ю. Е. Основы технологии керамобетона // Огнеупоры. 1983. № 8.
4. Немац И. И., Трубицын М. А., Саушкин В. А. Безобжиговые фасонные огнеупоры на основе шамотно-кварцевых вяжущих композиций // Огнеупоры. 1989. № 10.
5. Керамические вяжущие, керамобетоны и перспективы их применения в металлургии.— В сб. докладов ВНТС.— М.: Черметинформация. 1990.
6. Разработка, внедрение и служба безобжиговых кварцевых огнеупоров / Ю. Е. Пивинский, Т. И. Литовская, О. Н. Самарина и др. // Огнеупоры. 1989. № 9.
7. Пивинский Ю. Е. Керамические вяжущие суспензии и керамобетоны.— М.: Металлургия, 1990. С. 272.
8. Пивинский Ю. Е., Бевз В. А., Попильский Р. Я. Получение безобжиговых керамических материалов путем упрочнения кидическим активированием контактных связей // Огнеупоры. 1981. № 4. С. 50—56.

**Воронежский
инженерно-
строительный
институт**

*предлагает
повысить
квалификацию*

Для специалистов дорожно-строительных и других организаций, настроенных на реализацию комплекса мер по повышению производительности асфальтобетонных заводов, экономии топливно-энергетических ресурсов и снижению количества вредных выбросов в атмосферу, читается курс лекций «Эксплуатация асфальтобетонных заводов при высоких требованиях к расходованию топливно-энергетических ресурсов в условиях рыночной экономики».

Курс лекций рассчитан на 15 часов и включает следующие разделы:

1. Подготовка жидкого топлива к сжиганию;
2. Регулирование тепловых режимов в топках сушильных агрегатов асфальтобетонных заводов;
3. Охрана окружающей среды от вредных выбросов;
4. Экономия топливно-энергетических ресурсов;
5. Стандартные приборы для теплотехнических измерений.

Обращаться по адресу: 394006, Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84, корп. 1, ВИСИ.
Кафедра деталей машин и механического оборудования.

Телефакс: 57-59-18

УДК 691.621.795

Е. Д. БЕЛОУСОВ, канд. техн. наук, Ю. И. КАРМАЗИН, канд. техн. наук,
Е. А. ШАФОРОСТОВ, инж., А. А. СУСЛОВ, канд. техн. наук (ВИСИ)

Новые отделочные материалы в решении градостроительных проблем

Преподавательскому коллективу и студентам — будущим архитекторам на архитектурном факультете Воронежского инженерно-строительного института приходится работать над многочисленными вопросами своего региона, не решенными пока на этой территории: расселенческими, градостроительными, эстетическими, связанными с формированием архитектурной среды. Определяется сфера проектных работ и научных исследований.

Дипломное и курсовое проектирование осуществляется, как правило, на реальной основе. В нем уделяется большое внимание возрождению градостроительной культуры; возрождению и целесообразному использованию историко-архитектурного наследия, реконструкции сложившейся среды, поиску образной выразительности сооружений, проектируемых для специфических природно-климатологических условий.

Наряду с традиционными по своим функциям сооружениями появились объекты с новым для нашего времени содержанием. Так, по заданию главного архитектора г. Воронежа были разработаны ярмарочно-выставочный комплекс, бизнес-центр, универсальный культурно-зрелищный комплекс с выставочной зоной и др.

В ответ на обращение Областного отдела архитектуры студентами выполнены эскизные проекты необычных типов сооружений для крупных сел и малых городов, в которых функции жилья совмещены с помещениями общественного на-

значения: поликлиники-квартиры, магазина-квартиры, детского сада-квартиры, клуба-квартиры и др. (рис. 1—3).

В Воронежском регионе появились новые села со своеобразной планировочной организацией, со-

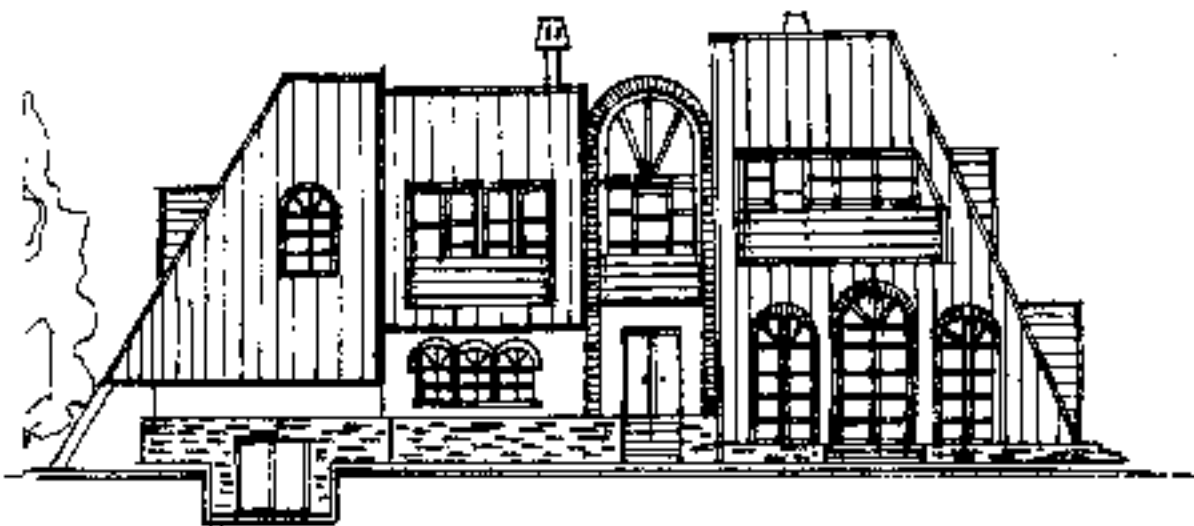


Рис. 1. Детский сад-квартира

Рис. 2. Магазин-квартира

Рис. 3. Мотель-квартира



временным решением центра. Но даже в этих позитивных решениях вопросы колористики прорабатываются интуитивно. Колористика исторически сложившихся сел, их традиции почти полностью утеряны. Все это предопределило создание методики комплексного оформления градостроительной системы, что подразумевает одновременное проектирование всех ее структурных элементов: региона, населенного пункта, планировочного комплекса, отдельных сооружений.

Такая методика была внедрена в институте «ЦИРАгропромпроект» и применяется в проектировании. Осуществлена также в объединении «Воронежагропромстрой» совместная разработка «Цветовое оформление и использование новых цветных покрытий в индустриальной отделке жилых домов и общественных зданий». Важный элемент в этой работе — создание для сел региона новых эффективных отделочных материалов на основе современных технологий их изготовления.

Новые декоративно-отделочные покрытия разработаны на кафедре строительных материалов ВИСИ и предназначены для наружной и внутренней отделки зданий как в заводских, так и в построечных условиях. Применение их основано на методике комплексного цветного оформления, разработанного на архитектурном факультете.

Отделочные композиции представляют собой пастообразные суспензии грубодисперсного наполнителя и пигмента в водном растворе концентрированных стоков пленкообразных латексов. Стоки латексных смесей образуются на заводах синтетического каучука при производстве товарных латексов и в процессе промывки из-под них емкостей. Технология концентрирования латексных стоков до 20—25 % (по сухому веществу) разработана Воронежским филиалом ВНИИСК им. С. В. Лебедева.

Полиминеральные отделочные композиции применены в объединении «Воронежагропромстрой» для отделки малоэтажных сельских домов, построенных из сборного железобетона.

А. с. 1648918 СССР, МКИ с 08 в 26/04. Композиция для фасадной отделки строительных конструкций / А. А. Суслов, С. А. Салтыков, О. А. Чернушкин, Л. И. Адомян, Г. Н. Иванов // Открытия. Изобретения. 1991. № 18.

РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ

ПРОИЗВОДСТВА СТРОИМАТЕРИАЛОВ

УДК 666.945.2.002.8+666.873.6.002.8

В. В. ВЛАСОВ, канд. техн. наук, доцент (ВИСИ), Б. Х. БЛАЕВ, канд. техн. наук, директор А. Г. ШЕВКОПЛЯС, зам. начальника технического отдела (Тырныаузский вольфрамомолибденовый комбинат)

Строительные материалы на основе отходов вольфрамомолибденового комбината

В процессе вскрышных работ, добычи руды, извлечения вольфрама и молибдена на комбинате образуется большое количество техногенных отходов. Вскрышные материалы отсыпаются в отвалы, а отходы обогащения складировуются в хранилищах. Отходы представляют собой рыхлозернистые материалы дисперсностью 900—1000 см³/г, насыпной плотностью 1400—1450 кг/м³ с большим содержанием частиц менее 0,05 мм. В них содержится около 62 % диоксида кремния, более 10 % оксидов кальция и магния и около 13 % полуторных окислов.

На кафедре строительных материалов была изучена возможность получения силикатного кирпича и ячеистого бетона на основе отходов комбината. В исследованиях использовались известь гашеная и негашеная комовая, гипсовое вяжущее, туф и пумицит (смесь пепла и туфа).

Известно, что свойства силикатного кирпича в значительной мере зависят от качества кремнеземистого компонента, активности и влажности шихты, давления прессования, длительности и температуры автоклавной обработки. Изучение влияния этих факторов на прочность при сжатии сырца и силикатного кирпича показало, что независимо от содержания извести и влажности шихты прочность сырца выше необходимой для успешной работы автоматов-укладчиков ($P=0,4$ МПа) и достигает 0,8 МПа. Высокая прочность, по-видимому, связана с рациональным зерновым составом шихты.

Наибольшая прочность кирпича при сжатии (14,9 МПа) получена в образцах, изготовленных на осно-

ве шихты, содержащей 9 % СаО и имеющей формовочную влажность 10 %. Однако кирпич на основе мелкодисперсных отходов имеет низкий коэффициент размягчения (менее 0,7) и невысокую морозостойкость (до 15 циклов), что связано как с зерновым, так и химическим составом отходов.

Для изменения зернового состава кремнеземистого компонента и увеличения его активности в состав шихты вводился пумицит, месторождения которого расположено рядом с комбинатом. Состав и свойства образцов, выдержавших 25 циклов замораживания, представлены в табл. 1.

Как показали исследования, введение в состав шихты немолотого пумицита положительно сказалось как на прочности, так и на морозостойкости материала. Так, прочность при сжатии в водонасыщенном состоянии в зависимости от активности шихты и ее влажности изменялась от 10 до 15 МПа, а морозостойкость этих образцов была более 25 циклов. Причем, после 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания в образцах ряда серий (128, 155) прочность осталась неизменной. Структура силикатного камня, как показал рентгеноструктурный и дифференциально-термический анализ, представлена гидросиликатами, гидроалюмосиликатами, карбонатами кальция и минералами α -кварца, средняя плотность кирпича в зависимости от состава шихты изменялась от 1650 до 1750 кг/м³.

Выполненные разработки использованы при организации производства силикатного кирпича на комбинате.

Таблица 1

Шифр серий	Массовая доля CaO + MgO, %		Массовая доля воды в смеси, %	Прочность при сжатии, МПа		Потери прочности после испытания на морозостойкость, %
	в вяжущем	в смеси		водонесущих образцов	после испытания на морозостойкость	
153	40	11	8	13,3	12,9	3
154	То же	То же	10	11,9	10,7	10
155	"	"	13	13,3	13,2	—
121	"	7	10	10,8	9,7	10
122	"	7	10	13	10,2	21
126	"	11	8	14,2	11,7	18
127	"	То же	10	15	13,3	11
128	"	"	13	14,8	14,7	—

Примечание. Крупность зерен пумицита составляла 0—5 мм, а его доля в кремнеземистом компоненте — 5 % (остальное — отходы). Давление прессования во всех сериях составляло 15 МПа.

Таблица 2

Массовая доля составляющих, %	Массовая доля в КМК туфа и отходов, %		Дисперсность отходов, см ² /г	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность при сжатии, МПа	
	известь по CaO	гипс				отходы
20	2	остальное	1000	1167	40	9,4
					60	10,8
					80	6,4
20	2	остальное	2500	1190	40	14,2
					60	13,5
					80	12,1
17	2	остальное	3500	1230	40	20,1
					60	24
					80	21,7
20	2	остальное	3500	1219	40	17,2
					60	20,8
					80	19,4
23	2	остальное	3500	1195	40	18,4
					60	26,1
					80	22,3
23	2	остальное	5000	1169	40	14,8
					60	19,1
					80	16,6

Таблица 3

Шифр серий	В/Т	Температура воды, °С	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность влажных образцов, МПа	
				при изгибе	при сжатии
1—13	0,48	37	600	1,1	3,3
1—10	0,5	37	650	1,2	2,6
1—11	0,5	41	540	0,8	3
1—20	0,5	42	566	0,9	2,8
1—18	0,52	44	540	1	2,5
1—19*	0,53	47	580	1,1	2,6
1—22**	0,5	44	568	1,1	3,3

Примечания. * При изготовлении ячеистого бетона использовались молотые влажные отходы. ** В вяжущем часть молотых отходов заменена немолотыми (10 % — немолотыми, 90 % — молотыми).

Была изучена также возможность получения ячеистого бетона на основе отходов комбината. Как показали исследования, прочность

+8+2,5 ч) при давлении 0,8 МПа. Вяжущее готовилось перемешиванием в мельнице предварительно размолотых компонентов. Установлено, что введение пумицита в состав вяжущего позволяет повысить прочность микроциклата до 16 МПа. Более существенное повышение прочности дает добавка туфа (табл. 2).

Наиболее высокая прочность (24—26,1 МПа) получена в образцах, содержащих 40—60 % отходов дисперсностью 3500 см²/г, гипса — 2 % и негашеной извести (по CaO) — 17 и 23 %. Уменьшение или увеличение содержания гипса приводит к падению прочности микроциклата.

Для получения ячеистого бетона, исходя из исследований микроциклата, а также на основании предварительно выполненных исследований, был выбран следующий состав вяжущего: известь негашеная (по CaO) — 17 %, гипс — 2 %. Доля отходов комбината в составе кремнеземистого компонента составляла 60 %, а их дисперсность — 3500—4000 см²/г. Дисперсность туфа была 4500—6000 см²/г. Автоклавная обработка ячеистого бетона велась 12 ч (1,5+8+2,5) при P=0,8 МПа.

При изготовлении ячеистого бетона варьировались: начальная температура воды и ее содержание. Свойства ряда составов ячеистого бетона представлены в табл. 3.

Полученные образцы ячеистого бетона имели довольно высокую прочность при сжатии и при изгибе. Усадка ячеистого бетона от влажного (W=3—5 %) до сухого состояния колебалась от 1,2 до 1,7 мм/м. Образцы выдержали 35 циклов попеременного замораживания и оттаивания. Минералогический состав межпорового материала ячеистого бетона представлен гидросиликатами кальция (тоберморит), гидроалюминатами кальция, кальцитом и гидроалюмосиликатами кальция.

Таким образом, на основе тонкодисперсных отходов Тырныузского вольфрамомолибденового комбината возможно получение силикатного кирпича марок 75—125 и ячеистого бетона плотностью 600 кг/м³ и прочностью при сжатии 2,5—3,5 МПа.

Асфальтобетон с применением отходов шлаковатного и литейного производств

В производстве асфальтового бетона минеральный порошок полидисперсного состава является важнейшим структурообразующим компонентом материала. Вместе с битумом минеральный порошок образует структурированную дисперсную систему, выполняющую роль связующего в асфальтовом бетоне.

При определенной концентрации минерального порошка резко уменьшается толщина битумного слоя на поверхности его частиц, что приводит к высокой степени структурирования битума, а следовательно, к упрочнению контактов между зернами. В качестве минерального порошка в асфальтовом бетоне наряду с тонкоизмельченными известняками и доломитами используют различные отходы промышленности.

Наиболее распространенным отходом промышленности являются корольки и обрезки шлаковаты. Измельченные до тонкости, определяемой стандартом, такие отходы можно применять в качестве минерального порошка для асфальтобетона [1]. На Новолипецком заводе минераловатных изделий и строительных материалов количество корольков достигает 30 т в 1 сут.

Корольки образуются из шлаков доменного производства и в размолотом состоянии обладают гидравлическими вяжущими свойствами. Гидравлическая активность размолотых корольков составляет при содержании воды в количестве

14 % 1,5—1,7 МПа, при 16 % — 1,2—1,6 МПа.

Свойства минеральных порошков из корольков: плотность — 2,93 г/см³; объемная масса — 1,86 г/см³; пористость — 35,6 %; битумоемкость — 45,34 %; гидрофильность — 0,8.

Свойства минеральных порошков из обрезков шлаковаты: плотность — 2,76 г/см³; объемная масса — 1,78 г/см³; пористость — 35,62 %; битумоемкость — 61 %.

На основе природного песка, шлакового щебня с минеральным порошком из обрезков шлаковаты и из корольков и обрезков шлаковаты были приготовлены асфальтобетонные смеси и определены их физико-механические свойства (см. таблицу).

Из данных таблицы следует, что асфальтобетоны с минеральным порошком из корольков и обрезков шлаковаты при содержании битума марки БНД-60/90 — 6 и 7 % отвечают требованиям стандарта и имеют хорошие показатели деформационной устойчивости и водостойчивости.

Наряду с минеральным порошком для приготовления асфальтобетонных смесей использовали обрезки шлаковаты в неизмельченном состоянии в количестве 1—3 %. Асфальтобетонные смеси с добавкой неизмельченных обрезков шлаковаты в покрытие выполняют роль структурно-армирующей добавки.

Практика показала, что асфальтобетонное покрытие, в котором

использовались смеси, приготовленные с минеральным порошком из отходов измельченной и неизмельченной шлаковаты, является сдвигоустойчивым.

Проведены также исследования по определению физико-механических свойств асфальтобетонных смесей, в которых применены минеральные порошки, активированные небольшой добавкой коксовой пыли [2]. Коксовая пыль — продукт отсева кокса может выполнять роль структурирующей добавки в асфальтовых бетонах. Она влияет на структуру битума, способствуя переходу его из объемного в структурированное состояние. Таким образом, коксовая пыль выполняет роль регулятора свойств битума и, следовательно, асфальтобетона.

Пылевидные частички кокса, равномерно распределенные по поверхности минерального порошка, способствуют также равномерному распределению битума на зернах минерального материала и переходу его в состояние диффузно-сольватированных оболочек. Следовательно, благодаря коксовой пыли образуются хемосорбционные связи, прочно соединяющие пленку битума с поверхностью частицами минерального порошка.

При хемосорбции адсорбированный битум претерпевает химические изменения, при этом у границы раздела фаз плотность и вязкость битума имеют повышенные значения. Если минеральные частицы связаны между собой в результате контакта структурированных оболочек битума, то достигается наиболее прочное их сцепление.

Структурирование битума позволяет предельно уменьшить его количество в свободном состоянии. Избыточное же содержание битума в асфальтобетоне делает покрытие пластичным, способствует появлению в нем сдвиговых деформаций.

Структурирующие добавки в составе асфальтобетона существенно улучшают эксплуатационные его свойства, а именно:

упрочняют структурированную дисперсную систему битума;

Состав асфальтобетонной смеси	Плотность, г/см ³	Водонасыщенность, % по объему	Набухание, % по объему	Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре, °С			
				20	20 _{ва}	50	0
Песок — 80 %, минеральный порошок из корольков — 20 %, битум марки БНД-60/90 — 6 %	2,29	2,2	0,37	2,5	4,4	1,3	4,8
Песок — 80 %, минеральный порошок из обрезков шлаковаты — 20 %, битум марки БНД-60/90 — 6 %	2,27	2,16	0,38	2,6	2,6	1,1	5,5
Щебень шлаковый Новолипецкого металлургического завода фракции 5—20 мм — 55 %, песок — 32 %, минеральный порошок — 13 %, битум марки БНД-60/90 — 6 %	2,31	3,4	0,19	2,3	2,2	1,2	4,9

повышают плотность и снижают водопроницаемость;

уменьшают старение битума в асфальтовом бетоне;

повышают водо- и морозоустойчивость.

Асфальтобетон с использованием активированного минерального порошка — с содержанием 10 % коксовой пыли имеет лучшие механические свойства, чем у асфальтобетона, в котором применен неактивированный минеральный порошок.

Исследовались асфальтобетонные смеси с применением доменного шлака, песка, битума и минерального порошка — измельченных корольков в смеси с коксовой пылью. Добавка коксовой пыли составляла 3,5 и 10 % массы измельченных корольков.

Чтобы установить оптимальное количество битума, в асфальтобетонной смеси были изготовлены составы с содержанием вяжущего 5, 6, 7 % сверх минеральной части. Затем определяли оптимальное количество добавки коксовой пыли. Наилучший показатель прочности при сжатии был у асфальтобетона с 6 % битума марки БНД-60/90.

Поскольку мы применили порошки, которые ранее в практике дорожного строительства не использовались, решили определить физико-механические свойства асфальтобетона после 28-дневного насыщения его водой.

Уже 4-суточное насыщение водой образцов из асфальтобетонных смесей, приготовленных из шлакового щебня и песка с минеральным порошком из корольков, благотворно сказалось на их прочности при сжатии. Образцы, полученные с использованием вязкого битума марки БНД-60/90, шлакового щебня, песка и шлакового минерального порошка после длительного водонасыщения сохраняли высокие значения физико-механических свойств.

Определены также свойства образцов из асфальтобетонных смесей с применением минерального

порошка из отходов шлаковатного производства после 25—50 циклов замораживания-оттаивания. Сравнение полученных результатов со свойствами эталонных образцов показало, что образцы из асфальтобетонной смеси, приготовленной с использованием минерального порошка из корольков, активированных 10 % коксовой пыли, и доменного шлака выдержали 25 и 50 циклов замораживания-оттаивания. При этом они имели хороший внешний вид и достаточно высокую прочность при сжатии.

Плотность образцов всех составов асфальтобетонной смеси после замораживания-оттаивания выше, чем у эталонных образцов. Это свидетельствует о том, что в асфальтовом бетоне, приготовленном на минеральном порошке, обладающем гидравлическим вяжущим свойством, при замораживании-оттаивании происходят процессы структурообразования, армируются поры в шлаковых зернах и в асфальтовом бетоне кристаллогидратными новообразованиями. Часть пор становится не доступной или малодоступной для миграции воды. Этот вывод подтверждается и тем, что водонасыщение асфальтобетонных образцов после циклов замораживания-оттаивания оказывается меньше, чем у эталонных образцов, не подвергшихся такому испытанию.

Прочность при сжатии исследуемых асфальтобетонных образцов при температуре 0° после замораживания-оттаивания, как правило, ниже, чем у эталонных образцов. Исключением являются образцы, сформованные из песчаных асфальтобетонных смесей, в которых прочность при сжатии после циклов замораживания-оттаивания несколько выше, чем у эталонных образцов. Это, видимо, можно объяснить несколько повышенным содержанием минерального порошка по сравнению с таковым у образцов, сформованных из смеси других составов.

Прочность при сжатии асфальтобетонных образцов при темпера-

туре 50 °С, сформованных из всех составов асфальтобетонных смесей, после замораживания-оттаивания отвечает требованиям стандарта и составляет 1,1—1,3 МПа.

Снижение прочности при сжатии асфальтобетонных образцов при 0 °С после циклов замораживания-оттаивания по сравнению с таковым показателем эталонных образцов свидетельствует о повышенной деформационной способности первых.

Минеральный порошок из отходов шлаковатного производства в заводских условиях приготавливали в шаровых мельницах Липецкого завода минераловатных изделий и строительных материалов. Основной задачей было использовать отход шлаковатного производства для приготовления минерального порошка, благодаря чему достигается несколько целей — сделать само производство безотходным, обеспечить защиту окружающей среды от загрязнения, снизить себестоимость и повысить качество асфальтобетонной смеси, увеличить срок службы дорожного покрытия.

Наблюдения в течение 10 лет показали, что асфальтобетонное покрытие с использованием минерального порошка из отходов шлаковатного производства по основным физико-механическим свойствам отвечает требованиям ГОСТ 9128—84. Исключение составляет показатель водонасыщения, который несколько выше, чем требует стандарт. Однако, учитывая, что шлаковый материал хорошо взаимодействует с водой, это обстоятельство следует рассматривать не как недостаток, а лишь как свойство асфальтобетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. № 10000447 СССР, МКИ С 08 95/00. Асфальтобетонная смесь / Г. А. Расстагеева, С. И. Самодуров, А. Г. Лепехин, И. Ф. Смурьгин // Б. И. 1983. 1983. № 6.
2. А. с. № 715530 СССР, МКИ С 04 В 13/30, С 08 L 95/00. Асфальтобетонная смесь / С. И. Самодуров, Г. А. Расстагеева, Ю. В. Тезиков, В. А. Князев, С. А. Милевский // Б. И. 1980. № 6.

УДК 664.971.6

Б. М. КИПНИС, канд. техн. наук, Л. С. ВАНАСЕЛЬЯ, канд. техн. наук,
В. Р. КЛАУСОН, инж. (НПО «Дезинтегратор»)

О перспективных направлениях применения дезинтеграторов в различных технологиях

В период с 1975 по 1991 гг. в НПО «Дезинтегратор» разработано и изготовлено более 350 исследовательских дезинтеграторных установок и более 700 различных промышленных и опытно-промышленных дезинтеграторов (в том числе и комплексные линии) — всего 1099 шт. для измельчения, механоактивации, механомодификации компонентов, приготовления и гомогенизации порошковых и жидких систем.

В дезинтеграторах частицы порошковых материалов подвергаются в основном высокочастотному (частота 10^3 — 10^5 Гц) ударному воздействию (со скоростями обычно от 50 до 250 м/с) при ограниченном числе ударов (число рядов роторов обычно не превышает 8), а жидкие системы испытывают главным образом сдвиговые воздействия на рабочих поверхностях роторов (с градиентом сдвига обычно 10^2 — 10^3 м/с·см).

Дезинтеграторные установки отличаются высокими производительностью и энергонапряженностью, мобильностью (при необходимости), непрерывностью действия. Процессы, происходящие в них, поддаются автоматизации. Установки хорошо komponуются с традиционными дозаторами, сепараторами, измельчителями и реакторами.

Исследовательские дезинтеграторные установки (обычно производительностью от 1 до 20 кг в 1 ч) применяются для изучения физики и кинетики разрушения твердых частиц материала, а также для получения электрофизических, механоактивационных, механохимических и технологических эффектов, проявляющихся вследствие ударного воздействия на различные вещества и системы. Проанализирована зависимость вели-

чин этих эффектов от режимов дезинтеграторной обработки.

В исследовательским дезинтеграторным установкам можно обрабатывать при скоростях удара до 400 м/с несколько одновременно дозируемых компонентов в техническом вакууме или в газовой среде заданного состава. Установки могут быть оснащены пусковой аппаратурой, задающей и поддерживающей частоту вращения роторов с точностью ± 1 с⁻¹, системой определения расходуемой на обработку мощности (энергии), а также сепараторами и приборами приема и отбора проб.

В настоящее время определена перспективность применения промышленных дезинтеграторных установок производительностью от 10 до 80 т в 1 ч в различных технологиях для решения следующих задач:

измельчение материалов, в частности с целью получения продуктов заданной дисперсности или удельной поверхности: минеральных наполнителей, известняка, доломита, гипса, мела, извести, ферросплавов, алюмосиликатных ката-

лизаторов нефтепереработки, металлических сплавов, компонентов радиокерамики и других веществ, используемых, например, в микро-фармацевтической и химической промышленности, легкоплавких материалов — олигомеров и полимеров и т. д.;

селективное измельчение руд и композиционных полимерных материалов (отходов фольгированных стеклопластиков, органо-пластиков, резинотехнических изделий), нарушение целостности клеточной стенки (обработка микробиологических объектов);

дезагломерация порошков (наполнителей, красителей), разрушение спеков (SiC), удаление окисной пленки (с никелевых сплавов), разволокнение материалов (отходов фатра, войлока из полимерных волокон);

гомогенизация смесей, в том числе с одновременным измельчением компонентов (в изготовлении строительных материалов, приготовлении комбикормов, водотопливных суспензий и эмульсий, порошковых и жидких красок, суспендированных удобрений), с введением в систему микродобавок, в том числе за счет продуктов износа конструктивных материалов дезинтегратора или



Рис. 1. Исследовательская лабораторная дезинтеграторная установка



Рис. 2. Лабораторный дезинтегратор

насыщения жидкой системы кислородом (при биочистке сточных вод);

улучшение физико-технических показателей жидких систем (снижение вязкости, повышение стабильности) и порошков (заданное изменение формы частиц ферромагнетиков, компонентов порошковой металлургии, увеличение сыпучей массы, сыпучести);

механоактивация реагентов (в производстве силикальцита, тампонажных материалов, буровых растворов, фосфорных удобрений, формовочных материалов) и катализаторов (например, алюмоокисных катализаторов, применяемых в химической промышленности). Механоактивация заключается в увеличении свободной энергии вещества вследствие нарушения его структуры (аморфизация, возникновение новых дислокаций, микротрещин, уменьшение размера блоков мозаики), возникновения электрических зарядов, свободных радикалов, химических групп, нарушения стехиометрии состава. Механоактивация в технологиях может реализоваться в уменьшении продолжительности и температуры процесса (производство катализаторов, керамики, снижении полимерных материалов, изделий порошковой металлургии), в возможности замены или в снижении количества дефицитных компонентов (в производствах стекла, тампонажных и формовочных материалов);

механомодификация поверхности наполнителей, катализаторов, сорбентов совместно с обрабатываемыми компонентами, веществом газовой среды и проведение в дезинтеграторе механохимических реакций (синтез модификатора для резины из порошковых уротропина и резорцина с выходом комплекса 65—85 %).

В ряде технологий используются такие особенности дезинтеграторной обработки, как возможность транспортировать создаваемым роторами газовым потоком порошковый материал из рабочей зоны на высоту до 5 м (производство извести, гипса, мела, карбонатных порошков, комбикормов, порошковой краски), минимальное (не более чем на 2—3 %) изменение степени кристалличности (что позволяет сохранить структуру при получении порошковых аморфных никелевых сплавов), удаление из обрабатываемых материалов некоторого (обычно не

более 3—5 %) количества влаги, остатков растворителей.

В отдельных случаях могут быть применены такие технологические приемы, как подача компонентов на различные ряды рабочих элементов, что позволяет обеспечить для них различную интенсивность обработки, получать бимодальные распределения гранулометрического состава, проводить многоступенчатые механохимические реакции; обработка предварительно нагретых или охлажденных компонентов (например, охлаждение до -78 К полимеров позволяет в 2—5 раз увеличить степень измельчения); введение добавок для улучшения измельчаемости ряда полимерных материалов, препятствующих сплавлению тонких фракций, например, для полиэтиленоксида — уротропин. Причем оптимальное количество добавки соответствует величине, достаточной для образования его монослоя на поверхности частиц полимера; применение в виде добавки воды (в количестве 1—5 %) при высокоэнергетической обработке ($E_n = 40—120$ кВт·ч на 1 т) отходов композиционных полимерных материалов, в первую очередь, резины с целью снижения температуры последних за счет испарения воды, а также уменьшения пожароопасности и взрывоопасности процесса.

Применимость дезинтеграторов в промышленных технологиях в определенной мере ограничивается в следующих случаях:

измельчение порошковых материалов в микронной и субмикронной областях;

обычно низкая эффективность измельчения тонкодисперсных (размер частиц менее 10 мкм), пластичных и эластичных тонких листовых (толщина менее 1 мм) или волокнистых (с длиной волокна менее 10 мм) материалов;

при твердости обрабатываемых материалов свыше 5—6 единиц по шкале Мооса;

в случае большого исходного размера частиц (более 20—50 мм) материала. Хотя, например, для отходов композиционных материалов, с точки зрения свойств получаемых продуктов, иногда целесообразно обрабатывать куски размером 40 мм и более;

исходя из надежности и долговечности промышленного дезинтеграторного оборудования в основном целесообразно применять роторы большой рядности и

и проводить обработку материалов при высоких скоростях ударов v и удельных энергозатратах F_n . Например, в случае обработки относительно абразивных материалов на дезинтеграторах сравнительно большой производительности (Q больше 3—5 т в 1 ч) обычно применяют 3—5-рядные роторы, v — менее 200 м/с и E_n — не более 25 кВт·ч на 1 т при однократной обработке. При циркуляционной нагрузке с использованием сепаратора E_n — не более 75 кВт·ч на 1 т. Для относительно неабразивных материалов и дезинтеграторов малой производительности l — обычно не более 8; v — не более 250 м/с; E_n — при однократной обработке не превышает 60 кВт·ч на 1 т;

обработка легко структурирующихся жидких систем (например, краски МА-25). В случае присутствия в краске тяжелых наполнителей (например, барита) возможно ее расслоение;

когда, исходя из экономических соображений, не удастся сочетать требования низкой производительности установок (Q — менее 0,1 т в 1 ч) с большим исходным размером частиц (крупнее 20—30 мм).

Дезинтеграторы внедрены сегодня в следующих технологиях:

в производстве силикальцита — бесцементного строительного материала (в бывшем СССР работают 13 силикальцитных заводов);

в изготовлении различных тампонажных материалов;

при приготовлении и регенерации буровых растворов;

в приготовлении комбикормов и протеинового концентрата (в хозяйствах различных регионов работают 222 дезинтеграторные установки);

в измельчении, в частности криогенном, различных полимеров: полиэтилена, сэвилена, полиамидов, полиакриламида, полиоксипропилена, полиакриланитрила;

в измельчении гранулированных металлов и сплавов (титана и хрома, никеля, латуни, аморфных сплавов), а также стружки металлообработки;

в производстве паст азопигментов и красильных растворов, минеральных наполнителей, карбонатных, фосфоритных и суспендированных удобрений, формовочных материалов, ряда фармацевтических препаратов.

В стадии промышленных испытаний находятся дезинтеграторные технологии измельчения различ-

ных полимеров и олигомеров, отходов композиционных полимерных материалов, металлических сплавов, алюмоокисных катализаторов, компонентов, применяемых в производствах ферромагнетиков, керамических материалов, в химической промышленности.

На различные дезинтеграторные

технологии и установки получено более 60 авторских свидетельств на изобретения и 24 патента во Франции, Великобритании, Испании, Австрии, Японии, США.

Разработано и изготовлено более 30 дезинтеграторных установок (из них 15 исследовательских) для фирм и исследователь-

ских центров НРБ, Венгрии, Чехословакии, Германии, Австрии, Финляндии, Канады.

В 1991 г. НПО «Дезинтегратор» изготовило в рамках договоров для различных организаций 148 дезинтеграторных установок (в том числе исследовательских — 43).

УДК 624.13

Б. С. ОДИНГ, канд. техн. наук (ВИСИ)

С целью экономии материалов в фундаментостроении

В фундаментостроении в основном применяются тяжелый бетон и железобетон. Так как объемы бетонных работ в этой области большие, требуется значительный расход цемента на их выполнение. Чтобы его сократить, предложены конструкции фундаментов, позволяющие экономить дефицитный строительный материал.

В основе новых конструктивных решений фундаментов — анализ напряженно-деформированного состояния грунта, конструкции фундамента, а также условий, в которых работают отдельные его детали.

Верхнюю часть фундамента, расположенную у поверхности земли, в зоне сезонного увлажнения и промерзания грунта следует выполнять из тяжелого бетона, а при значительных нагрузках — с расчетным армированием. Нижней своей частью фундамент заглублен в грунт, и строительный материал, из которого он изготовлен, находится в благоприятных условиях, а напряжения в заглубленных конструктивных элементах фундамента намного меньше, чем на обрезах. Поэтому в качестве строительного материала для нижней части фундамента можно использовать цементогрунт.

Опираясь на известный опыт [1] применения цементогрунта в фундаментостроении, специалисты предложили использовать цементогрунт в нижней части ствола буровой сваи (рис. 1) при устройстве его уширения. Для этого была разработана оригинальная конструкция навесного оборудования

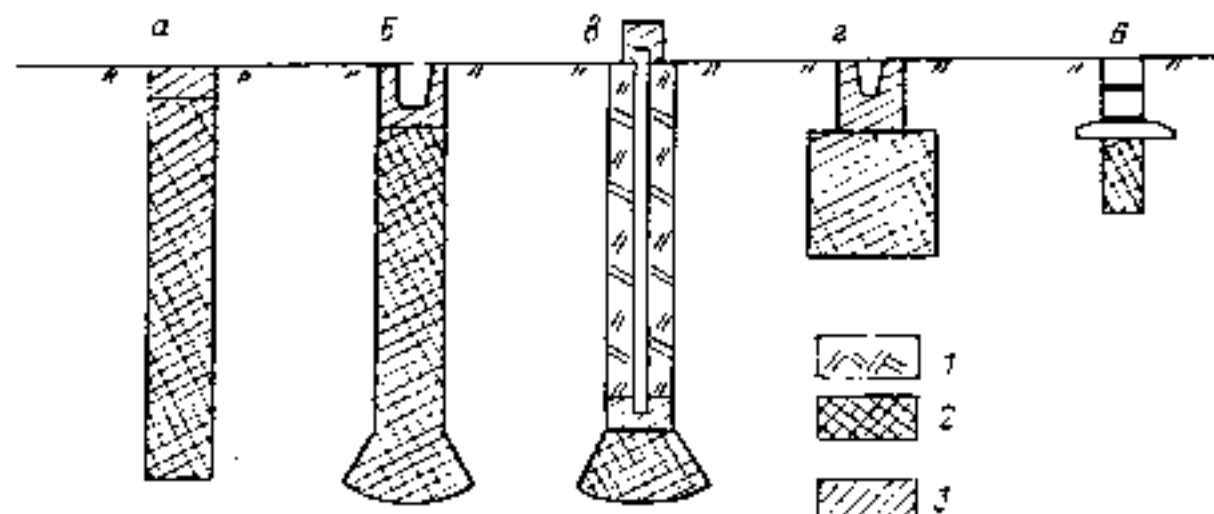


Рис. 1. Фундаменты с грунтобетоном в нижней части

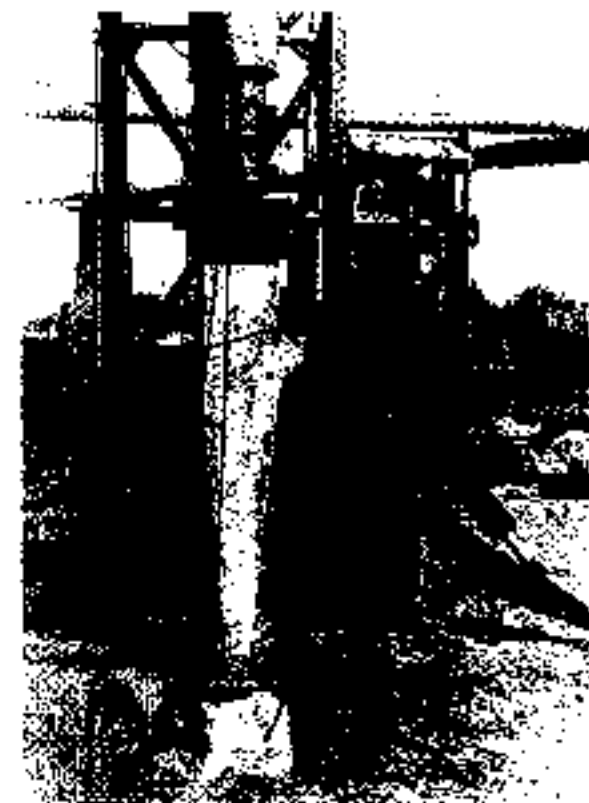
а — буровая свая; б — буровая свая с уширением; в — та же с уширением и сборным железобетонным столбом; г — столбчатый фундамент; д — ленточный фундамент

Рис. 2. Конструкция навесного оборудования к ямобуру, позволяющего уширять ствол сваи и перемешивать цементогрунтовую смесь непосредственно в скважине

1 — насыпной грунт; 2 — грунтобетон; 3 — железобетон

к ямобуру (рис. 2). Цементогрунт укладывали также в опорной плите столбчатого фундамента и под сборными блоками ленточного фундамента (см. рис. 1).

В нижней части фундамента можно уложить глинистый грунт, перемешанный с раствором силиката натрия плотностью $1,25 \text{ г/см}^3$ [2]. Временное сопротивление сжатию такого материала составляет до $40\text{--}70 \text{ кгс/см}^2$.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Токин А. Н. Фундаменты из цементогрунта. — М.: Стройиздат, 1984.
2. Алексеев В. М., Липсон Г. А. Влияние концентрации силиката натрия на прочность закрепления лессовых пород нарушенной структуры. — Сб. трудов «Механика грунтов, основания и фундаменты». ВИСИ. — Воронеж: 1975. Вып. 2.

© Одинг Б. С., 1993

УДК 69+21.002.803.12

Н. И. МОТОРНЫЙ канд. геол.-минерал. наук (Институт литосферы Российской Академии наук)

Совершенствование экономической оценки месторождений природного облицовочного камня

Геолого-экономическая оценка месторождения является неотъемлемой частью геологоразведочных работ на всех стадиях. В задачу такой оценки входит определение качества сырья, его количество, горно-геологических условий разработки, целесообразности переработки. Геолого-экономическая оценка должна дать ответ, является ли залежь полезного ископаемого месторождением и целесообразно ли ее эксплуатировать или реконструировать. На основании геолого-экономической оценки — оценочных (браковочных) кондиций утверждаются запасы месторождения.

Государственным балансом запасов полезных ископаемых в Российской Федерации на 1.1.1991 г. учтено 114 месторождений природного облицовочного камня. Из общего числа месторождений, стоящих на балансе, разрабатывается меньше половины. Это связано с тем, что большинство геологоразведочных работ велось за счет государственных дотаций.

В условиях развивающейся экономической и финансовой самостоятельности организаций и предприятий геологоразведочные работы будут проводиться, очевидно, за счет средств заказчика, а не госбюджетных, как это было раньше. В связи с этим геологоразведочные организации в скором времени вынуждены будут проводить только те изыскания, какие пользуются спросом. Через некоторое время геологоразведочным организациям будет целесообразно иметь некоторый «запас» разведанных или предварительно оцененных месторождений, чтобы обеспечить стабильные условия своего существования как экономической единицы.

Таким образом, информация о разведанных месторождениях в скором времени будет выставляться на

рынок, как любой другой товар. Как у обладателя такой информацией, так и у покупателя возникнет ряд вопросов, в частности о цене и ценности месторождений. Со временем цены на такую информацию о месторождениях будут регулироваться по законам рынка, на основе соотношений спроса и предложений.

На начальном этапе необходимо наметить путь, который позволит установить ценность месторождения (информацию о месторождении) в денежном выражении. На ее основе в последующем может определяться цена месторождения, как товара.

Денежная оценка дает некоторый показатель ценности месторождения в денежном выражении. Поскольку такой показатель будет определяться для месторождений на основе однотипного подхода (т. е. в равнозначных условиях), то это позволит проводить сравнительный анализ месторождений, различающихся по типу полезных ископаемых, качеству сырья, горно-геологическим условиям разработки.

Определение денежной оценки месторождений подразумевает в дальнейшем сумму платежей за них. Плата за месторождение (в полном смысле этого слова) может рассматриваться в трех аспектах:

плата за информацию о месторождении, подразумевающая компенсацию затрат на геологоразведочные работы и включающая денежную оценку его ценности;

плата за пользование недрами; стоимость горно-добывающего предприятия при необходимости его продажи (или выкупа).

Каждая из последующих приведенных выше сторон денежной оценки месторождений является следствием предыдущей и включает ее.

В нашу задачу на данном этапе входит определение денежной стоимости месторождения, что явилось бы основой для назначения в последующем платы за информацию о месторождении, за пользование недрами и определения, если требуется, стоимости горно-добывающего предприятия. Это актуально в первую очередь для месторождений природного облицовочного камня. Широкая их распространенность, достаточно простая технология добычи и переработки камня, высокая стоимость сырья, дефицитность изделий из природного камня, относительно невысокие начальные капиталовложения и др. делают эту сторону горно-добывающей отрасли весьма перспективной для организации небольших предприятий — частных, кооперативных, акционерных и т. д.

В условиях, когда отсутствует коммерческий подход к экономической оценке и несовершенно ценообразование, многие месторождения природных облицовочных материалов, высокодекоративных или уникальных по блочности, ставятся на один уровень с рядовыми.

Для определения показателя расчетной денежной оценки месторождения (R_p) достаточно популярна формула, которая приводится в работе С. С. Бондаренко, Л. А. Лубенского, Г. В. Куликова [1]:

$$R_p = \sum_{t=1}^T \frac{Z_t - C_t}{(1 + E_{\text{кп}})^t} - \frac{K}{T_c} \sum_{t=1}^{T_c} (1 + E_{\text{кп}})^t; (1)$$

где T — срок отработки запасов, считая от года начала эксплуатации; Z_t — суммарная ценность годовой продукции, исчисляемая в оптовых ценах или замыкающих затратах года; C_t — эксплуатационные затраты (включая отчисления на реновацию) в t -ом году; $E_{\text{кп}}$ — норматив приведения разновременных затрат, принимаемый в размере 0,08; T_c — срок строительства предприятия; K — сумма первоначальных капиталовложений.

Показатель R_p предлагается для выбора оптимального варианта оконтуривания запасов, техники и технологии разработки месторожде-

ний. Первую часть формулы можно использовать для оценки стоимости полезного ископаемого в недрах.

Формулой (1) можно пользоваться и при расчетах показателя денежной стоимости месторождений природного облицовочного камня после некоторых дополнений и уточнений:

стоимость продукции, даже если она рассчитывается по замыкающим затратам, должна учитывать стоимость всех полезных компонентов, которые могут быть получены при вскрыше и разработке месторождения;

стоимость продукции следует определять с учетом конъюнктуры внутреннего и внешнего рынков;

в капитальных вложениях должны быть предусмотрены затраты на обеспечение экологически чистого производства;

должны быть учтены затраты, требующиеся на рекультивацию земель, вовлеченных в хозяйственную деятельность.

При экономических расчетах необходим учет фактора времени, что достигается дисконтированием суммы годовой прибыли по общепринятой формуле сложных процентов за весь срок строительства и эксплуатации горно-добывающего предприятия (формула 1). Это объясняется ухудшением с течением времени горно-геологических условий отработки — сначала добываются лучшие части запасов, а с течением времени — все более бедные, увеличивается глубина горных выработок, повышаются доля непроизводительных затрат, себестоимость продукции.

Для месторождений природного облицовочного камня сказанное менее актуально, поскольку в силу специфики производства добычных работ практически исключается возможность выборочной отработки более богатых участков. Меньшее значение имеют и другие факторы, ухудшающие горно-геологические условия разработки месторождений с течением времени.

Исходя из изложенного выше, целесообразно норматив приведения разновременных затрат $E_{ин}$ взять равным 0,03. С учетом этого формула (1) примет вид:

$$R_p = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{Z_t - C_t}{(1 + E_{ин})^t} - \frac{K}{T_c} \sum_{t=1}^T (1 + E_{ин})^t - \frac{P}{T_c + T_A} \sum_{t=1}^{T_c + T_A} (1 + E_{ин})^t$$

$$- \frac{P}{T_c + T_A} \sum_{t=1}^{T_c + T_A} (1 + E_{ин})^t; \quad (2)$$

где P — затраты на рекультивацию; T_A — срок ликвидации предприятия.

С развитием рыночных отношений потенциальному покупателю, помимо ценности месторождения, общего уровня прибыли, которые можно будет получить при реализации продукции, важно знать, какова доля непроизводительных затрат в денежной стоимости месторождения. Наглядно это можно представить в виде такого коэффициента, как показатель уровня рентабельности месторождения K_p . Формула для расчета коэффициента уровня рентабельности месторождения K_p может иметь следующий вид:

$$K_p = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{Z_t - C_t}{(1 + E_{ин})^t} - \frac{K}{T_c} \sum_{t=1}^T (1 + E_{ин})^t - \frac{P}{T_c + T_A} \sum_{t=1}^{T_c + T_A} (1 + E_{ин})^t}{\sum_{t=1}^T \frac{Z_t - C_t}{(1 + E_{ин})^t}} \quad (3)$$

В качестве примера приводим несколько ориентировочных расчетов денежной оценки месторождений (табл. 1, 2), соответствующих по условиям разработки наиболее известным.

Ценность месторождения природных облицовочных материалов соответственно и показатель его денежной оценки зависят в первую

Таблица 1

Характеристика месторождения	Показатели для			
	горно-геологического типа месторождения			
	Кувалы	Кубик-Кордон	Уфалей	Всая Горы
Запасы полезного ископаемого $A + B + C_1$, тыс. м ³	19 210	24 943	2 603	2 792
Блочность, %	92	80	56	32
Выход блока, %	31	33	25	32
Годовой объем добычи товарных блоков, тыс. м ³	10	10	10	10
Расчетный выход блоков при оптимальной системе добычных работ, %	60	45	35	25
Годовой объем добычи горной массы, тыс. м ³	17	22	30	40
Декоративность камня в баллах	26	33	23	35
Ориентировочная стоимость единицы продукции (на 1.05.1992), тыс. р. за 1 м ³	3	8	3	8
Стоимость продукции, выпускаемой за 1 г. млн. р.	30	80	30	80
Выход попутного сырья, тыс. м ³	5	10	17	25
Стоимость попутного сырья, получаемого за 1 г. млн. р.	0,8	1,5	2,6	3,8
Итого: объем годовой продукции, млн. р.	30,8	81,5	32,6	83,8
Капиталовложения в строительство, млн. р.:				
участков добычи	10	20	18	25
дорог	6	40	7	9
цеха переработки отходов	0,5	1	0,8	2
в разработку экологических мероприятий	2	3	2	3
Итого:	18,5	64	27,8	39
Соприженные капиталовложения, млн. р.:				
на жилищное строительство	20	35	20	25
на прочие сопутствующие работы	5	8	7	8
Примечание. Сроки строительства и ликвидации объекта составили по 2 г. для всех типов горно-геологических месторождений.				
Всего первоначальных капиталовложений, млн. р.	43,5	107	54,8	72
Эксплуатационные затраты, млн. р. в 1 г. на:				
добычу	10	17	20	34
транспортирование	2	8	4	6
переработку попутного сырья	0,4	0,8	1,2	1,8
экологические мероприятия	2	3	2	2
возмещение стоимости ГРП	1	2	1	1
Итого годовых затрат	15,4	30,8	28,2	44,8
Расчетный срок эксплуатации, годы	1130	1136	79	70
Затраты на рекультивацию земель, вовлеченных в промышленное пользование, и возмещение ущерба, млн. р.	60	20	40	10
Прибыль, млн. р.:				
годовая	15,4	42,7	4,4	39
за весь срок эксплуатации	17 402	48 507	348	2130
Срок окупаемости капиталовложений, годы	3	2,5	12,5	2
Показатель расчетной денежной оценки месторождения (при $E_{ин} = 0,03$), млн. р.	418,71	1306,96	43,18	1054,14
Коэффициент рентабельности месторождения, K_p	0,81	0,92	0,33	0,93

Таблица 2

Расчетные показатели дисконтирования при $E_{\text{ин}} = 0,03$							
t	$r^{1,03}$	$r^{-1,03}$	$\sum_{t=1}^i r^{-1,03}$	t	$r^{1,03}$	$r^{-1,03}$	$\sum_{t=1}^i r^{-1,03}$
1	1,03	0,97		20	1,81	0,55	14,87
2	1,06	0,94	1,91	30	2,43	0,41	19,53
3	1,09	0,92	2,83	40	3,26	0,31	23,01
4	1,13	0,88	3,71	50	4,36	0,23	25,65
5	1,16	0,86	4,57	60	5,89	0,17	27,58
6	1,19	0,84	5,41	70	7,92	0,13	29,03
7	1,23	0,81	6,22	79	10,33	0,1	30,14
8	1,27	0,79	7,01	90	14,3	0,07	30,95
9	1,3	0,77	7,78	100	19,22	0,05	31,52
10	1,34	0,75	8,53	200	369,36	$2,7 \times 10^{-4}$	33,4
11	1,38	0,72	9,25	300	$7,1 \times 10^3$	$1,4 \times 10^{-4}$	33,49
12	1,43	0,7	9,95	400	$1,4 \times 10^5$	$7,3 \times 10^{-6}$	33,49
13	1,47	0,68	10,63	500	$2,6 \times 10^6$	$3,8 \times 10^{-7}$	33,49
14	1,51	0,66	11,29	600	5×10^7	$2,0 \times 10^{-8}$	33,49
15	1,56	0,64	11,93	700	$9,7 \times 10^8$	1×10^{-9}	33,49
16	1,6	0,62	12,55	800	$1,9 \times 10^{10}$	$3,4 \times 10^{-11}$	33,49
17	1,65	0,61	13,16	900	$3,6 \times 10^{11}$	$2,8 \times 10^{-12}$	33,49
18	1,7	0,59	13,75	1130	$3,2 \times 10^{14}$	$3,1 \times 10^{-15}$	33,49
19	1,75	0,57	14,32	1136	$3,8 \times 10^{15}$	$2,6 \times 10^{-15}$	33,49

очередь от качества товарных блоков, которые могут быть получены при эксплуатации месторождения. Месторождения природного облицовочного камня с лучшими декоративными свойствами и, следовательно, имеющего более высокую цену, массивы горных пород которых позволяют добывать большие по размерам блоки, имеют соответственно более высокий показатель денежной оценки.

Геолого-экономическая оценка месторождений природного облицовочного камня в настоящее время основана на определении количества горной массы, пригодной для получения блоков, и процента выхода товарной продукции из этой горной массы [2]. Выход продукции (выход блоков) принимается на основе данных опытного карьера. Такие данные о выходе блоков и основанные на них последующие расчеты корректны в пределах геологически однородного блока.

Выход блоков из массива зависит от структуры сети трещин, свойственной массиву месторождения. В реальных условиях большинство месторождений характеризуется неравномерным распределением параметров трещиноватости даже в пределах литологически и фациально однородного пласта. Связано это, очевидно, с тем, что любая трещиноватость является следствием напряжений, превышающих пластическую прочность материала.

Поскольку абсолютную однородность напряжений, возникающих в горной породе, предположить трудно в силу уже первоначальной, естественной неоднородности самой горной породы и тех условий, в

которых эта горная порода находится, следует ожидать и неоднородности трещиноватости такой горной породы.

Особенно чувствителен к малейшему изменению структуры сети трещин и увеличению интенсивности трещиноватости такой параметр массива горных пород, как выход блоков. Даже в пределах массива месторождений габбро и лабрадоритов Украины, сформировавшихся в относительно спокойных платформенных условиях и считающихся эталоном однородности по геологическому строению, довольно значительны колебания блочности массива [3].

Так, по данным наших исследований, на Слободском месторождении лабрадоритов показатель блочности в пределах контура запасов может колебаться от 20 до 100 %, на месторождениях анортозитов Северо-слободском — 10—90 %; Головинском — 10—100 %, Слипчицком — 20—100 %, Каменный Брод — 10—90 %, Быстриевском — 20—90 %, Федоровском — 0—90 %.

В связи с вышеизложенным при геолого-экономической и денежной оценке месторождений природных облицовочных материалов такой показатель, как выход блоков, целесообразно определять не только на основе данных проходки опытного карьера, но и в их взаимосвязи с естественной блочностью массива месторождения.

Как показывают исследования, более рациональна оценка естественной блочности массива на основе корреляционных отношений с линейными параметрами блоков естественных отделенностей [4].

Для получения надежного результата расчетной величины, необходимо обеспечить достоверность данных колонкового бурения. С этой целью нами разработаны новая технология бурения скважин, позволяющая без дополнительных устройств и приспособлений получать ненарушенный керн, а также специальные приемы каротажа скважин, благодаря которым можно фиксировать единичные трещины и зоны трещиноватости.

Для ускорения громоздких вычислений блочность массива можно рассчитывать на компьютере достаточно простого класса типа ДВК.

В сложных условиях при оценке месторождений, крайне неоднородных по трещиноватости и блочности, целесообразно проводить геолого-технологическое картирование на основе оценки блочности [5].

Достоверная оценка естественной блочности массивов месторождений природного камня, геолого-технологическое картирование неоднородных массивов позволяют получить достаточно точную цифру денежной оценки таких месторождений.

Денежная оценка месторождения природного камня по предлагаемой выше схеме позволит уменьшить существующие противоречия в развитии сырьевой базы и будет способствовать производству высококачественных декоративных природных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондаренко С. С., Дубенский Л. А., Кулик Г. В. Геолого-экономическая оценка месторождений подземных промышленных вод. М.: Недра, 1988.
2. Борзунов В. М. Разведка и промышленная оценка месторождений нерудных полезных ископаемых. М.: Недра, 1982.
3. Моторный Н. И., Агеев С. Г. Совершенствование методов освоения месторождений габбро-лабрадоритов // Строит. материалы. 1991, № 6.
4. Моторный Н. И. Методы оценки блочности массивов облицовочного камня. М.: ВНИИЭСМ, 1986. Сер. 7. Вып. 12.
5. Моторный Н. И., Пазаров П. И., Серский В. Н. Технологические требования к оперативному картированию массивов карьеров природного камня при его добыче // Строит. материалы. 1987, № 4.

В. И. РЕЗВАНЦЕВ, канд. техн. наук, В. Г. ЕРЕМИН, канд. техн. наук, Е. В. МАТВЕЕВ, канд. техн. наук (ВИСИ), В. К. БАТУРИН, директор Воронежского филиала ГипродорНИИ, А. И. НАЙДЕНОВ, заместитель начальника объединения «Воронежавтодор»

Комплексное применение местных материалов при проектировании и строительстве автомобильных дорог

Развитие сети автомобильных дорог с твердым покрытием во многих областях России, и в частности в Центральном Черноземье, сдерживается дефицитом кондиционных каменных материалов и вяжущих веществ. В период перехода к рыночным отношениям, когда разрываются ранее установившиеся связи, увеличиваются транспортные расходы и сокращается использование для дорожного строительства привозимых из других регионов материалов, особую значимость для повышения темпов строительства автомобильных дорог и снижения затрат на него приобретает комплексное применение местных материалов и отходов промышленности в производстве конструкций дорожных одежд.

В настоящее время на стадии проектирования автомобильных дорог местные материалы региона для их покрытий используются всего лишь в пределах 30 %, а для устройства оснований — до 60—70 %.

При строительстве автомобильных дорог доля применения местных материалов увеличивается на 5—10 % благодаря накопленному опыту строительных организаций и пересогласованию проектных решений, что вызвано такими обстоятельствами, как:

неравномерность распределения местных материалов и отходов промышленности по территории Центрально-Черноземных областей;

отсутствие в проектных организациях обобщенных данных о наличии и расположении взаимозаменяемых местных материалов и отходов промышленности, а также расчетных характеристик конструктивных слоев дорожных одежд из таких материалов;

слабое взаимодействие между областными дорожно-строительными организациями в передаче опыта применения местных мате-

риалов, в создании баз по их добыче и переработке, а также отходов промышленности. Кроме того, нет научно обоснованных рекомендаций по конструированию дорожных одежд с применением местных материалов.

Кафедрами проектирования и строительства автомобильных дорог ВИСИ более 20 лет ведутся исследования различных местных материалов и отходов промышленности Центрально-Черноземных областей с целью использования их в дорожном строительстве. Значительная часть результатов этих исследований доведена до стадии внедрения в производство.

В последние годы накопленные данные исследований обобщены в каталогах местных материалов и отходов промышленности для дорожного строительства в Белгородской, Воронежской, Курской и Липецкой областях [1—4].

Материалы 123 разновидностей с характеристиками основных свойств, а также сведения об их запасах или текущем выходе могут быть подразделены на три группы: I — местные материалы естественных горных пород; II — минеральные отходы промышленности; III — органические отходы промышленности.

По степени изученности и условиям использования в конструкциях дорожных одежд местные материалы и отходы промышленности относятся: к применяемым без ограничения во всех слоях дорожных одежд на основе существующих стандартов — 22 вида местных материалов в основном естественных горных пород; к применяемым для устройства верхних асфальтобетонных слоев на основе существующих стандартов с предварительной обработкой или обогащением, а также без обогащения для дорог низших категорий — 58 видов местных материалов и отходов промышленности; к применяемым для устрой-

ства оснований дорожных одежд на основе существующих стандартов — 51 вид местных материалов и отходов промышленности.

Для 6 видов местных материалов и отходов промышленности разработаны и утверждены технические условия и рекомендации. Материалы 10 разновидностей еще требуют дополнительных исследований возможности применения их в дорожном строительстве. Таким образом, проведенный анализ местных материалов и определение возможности их использования в дорожных одеждах показывают, что уже на стадии проектирования таковых можно почти полностью отказаться от применения привозных материалов для дорожного строительства в Центрально-Черноземных областях.

Однако следует отметить, что местные материалы и отходы промышленности неравномерно распределены по Центрально-Черноземным областям. Сравнительно благополучными с точки зрения наличия месторождений каменных материалов являются Белгородская, Липецкая и Воронежская области. Недостаточно каменных материалов в Курской области, практически они отсутствуют в Тамбовской области.

Надо сказать, что при сложившейся практике централизованного распределения материальных ресурсов дорожные организации почти не получали высокопрочных каменных материалов, несмотря на то, что в Центрально-Черноземных областях они есть.

В условиях развития рыночных отношений есть перспектива получения дорожными организациями прочных каменных материалов. Хотя решить проблему обеспечения каменными материалами дорожного строительства можно только путем кооперации на основе объединения средств и усилий областных дорожно-строительных организаций. Такие средства целесообразно включить в развитие существующих и разработку новых, уже разведанных, карьеров каменных материалов. В этом деле поможет наработанный опыт по технологии применения малопрочных каменных, шлаковых материалов и отходов камнедробления.

Существенное снижение затрат на дорожное строительство можно получить при оптимизации конструкций дорожных одежд. В настоящее время работа конструкторов

ционных слоев дорожных одежд из местных материалов не рассматривается в комплексе с работой под нагрузкой конструкции в целом. Не решены вопросы выбора и совместной работы местных материалов в основании и покрытии. В то же время проведенные исследования и длительные наблюдения за опытными участками позволяют выявить закономерности и особенности работы конструкций дорожных одежд. Так, конструкции полностью выполненные из слоев на основе шлаковых материалов (шлаковое основание и шлаковый асфальтобетон) намного более долговечны, чем конструкции, состоящие из слоев, устроенных из материалов различной природы.

При более длительном процессе формирования шлаковых асфальтобетонов уменьшается трещинообразование на покрытии при цементосодержащих слоях оснований по сравнению с сочетанием асфальтобетон в покрытии — гранитный щебень в основании.

Содержание небольших доз гранулированного шлака (до 20 %) в основании позволяет значительно повысить их несущую способность,

если они устроены из малопрочных известняков. Шлаковые асфальтобетоны, обладающие повышенной шероховатостью, позволяют отказаться от поверхностной обработки покрытий.

Разработаны оптимальные конструкции дорожных одежд, которые приводятся в каталогах местных материалов и отходов промышленности.

Для решения в целом проблемы обеспечения дорожного строительства Центрально-Черноземных областей материалами в настоящее время для данного региона создается комплексная математическая программа применения местных материалов, в которой использован опыт проектной организации (ГипродорНИИ), строительных организаций (областные управления дорог) и разработок Воронежского инженерно-строительного института. Программа включает следующие подсистемы:

I — банк данных о наличии и возможности получения местных материалов и отходов промышленности;

II — конструкции дорожных одежд на основе местных материалов для дорог I—V техниче-

ских категорий;

III — особенности технологии строительства дорожных одежд на основе местных материалов и отходов промышленности.

Выполнение такой программы будет способствовать значительному увеличению применения местных материалов, повышению темпов строительства автомобильных дорог и экономии средств: на 5—10 % на стадии проектирования и на 15—20 % на стадии строительства дорожных одежд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каталог местных каменных материалов и отходов промышленности для дорожного строительства Белгородской области с примерами конструкций дорожных одежд. Минавтодор РСФСР.— М.: 1987.
2. Каталог местных каменных материалов и отходов промышленности для дорожного строительства Воронежской области с примерами конструкций дорожных одежд. Минавтодор РСФСР.— М.: 1986.
3. Каталог местных каменных материалов и отходов промышленности для дорожного строительства Курской области с примерами конструкций дорожных одежд. Минавтодор РСФСР.— М.: 1989.
4. Каталог местных каменных материалов и отходов промышленности для дорожного строительства Липецкой области. Минавтодор. РСФСР.— М.: 1984.

ТЕПЛОВАЯ ОБРАБОТКА БЕТОНОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ТОК-1000

Тепловая обработка железобетонных изделий с помощью теплогенератора ТОК-1000 с устройством доувлажнения теплоносителя применяется для ускорения процесса твердения бетона при изготовлении железобетонных изделий.

Теплогенератор ТОК-1000 представляет собой форсуночный теплообменник, состоящий из питающего водопровода с регулятором расхода воды, водоподогревателя и форсунки центробежного типа. Наилучший эффект достигается при подогреве воды, подаваемой на форсунку, до 80—90 °С. Достаточный эффект увлажнения можно получить и при подаче в форсунку холодной воды.

Устройство доувлажнения обеспечивает стабильный уровень относительной влажности теплоносителя — 35—40 % при температуре 90—95 °С и 55—60 % при температуре 80—85 °С. Влажосодержание повышается с 0,045 до 0,275 кг пара на 1 кг сухого теплоносителя.

Генератор ТОК-1000 пригоден для тепловой обработки изделий из легкого бетона любых форм и размеров. При производстве изделий из тяжелого бетона применение теплогенератора ограничено и зависит от модуля открытой поверхности, водоцементного отношения, продолжительности термообработки и т. д.

При применении теплогенератора ТОК-1000 с устройством доувлажнения отпадает необходимость строительства котельных и теплотрасс. Теплота от сгорания топлива передается бетону непосредственно, что позволяет в 2—3 раза снизить его расход. Повышено качество изготавливаемых железобетонных изделий.

Разработчики —

Е. И. Шмитко, С. В. Черкасов
(кафедра технологии
вяжущих веществ
и бетонов ВИСИ).

Адрес института:

394006, г. Воронеж,
ул. 20-летия Октября, д. 84.
Телефон 57-52-35.

УДК 691.664.661.2

В. Г. ПЛЕХАНОВ, д-р физ.-мат. наук (НПО «Дезинтегратор»)

Лазерный измеритель размеров частиц измельченных материалов

В практике измельчения материалов для контроля технологических процессов и оценки измельченного продукта — порошка обычно определяют три характеристики: распределение частиц по размерам, их удельную поверхность и форму. В некоторых случаях достаточно только количественная характеристика порошка, так называемая удельная поверхность, которую определяют как отношение суммарной площади поверхности частиц к единице массы или объема порошка (чаще применяют отношение площади поверхности к единице массы, выражаемое в $\text{м}^2/\text{г}$ или $\text{см}^2/\text{г}$).

Показатель удельной поверхности во многом зависит от метода ее определения, т. е. от того, насколько учитывается в том или другом методе измерения вклад от внутренней поверхности [1, 2] материала. Отношение величин внутренней поверхности к внешней может достигать иногда 100, но обычно редко превышает 5—15 [3].

Настоящий обзор посвящен рассмотрению нового метода определения возможного распределения частиц измельчаемого вещества по размерам — лазерной гранулометрии. Поэтому более подробно методы определения удельной поверхности порошка далее рассматриваться не будут. Ниже рассмотрим, как влияет форма частиц измельченного материала на результаты измерения распределения их по размерам. Перечислим некоторые традиционные альтернативные методы измерения дисперсности материалов. Укажем их достоинства и недостатки [1—7].

Следует отметить, что развитие в последнее время лазерных аналитических методов измерения дисперсности материалов [9] сильно стимулировало решение практических задач и реализацию программ в области экологии и глобальной климатологии [8, 9] с целью получения пространственно-временных карт распределения по размерам

аэрозолей и частиц пыли, особенно для промышленных районов [10].

Для одних технологических процессов результаты ситового отсева измельченных материалов являются достаточными и окончательными их характеристиками, для других — только предварительными промежуточными данными. Ситовой анализ может быть дополнен и развит данными таких методов исследований, как седиментационный, микроскопический и др. Однако ситовой анализ измельчаемого материала — это общепринятый классический метод изучения их гранулометрического состава. Что этот метод широко применим, подтверждает продолжающееся сегодня его совершенствование.

Разработаны удобные, компактные и эффективные просеиватели порошкообразных материалов. На смену традиционной технике механического встряхивания сит пришли новые методы их электромагнитной вибрации с регулируемой частотой и амплитудой колебаний. При этом сита совершают сложные перемещения по горизонтали и вертикали. Есть просеивающие аппараты, в которых используются звуковые колебания, наиболее применимые для мокрого отсева и прецизионных сит. Ряд ситовых установок снабжены специальными приспособлениями для ультразвуковой очистки сит, а также приставками для микроизмельчения материалов.

В стандартных ситах минимальные размеры ячеек сетки 40 мкм. Сита с сетками, имеющими меньшие размеры отверстий, до сих пор остро дефицитны.

Гранулометрический состав порошков с частицами размером более 40 мкм определяют ситовым анализом, а подситовые фракции, как правило, исследуют другими методами (например, седиментационным).

В практике исследований ультрадисперсных систем (УДС) или

ультрадисперсных порошков (УДП) применяют специальные, так называемые молекулярные сита [11] и также методы определения дисперсности порошков, как рентгено- и нейтронография, электрономикроскопия и др. Размеры частиц УДС, как правило, составляют 10—100 нм ($1 \text{ нм} = 10^{-9} \text{ м}$). В последнее время названные методы находят все более широкое применение в порошковой металлургии, производстве сверхпроводников, радиокерамики, диэлектриков, смазок, мембран, катализаторов и др.

Границы применения седиментационных методов лежат в области размеров частиц 0,5—10 мкм. Методы седиментационного анализа основаны на измерении либо кинетики накопления осадка, либо кинетики уменьшения плотности дисперсионной жидкости.

Процесс гидростатического взвешивания наиболее прост и универсален, поэтому в данном методе долгое время применяли приборы, основанные на измерении кинетики накопления осадка (по времени и массе). Кроме этих приборов, уже более двадцати лет применяют фотоседиментометры [4]. В фотоседиментометре параллельный пучок света (в последние годы используется лазерный источник света), пройдя кювету с измеряемым раствором (суспензией), фокусируется на фотоприемник (фотодиод, фотозлектронный умножитель и т. д.). По мере оседания частиц идет просветление раствора и линейно с этим растет ток фотодиода. Гранулометрический состав определяют по кинетике просветления суспензии (раствора).

Несмотря на простоту метода гидростатического взвешивания и приборов, продолжительность измерения, являющаяся основным его недостатком, как и ситового анализа, ограничивает применение этого метода для оперативного контроля процесса измельчения материалов.

Как выше отмечалось, подавляющее большинство применяемых в настоящее время методов и устройств для определения спектра размеров частиц основано на предварительном отборе и отделении мельчайшей части из исследуемого продукта. Это приводит к тому, что в ряде случаев функция распреде-

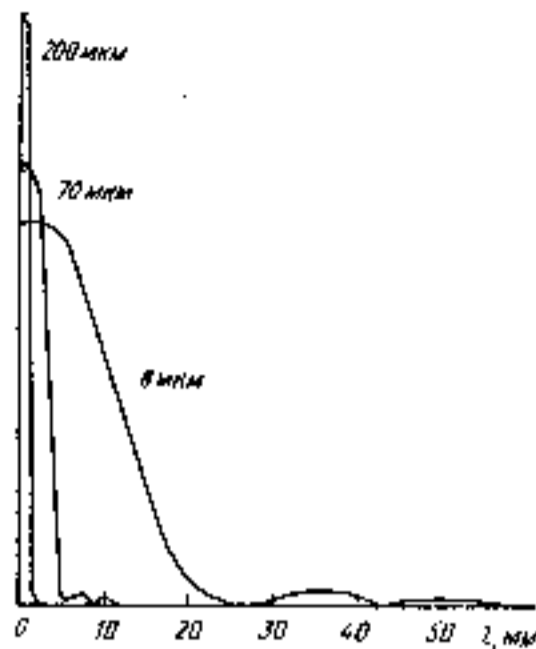


Рис. 1. Распределение интенсивности рассеянного света для трех монодисперсных распределений частиц (200, 70 и 8 мкм) как функция расстояния от центра (нулевого фотоприсыника)

ления частиц по размерам в отобранной пробе значительно отличается от оригинала. Естественно поэтому, что более предпочтительным является определение дисперсного состава частиц непосредственно в газовом потоке. Для этого наиболее подходит метод, основанный на измерении под малыми углами рассеянного частицами света.

В основе этого метода лежит явление дифракции света на материальных частицах, при этом на малых частицах свет дифрагирует на большие углы, а на более крупных частицах — на малые углы [12, 13], что иллюстрируется рис. 1. На этом рисунке представлено распределение интенсивности рассеянного света для трех монодисперсных распределений частиц, как функция расстояния (угла рассеяния) от центрального фотоприемника. Чем меньше размеры частиц, тем больше осциллирующая функция спада интенсивности рассеянного света в зависимости от угла наблюдения.

Действительно, если параллельный пучок света с длиной волны λ рассеивается на монодисперсном потоке частиц радиусом r , то распределение по углу β (его определение см. ниже) интенсивности рассеянного света (индикатрисса) при малых β определяется соотношением:

$$I(\beta) = I_0 r^2 \frac{I_1(q\beta)}{\beta^2}, \quad q = \frac{2\pi r}{\lambda}, \quad (1)$$

где I_0 — интенсивность света, падающего на кювету с аэрозолем; I_1 — функция Бесселя первого рода; $\beta \approx \frac{l}{F}$, где F — фокусное расстояние приемной линзы, а l — линейное расстояние от центра ла-

зерного луча до самого дальнего приемника.

Если же световой пучок проходит через слой различных по размеру частиц (в этом случае картина рис. 1 есть сумма всех амплитуд) с функцией распределения частиц по размерам $F(r)$, то индикатрисса рассеянного света имеет вид

$$I(\beta) = \frac{I_0}{\beta^2} \int_0^{\infty} F(r) r^2 I_1(q\beta) dr. \quad (2)$$

Отсюда видно, что измеренной функции $I(\beta)$ должно быть подобрано такое значение ядра (функции $F(r)$), которое тождественно бы удовлетворяло уравнению (2). Это частный случай обратной задачи [14, 15], когда по заданным условиям освещенности и распределения светового поля (измеряемая функция $I(\beta)$), т. е. известными считаются характеристики светового пучка до и после рассеяния, требуется определить физические свойства (размеры рассеивателей — частиц) объема вещества, в котором происходило рассеяние. В настоящее время существует достаточно много методов решения этих задач [14, 15] с применением преобразований Ханкеля и Абеля путем разложения в ряд по функциям Бесселя, а также преобразования Неймана-Ханкеля и т. д.

При решении этой задачи исходят из следующих требований.

1. Рассеяние света происходит безотносительно к другим частицам, т. е. не учитывается интерференция волн, рассеянных отдельными частицами. Это предположение обычно достаточно хорошо выполняется при расстоянии между частицами $l_{\text{проз}} \gg 1,8 \lambda$ [13], что с другой стороны обусловлено значением $l \gg 5\lambda$ (где λ — длина волны света), используемым в гранулометре.

2. Рассеяние однократно, т. е. частица участвует в процессе рассеяния единожды и не рассеивает свет, уже рассеянный другими час-

тицами. Критерием выполнения этого допущения является соотношение

$$D = \ln \frac{I_0}{I} \leq 0,3, \quad (3)$$

т. е. оптическая плотность исследуемых веществ (воздушных потоков, суспензий, растворов и т. д.) не должна превышать 0,3. Это условие связывает предел размеров измеряемых частиц с длиной волны излучателя и записывается как $q \geq 20$, т. е. $q_{\text{мин}} = 20$. Отсюда, используя второе соотношение (1), получаем:

$$q_{\text{мин}} = \frac{2\pi r_{\text{мин}}}{\lambda} = 20, \\ \text{тогда } r_{\text{мин}} = \frac{20\lambda}{2\pi}. \quad (4)$$

Из уравнения (4) видно, что минимальное значение радиуса измеряемой частицы превосходит в три с небольшим раза длину волны используемого света. Изложенные требования исходят из условий, когда пренебрегаем зависимостью от показателя преломления (учитываем влияния формы частиц, согласно литературным данным [13]).

В лазерном гранулометре (рис. 2) источником света является мало мощный ($2 \cdot 10^{-3}$ Вт) гелий-неоновый лазер, свет которого, пройдя расширитель луча и кювету с раствором (суспензией) или трубу с воздушно-пылевым потоком, в том числе потоком порошкообразного измельченного продукта, и приемную линзу, попадает на фотоприемник. В качестве фотоприемников используют либо фотоэлектронный умножитель (ФЭУ), либо линейку фотодиодов [16]. Число фотодиодов варьируется от 15 до нескольких сот.

От фотоприемников электрический сигнал поступает в электронную часть прибора, которая многожильной шиной соединена с электронно-вычислительной машиной. В данных исследованиях применяли машину типа IBM-PC AT 286.

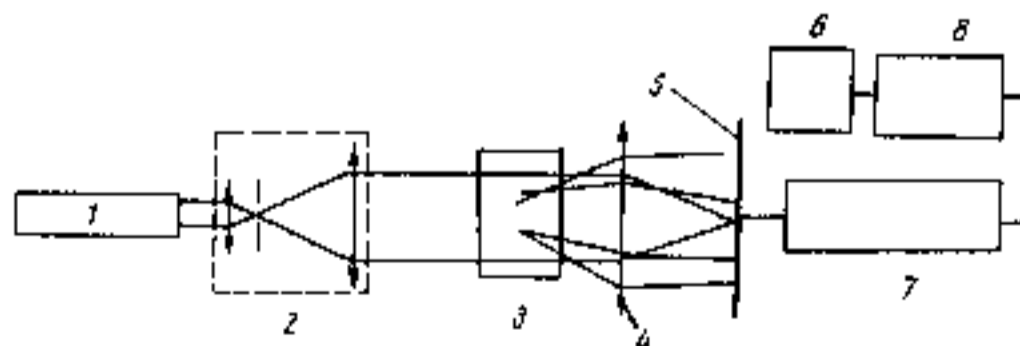


Рис. 2. Принципиальная схема лабораторного лазерного гранулометра

1 — лазер; 2 — расширитель луча; 3 — кювета; 4 — приемная линза; 5 — линейка фотоприемников; 6 — принтер; 7 — электронная часть прибора; 8 — электронно-вычислительная машина IBM-PC-AT-286

Характеристика лазерного гранулометра	Фирма «Малверн» (Англия)	Фирма «Фрич» (Франция)	Фирма «Шимадзу» (Япония)	Предложенная установка
Тип лазера, нм	He-Ne 632,8	He-Ne 632,8	П:п диод 780	He-Ne 632,8
Мощность, мВт	3	3	3	2
Число приемников, шт.	15-32	75-100	32	1-п. 100
Размер частиц, мкм	1-1500	0,4-800	0,1-45 1-150 5-500	1-600
Время измерения одного цикла, мин	2-5	-	-	До 2

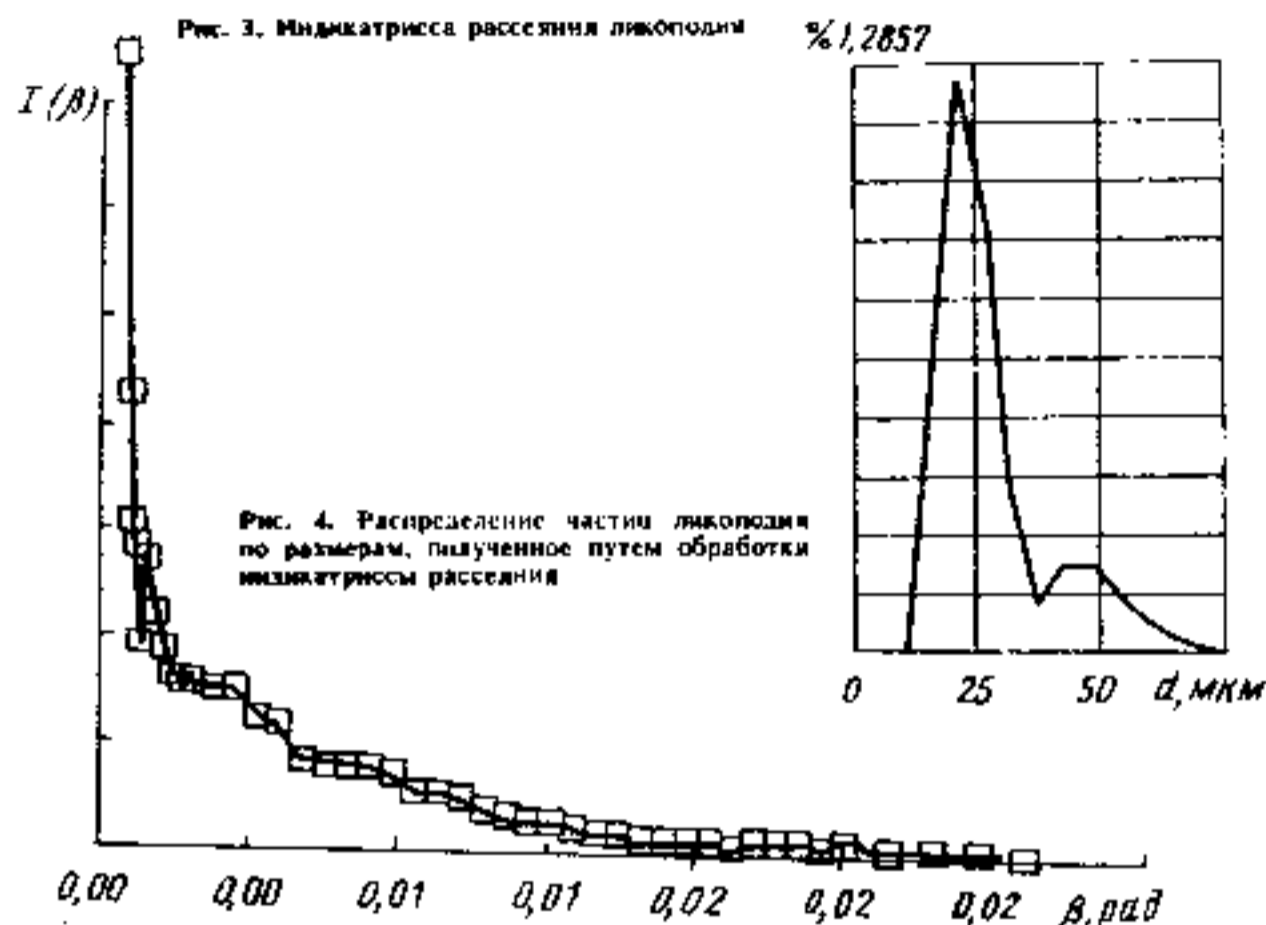


Рис. 3. Индикатресса рассеяния ликоподия

Рис. 4. Распределение частиц ликоподия по размерам, полученное путем обработки индикатрессы рассеяния

Поскольку использовалась линия He-Ne лазера с $\lambda=632,8$ нм, то $r_{\min} \approx 2$ мкм. Это нижний предел измерения. Верхний предел измерения определяется минимальным значением угла β , который является функцией фокусного расстояния приемной линзы и, следовательно, в первую очередь обуславливает базовые размеры прибора. Максимальный размер r_{\max} может быть определен из условия равенства нулю функции Бесселя первого рода, т. е. при $\beta r = 3,8$ [12]. Отсюда $r_{\max} = \frac{3,8}{\beta} \approx 250$ мкм, а первый фотоприемник должен располагаться в районе 30-40 мкм от центра лазерного луча. Для современных фотоприемников (миниатюрных размеров) это — легко достижимая величина.

Таким образом видно, что предложенная конструкция лазерного гранулометра позволяет перекрыть диапазон частиц размерами от нескольких единиц микрон до нескольких сотен (2-500 мкм).

В качестве примера на рис. 3 представлена индикатресса рассеяния ликоподия (многодисперсный с $r_{\text{сред}} \approx 22$ мкм) как функция угла

рассеяния β . Приведенные значения индикатрессы усреднены от многократного измерения. Здесь фотоприемником служили либо ФЭУ-106, либо линейка фотодиодов на 15 позиций. Рассчитанное из этой индикатрессы распределение ликоподия по размерам показано на рис. 4. Вместо 22 мкм имеется максимум основной в области 24 мкм и на порядок более слабый в области 43 мкм. По отношению площадей ошибка в измерении лежит в пределах 18-20%, что несколько выше средней ошибки для лазерных гранулометров, которая составляет ~10-12%. Это не предел, и ее величина может быть значительно снижена при надлежащем анализе измеряемой индикатрессы, равно как и при более полном учете рядов Ми [12-15].

Основные достоинства лазерного гранулометра по сравнению с другими методами и приборами контроля дисперсности измельченного материала состоят в следующем.

1. Многократный выигрыш во времени проведения анализа, позволяющий оценить его как экспресс-метод контроля тонины измельченного продукта. В современных гра-

нулометрах (см. таблицу) время одного цикла измерения составляет 2-5 мин, т. е. есть возможность дальнейшего сокращения.

2. Широкий диапазон измерения гранулометрического состава 0,1-1000 мкм, высокий к. п. д. прибора.

В практике исследований и в реальных условиях производства необходимая для контроля технологических процессов периодичность и частота измерений диктуют выбор приборов по точности и скорости измерений. Ряд приборов требует много времени как для подготовки их самих, так и проб (например, электронный микроскоп). После подготовки, которая подчас включает в себя и нулевой или градуировочный цикл измерения, сам процесс измерения и получения информации на дисплее или в виде распечатки на принтере происходит сравнительно быстро.

Выбор типа прибора обуславливается не только числом исследуемых проб, которое необходимо проанализировать в определенное время, но в большей степени требуемой точностью измерения. Немаловажное значение при этом имеют как стоимость прибора, так и трудозатраты обслуживающего персонала [16].

Предложенная нами конструкция лазерного гранулометра будет несколько дешевле зарубежных образцов, и ее применение при контроле тонины измельчаемого продукта непосредственно на выходе материала из измельчителей с возможностью регулирования с помощью ЭВМ режима работы измельчительного аппарата обеспечит значительную экономическую эффективность процесса и требуемое качество продукта.

Описанный выше метод лазерных исследований тонкодисперсных порошков имеет большую перспективу не только в области производства строительных материалов, но и в металлургической, химической, фармацевтической, пищевой и др. отраслях промышленности.

Более подробную информацию по лазерным гранулометрам можно получить по адресу: Эстонская Республика, Таллинн-38, а/я 2632.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fine Particle Processing, Vol. 1, New York, 1980.
2. Коузов П. А., Основы анализа дисперсного состава промышленных и измельченных материалов. — Л.: Химия, 1983.
3. Rose H. E. The Measurement of Particle Size in Very Fine Powders. Constable, London, 1953.

4. Рэйченко А. И. Введение в фотометрию металлических порошков. Киев: Наукова Думка, 1973.
5. Allen T. Particle Size Measurement. Chapman and Hall. - London, 1968.
6. Ходаков Г. С., Юдкин Ю. П. Седиментационный анализ высокодисперсных систем. — М.: Химия, 1981.
7. Xie G., Williams R. A., Simons S. J. R., Beck M. S., Bragg R. Meas. Sci. Technol. 1, N 11, 1990.
8. Стваницкий Г. В., Родионов А. И., Экология. — М.: Высшая школа, 1988.
9. Measures R. M. Analytical Use of Lasers in Remote Sensing, in Analytical Laser Spectroscopy, ed. Nicolo Omenetti, John Wiley and Sons, New-York, 1978.
10. Adarsh Deepak and Gator Valli, editors, «The International Global Aerosol Program» (IGAP). Plan: Overview, USA, August 1991.
11. Морхов И. Д., Петин В. И. и др. УФН, 1981; В. В. Панчикова, Журнал ВХО им. Менделеева. — М.: № 2, 1991.
12. Kerker M. The Scattering of Light and Other Electromagnetic Radiation, Academic Press, NY, 1969.
13. Bohren C. F., and Huffman D. R. Absorption and Scattering of Light by Small Particles, Wiley, N 9, 1983.
14. Примененке методов Фурье-оптики. Под ред. Г. Старха. — М.: Радио и связь, 1988.
15. Котлер В. В., Никольский И. В., Соifer В. А. Компьютерная оптика. Вып. № 9, 1991.
16. McFadyen P. Process Industry Journal. 1982.

СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ

Приморское производственное объединение «Бор» предлагает к использованию в качестве сырьевого компонента для изготовления некоторых строительных материалов крупнотоннажные отходы борной кислоты.

Отходы могут быть использованы в цементной промышленности в качестве регулятора схватывания цемента, в производстве гипсоцементно-песчаных вяжущих, в строительстве для изготовления штукатурных растворов марки М-10.

Для выработки стекла, стекловолокон эффективно применение бората кальция — высокоэффективного синтетического химического борпродукта $\text{CaB}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В Приморском производственном объединении «Бор» налажен крупнотоннажный выпуск этого продукта. Использование бората кальция придает готовому стеклу ряд ценных свойств: снижает коэффициент расширения и повышает термическую устойчивость, увеличивает химическую стойкость, улучшает механические и оптические свойства. Установлено, что наименьшие потери борного ангидрита при варке стекол наблюдаются при применении именно бората кальция.

Заинтересованные предприятия и организации могут обратиться по адресу: 692430, Приморский край, г. Дальнегорск, проспект 50 лет Октября, 116, Приморское ПО «Бор». Телефоны: 9-20-66, 9-20-36. Телегайн: АТ 213927 «Бор». Факс: 9-11-22.

© Сошкин И. Е., 1993

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

Углекислотное производство на известковых предприятиях

При производстве извести в атмосферу выделяется большое количество отходящих печных газов. Так, от одной наиболее распространенной в промышленности по производительности шахтной известкообжигательной печи мощностью 100 т извести в сутки при оптимальном режиме ее работы выбрасывается в атмосферу в зависимости от применяемого вида топлива и состава обжигаемого сырья до 280—300 т в сутки отходящих газов. Более половины этого объема составляют азот и водяные пары и в пределах одной трети или примерно 100 т в сутки составляет углекислый газ (CO_2).

Нетрудно представить, какой ущерб причиняется при этом окружающей среде одним средним по мощности известковым заводом с 4-мя печами по 100 т извести в сутки.

Между тем в отдельных отраслях промышленности (сварочные работы в машиностроении, пищевая промышленность и др.) углекислота является необходимым продуктом и применяется как в газообразном, так и в жидком и твердом состоянии (сухой лед).

Для обеспечения этих и других производств углекислотой создаются специальные тепловые установки, в которых сжигается топливо, чтобы из продуктов его сгорания произвести углекислоту. При этом содержание углекислоты в полученных отходящих газах (до 10—12 %) значительно (в 2,5—3 раза) ниже, чем в газах известкообжигательных печей, содержащих углекислоту не только от сгорания топлива, но и в несколько раз большем объеме углекислоту, выделяющуюся при диссоциации обжигаемого сырья — карбонатов кальция и магния.

Поэтому даже при использовании на различные нужды тепла израсходованного топлива производство углекислоты указанным способом по своей рентабельности в несколько раз уступает способу ее получения из побочных газов известкообжигательных печей, которые в настоящее время почти не используются.

На территории бывшего СССР имеется лишь несколько установок, созданных при известковых заводах, которые производят жидкую углекислоту и сухой лед. Однако то, что было допустимо в прошлом при существовавших формах хозяйствования, недопустимо в настоящее время в условиях перехода предприятий на рыночную экономику.

Отходящие газы известкового производства следует по возможности ис-

пользовать и превратить их в продукцию. Создание таких установок на известковых предприятиях сулит немалую экономическую выгоду производству, стимулирует оздоровление окружающей среды, исключает необходимость затрат на строительство установок для сжигания в них дефицитного и дорогостоящего топлива с целью получения углекислоты.

Расчеты показывают, что на известковых предприятиях могут создаваться мощности по производству углекислоты почти равные производительности печей по извести.

Однако в каждом отдельном случае, в зависимости от реального спроса, мощность должна обосновываться в соответствии с фактически выявленной потребностью данного района.

Наличие серийно изготовляемого оборудования, специализированной проектной организации по проектированию углекислотных станций — «Гипрохолод», относительно небольшие капитальные затраты позволяют в короткие сроки создать такое высокоэкономическое производство, работающее по существу на базе бросового сырья.

Эффект такого производства заключается не только в рациональном использовании отходов производства, но и в улучшении экологии окружающей среды.

Для создания установок производительностью 50 и 25 т углекислоты в сутки (80 % в жидком виде и 20 % в виде сухого льда) потребуется соответственно создать здания площадью 1350 и 1100 м² с открытой площадкой на 500 и 300 м², оборотной воды 900 и 500 м³/час.

Установленная мощность составляет примерно 1100 и 900 кВт. Капитальные вложения на создание производства окупаются всего лишь за 1,5—2 года.

За более подробными сведениями и заявками на разработку проектов установок заинтересованные предприятия могут обращаться в специализированный проектный институт «Гипрохолод» (103031, г. Москва, ул. Рождественка, д. 10/2, тел.: 924-13-77).

И. Е. СОШКИН,
заслуженный строитель РСФСР

Модифицированная дверная петля

Весьма актуальным является вопрос сохранения тепла в производственных, служебных и бытовых помещениях. Немалая его утечка происходит через дверные проемы при незакрытых или не полностью прикрытых дверях. По этой причине показатель тепловых потерь весьма высок, хотя и не поддается точному подсчету.

Чтобы утечку тепла через дверные проемы снизить, в ряде случаев на дверях устанавливают пружинные или пневматические устройства для их принудительного закрывания. Однако эти устройства сравнительно дороги, требуют систематического ухода, что очень сложно и неудобно в условиях длительной эксплуатации. Кроме того, например, для пружинных устройств необходимы регулировка натяжения пружины и обеспечение гарантированного поперечного и продольного люфтов в шарнирах. Эти требования выполнить сложно, особенно при использовании их на наружных дверях, где детали устройства обычно подвергаются коррозии. При применении указанных устройств для принудительного закрывания дверей трудно также добиться плавного их закрывания и избежать удара двери о дверную раму.

Для исключения этих явлений и одновременного решения вопроса экономии тепла целесообразно использовать в модифицированном исполнении известную конструкцию обычной накладной дверной петли, заменив в ней штатную цилиндрическую шайбу (которую, кстати, при установке нередко выбрасывают) клиновидными кольцами с выступами, входящими в симметричные пазы трубок петель (рис. 1, 2, 3). Углы наклона скосов клиновидных колец рекомендуется иметь в пределах 10° — 15° . Этого вполне достаточно, чтобы дверь под действием собственной массы возвращалась в исходное положение. При таком конструктивном решении дверная петля выступает в двух качествах — как петля и как устройство, обеспечивающее самозакрывание двери.

Описываемое устройство действует на принципе эффекта скольжения по

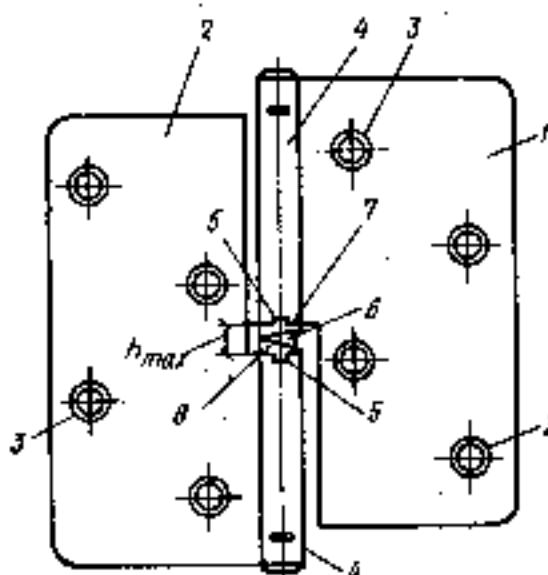


Рис. 1. Модифицированная дверная петля в раскрытом положении карт

1, 2 — карты дверной петли; 3 — отверстия крепления; 4 — трубки петли; 5 — симметричные пазы на опорных поверхностях трубок петли; 6 — ось; 7 — верхнее клиновидное кольцо; 8 — нижнее клиновидное кольцо

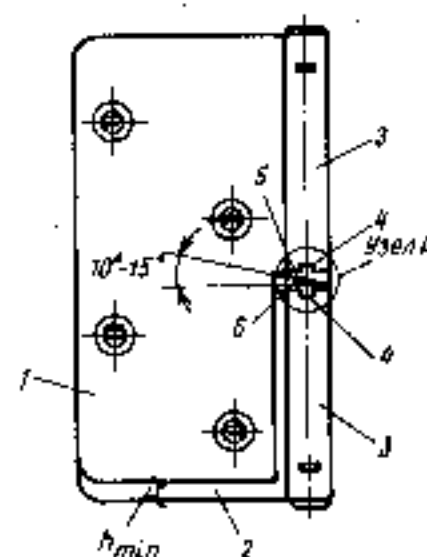


Рис. 2. Модифицированная дверная петля в совмещенном (сложенном) положении карт

1, 2 — карты дверной петли; 3 — трубки петли; 4 — симметричные пазы на опорных поверхностях трубок петли; 5 — верхнее клиновидное кольцо; 6 — нижнее клиновидное кольцо

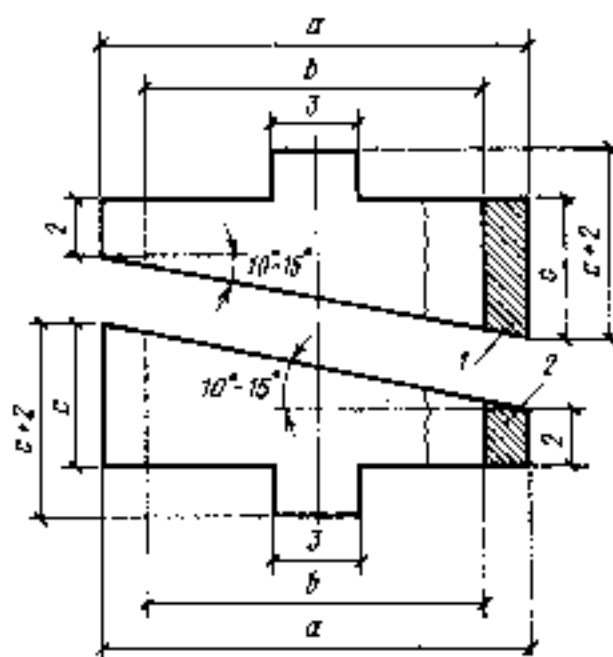


Рис. 3. Узел А

1, 2 — верхнее и нижнее клиновидные кольца (Размеры a , b и c выбирают, исходя из размеров стандартной петли)

наклонной плоскости с заданным углом. При открывании двери одна карта петли с трубкой и верхним клиновидным кольцом разворачивается и одновременно скользит по нижнему клиновидному кольцу. Дверь таким образом несколько приподнимается. При отпущении двери, она под действием собственной массы стремится вернуться в прежнее положение, поворачивается и закрывается. Зазор между трубками петли при этом уменьшается до минимума.

Данную конструкцию помимо простоты изготовления и надежности в эксплуатации отличает еще и то, что, если необходимость в самозакрывании отпадает, клиновидные кольца легко снимаются и вместо них устанавливается цилиндрическая шайба — дверная петля превращается в обычную.

С. Я. ЧЕРЕНКОВ, инж.

УДК 664.94

Б. Л. АРОНОВ, канд. техн. наук, П. П. КУН, канд. хим. наук, Т. Г. КУЗНЕЦОВА, инж., Г. И. БЕРДОВ, д-р техн. наук, проф. (НИИ дисперсных материалов «Рapid»)

Идентификация цементов в разбавленных суспензиях

Для получения бетона с заданными свойствами при минимальной себестоимости важно знать вид цемента и завод-изготовитель. От вида цемента зависит область его использования. Так, шлакопортландцементы не рекомендуется, а в отдельных случаях запрещается использовать для изготовления конструкций, работающих в некоторых агрессивных средах и при переменных температурах, пуццолановые цементы не пригодны для тепловлажностной обработки. Кроме того, технологические приемы изготовления железобетонных конструкций существенно зависят от вида цемента; бетоны из цементов одного вида, но различных изготовителей имеют отличающиеся режимы тепловлажностной обработки, поэтому знание завода-изготовителя цемента важно для минимизации затрат на производство изделий.

Зачастую у потребителей отсутствует своевременная информация о виде и изготовителе цемента, происходит смешивание различных цементов в силосах. Для экономии энергетических, материальных, трудовых ресурсов и повышения качества выпускаемой продукции целесообразно перед использованием идентифицировать цементы.

Цементы различных видов и изготовителей отличаются условиями и способами изготовления и, как следствие, минералогическим, химическим, вещественным и фазовым составом. Поэтому ионный состав жидкой фазы цементной суспензии — смеси цемента с затворителем — индивидуален и, фиксируя эти локальные или жаловые отличия, можно идентифицировать цементы.

В качестве косвенной характеристики, зависящей от ионного состава жидкой фазы, выбрана электродвижущая сила (ЭДС), возникающая между двумя помещенными в цементную суспензию

электродами. В работе [1] показана возможность использования результатов измерения электродных потенциалов в цементном тесте в первые минуты после затворения для определения вида некоторых цементов. В отличие от предложенной методики, проведение испытаний в разбавленной суспензии позволяет широко варьировать условия эксперимента: тип измерительного электрода, исходные и конечные параметры среды (рН, температуру, микродобавки химических веществ).

Для измерения ЭДС применяли металлические электроды из Pb, Ag, Cu и хлорсеребряный электрод сравнения типа ЭВЛ/1МЗ. В затворитель — воду — в качестве метки добавляли соль переходного металла с катионом, одноименным измерительному электроду (AgNO_3 , $\text{Pb}(\text{OAc})_2$, CuCl_2). Электродные потенциалы регистрировали вольтметром с высоким входным сопротивлением.

Значение ЭДС исследованных электродных систем определяется потенциалом металлического электрода [2] и зависит от активности $a_{M^{n+}}$ в растворе катионов металла, одноименных типу электрода:

$$\Delta E = \Delta E^0 + \frac{0,0591}{n} \lg a_{M^{n+}}$$

Активность, в свою очередь, определяется равновесной концентрацией данного катиона в растворе и общим ионным составом, влияющим как на равновесную концентрацию потенциалопределяющего катиона, так и на ионную силу раствора. Применительно к суспензии цемента значение ЭДС будет зависеть от равновесной концентрации потенциалопределяющего иона и того набора ионов, которые перешли при растворении цемента в жидкую фазу.

Для выбора оптимальных условий испытаний проведены эксперименты, в которых изменялись: измерительный электрод и соль пере-

ходного металла, катион которой соответствует металлу электрода; затворитель цемента; время измерения ЭДС после приготовления суспензии. Концентрация солей в растворе составляла 10 моль/л. Используемые электроды устойчивы в кислой и щелочной средах и доступны для производственных лабораторий. В качестве затворителя для приготовления суспензий применяли воду, а также буферный ацетатный раствор с рН, равным 4,5 и 0,1 и раствор соляной кислоты, в которых растворение цемента активизируется и протекает полней.

Выявлено, что для приготовления суспензий в буферном растворе и HCl достаточно перемешивания в течение 0,5 мин, а в воде — 5 мин, так как при этих условиях значения ЭДС электродных пар стабилизируются. Для экспериментов использовали следующие цементы: 1 — Пашийский гликоземистый, 2 — Пашийский расширяющийся, 3 — Ульяновский быстротвердеющий ПЦ, 4 — Усть-Каменогорский ПЦ, 5 — Стерлитамакский ПЦ, 6 — Чимкентский сульфатостойкий ШПЦ, 7 — Чернореченский ПЦ. С целью унификации условий испытаний цементы имели одинаковую паспортную марку М400.

Пробы цементов перед использованием усредняли и просеивали через сито № 008. Навеску цемента массой 1,0 г соединяли с 50 мл затворителя и интенсивно перемешивали в течение 5 мин. В приготовленную суспензию помещали измерительный электрод и электрод сравнения, ЭДС фиксировали через 0,5 и 5 мин после погружения электродов.

Установлено, что результаты экспериментов не критичны к качеству подготовки металлического измерительного электрода, глубине его погружения в суспензию и температуре среды.

В табл. 1 представлены средние значения ЭДС для трех измерений и средние квадратичные ошибки, определенные в различных условиях для всей выборки цементов. Как видно из полученных данных, значения ЭДС в суспензиях существенно зависят от внутренних и внешних факторов — от исследованного цемента и от условий эксперимента. В большинстве случаев среднеквадратичная ошибка максимальна при использовании сереб-

Таблица 1

Затворитель	Измерительный электрод	Время измерения, мин	Значения ЭДС, мВ для суспензий из цемента №						
			1	2	3	4	5	6	7
Вода	Pb	5	552±4	525±4	594±8	586±4	592±4	572±4	591±1
	Cu	0,5	—	223±7	165±12	215±3	205±3	192±27	195±7
		5	254±5	203±4	125±9	145±7	106±3	119±12	123±9
	Ag	0,5	373±7	273±5	-66±11	63±5	-49±30	4±18	-26±31
		5	393±8	263±8	-88±54	7±0	-95±27	57±42	-70±61
Ацетатный буферный р-р	Pb	5	446±12	453±7	473±3	472±12	493±17	471±3	472±20
	Cu	0,5	623±5	606±10	74±8	75±5	24±5	220±4	271±5
		5	615±7	557±76	61±5	13±4	5±5	123±3	20±2
	Ag	0,5	424±11	415±8	-80±18	35±9	-151±51	237±98	-89±16
		5	422±7	414±7	-127±10	35±9	-183±72	282±29	-108±10
0,1 н раствор HCl	Cu	0,5	609±3	603±7	174±13	109±3	110±7	110±7	150±0
		5	104±5	603±4	121±7	82±5	82±5	121±7	128±9
	Ag	0,5	426±14	274±01	75±87	12±11	51±57	219±50	64±40
		5	422±8	275±34	31±58	-12±1	5±10	190±54	36±22

Таблица 2

Затворитель	Гомогенные группы для различных электродов					
	Pb		Cu		Ag	
	Время фиксации ЭДС, мин	Гомогенные группы	Время фиксации ЭДС, мин	Гомогенные группы	Время фиксации ЭДС, мин	Гомогенные группы
Вода	5	1 2 3, 5, 7 4, 5, 7 6	5	1 2 3, 4, 7 5 6	0,5+5	1 2 3, 6 4, 7 5 6, 7
Ацетатный буферный раствор	5	1, 2 3, 4, 5, 7 6	0,5+5	1 2 3 4 5 6 7	5	1, 2 3, 7 4 5 6
0,1 н раствор HCl	—		0,5+5	1 2 3, 7 4 5, 6	0,5+5	1 2 3, 7 4 5 6, 7

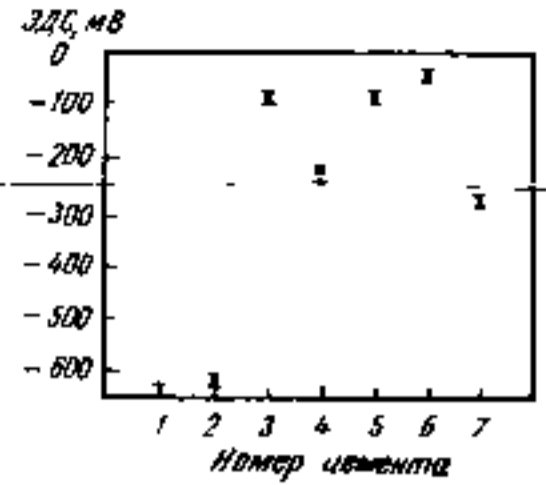
ряного электрода. Испытанные цементы разделяются на две группы — портландские (№ 3...7) и другие (цементы № 1 и 2). Это наглядно видно на рисунке, где приведены измеренные через 0,5 мин после контакта электродов с суспензией значения электродвижущей силы при использовании медного электрода в ацетатном буферном растворе.

Для выявления оптимальных условий измерения при идентификации цемента проведен многофакторный анализ полученных результатов по методу LSD. Оптимальные условия подбирали из требования возможной простоты эксперимента при однозначности выводов. Наиболее приемлемы по трудоемкости, экспрессности получения и обработке результатов эксперименты с одним затворителем и одним измерительным электродом при одно- или двухкратной фиксации ЭДС в зависимости от продолжи-

тельности контакта электродов со средой.

Считается, что цементы различны (в частности, по значениям ЭДС), если каждый из них образует гомогенную группу. В табл. 2 приведено распределение цемента по гомогенным группам при оптимальном времени измерения ЭДС для различных условий проведения экспериментов.

Как следует из полученных результатов, меньшая разделяемость цемента наблюдается при использовании свинцового электрода, причем в воде она лучше, чем в ацетатном буферном растворе. Значительно выше разделяемость цемента при использовании серебряного электрода, при этом в воде и растворе HCl необходимо фиксировать ЭДС при двух значениях времени — 0,5 и 5 мин. Для серебряного электрода лучшая разделяемость цемента наблюдается в ацетатном



буферном растворе и растворе HCl. Полная идентификация цементов происходит при использовании медного измерительного электрода в ацетатном буферном растворе при измерении ЭДС через 0,5 и 5 мин после погружения электродов в суспензию; в этом варианте каждый электрод образует свою гомогенную группу. В воде и растворе HCl результаты несколько хуже.

Математическая обработка полученных данных позволила выявить вклад различных факторов в измеряемую характеристику. По своему влиянию факторы располагаются в следующей убывающей ряд: вид цемента ($F = \text{отношение} = 781$) > металл измерительного электрода (424) > затворитель (33) > время измерения (32).

Разработанный метод прошел лабораторную проверку на 34 разнообразных цементах разных регионов, а также промышленное внедрение. Созданы портативные приборы «Рapid-Аналог», позволяющие различать порошки строительного и нестроительного назначения (например, определять месторождение глины), а также идентифицировать растворы. Выпущены Рекомендации по идентификации цемента методом «Рapid». За дополнительной информацией обращайтесь по адресу: 630008, Новосибирск, а/я 47, НИИ «Рapid».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова Л. М., Шустова З. С., Лаврова Т. А. Определение вида цемента по значению электродных потенциалов металлов в цементном тесте / Тезисы докладов II областной конференции «Прогнозирование качества цементных материалов». — Новосибирск: НТО Стройиндустрия, 1987. — С. 37—39.
2. Плэмбек Д. И. Электрохимические методы анализа. — М.: Мир, 1985. — 496 с.

Среди тысяч, поступивших в минувшем году в редакцию журнала, значительная часть касалась информации с международных выставок. Материалы по зарубежной технике, особенно по вопросам ресурсосбережения, охраны окружающей среды, чаще других вызывают интерес специалистов и запросы дополнительной информации.

Предлагаем вниманию читателей несколько материалов.

Со стендов выставки «Химия-92»

Фирма «Elastogran» (Эластогран) на выставке «Химия-92» ознакомила посетителей с новыми разработками в области полиуретановых систем (системы ППУ). В частности, в строительстве началось практическое применение композиции Elastopor H 207, наносимой способом напыления на жесткие и гибкие трубы в системах теплоцентралей. Покрытие отвечает самым строгим требованиям охраны окружающей среды, так как для вспенивания не применяется ФХУВ, экономическая эффективность определяется резким сокращением потерь тепловой энергии. Композиции Elastopor H обеспечивают надежную изоля-

цию в холодильниках и бойлерах для горячей воды.

При разработке нового технологического оборудования, установок, агрегатов одним из главных требований является их экологическая чистота, предотвращение вредных выбросов в водный и воздушный бассейны. На выставке «Химия-92» обширную программу защиты от коррозии, а также окружающей среды при функционировании промышленных предприятий предложила фирма «КСН TH Goldschmidt AG», г. Эссен.

Защита от коррозии в условиях стройки и цехов предприятий, покрытия на основе синтетических смол, кислотостойкая керамика — эти разработки фирмы находят ши-

рокое применение при возведении промышленных объектов, технологического оборудования, агрегатов.

Другое направление деятельности фирмы — разработки и производство технических средств по охране окружающей среды. Это — обработка сточных вод, очистка отработанного воздуха, санация бывших производств, вентиляционные и вытяжные системы.

Керамические предприятия фирмы выпускают изделия для жилищного и промышленного строительства, для внутренней и наружной отделки, а также керамику специального технического назначения.

УДК 691.662.998

С. Д. РУЖАНСКИЙ, канд. техн. наук, З. М. РОШАЛЬ, инж.

Легкомонтируемые мобильные теплоизоляционные оболочки

Переход к свободному рынку и последовавший за этим резкий скачок цен на все виды энергии, особенно на тепловую, поставил перед разработчиками технологических процессов и оборудования задачу скорейшего поиска принципиально новых технологий и модернизацию существующих с целью кардинального снижения энергетических затрат на единицу продукции.

В балансе энергетических затрат на производство стройматериалов далеко на последнее место занимают потери в окружающую сре-

ду, величина которых в основном определяется качеством теплоизоляции. Особенно велики потери тепла в распределительных сетях. Многолетняя статистика свидетельствует, что иногда до 30% передаваемой тепловой энергии (в виде пара, горячей воды и других теплоносителей) теряется в заводских и цеховых сетях, сводят на нет усилия разработчиков и конструкторов по созданию энергосберегающих технологий. Столь значительная величина потерь объясняется тем, что, как правило, тепловые распределитель-

ные сети остаются вне поля зрения создателей новых процессов и поэтому выполняются на том же рутинном уровне, что и несколько десятилетий назад. В результате на любом из предприятий стройматериалов имеются десятки и сотни метров «голых» сетей, существенное снижение потерь в которых могло бы быть достигнуто за счет внедрения новых изоляционных материалов и способов их применения.

Известно, что в России и других государствах СНГ изоляция тепловых агрегатов и сетей осуществляется путем их обкладки теплоизолирующим материалом с последующей обмоткой гидроизоляционным слоем и защитой от механических повреждений рубероидом, стеклоизолом или другими материалами вплоть до металлической ленты.

Такой традиционный способ выполнения изоляции характерен ря-

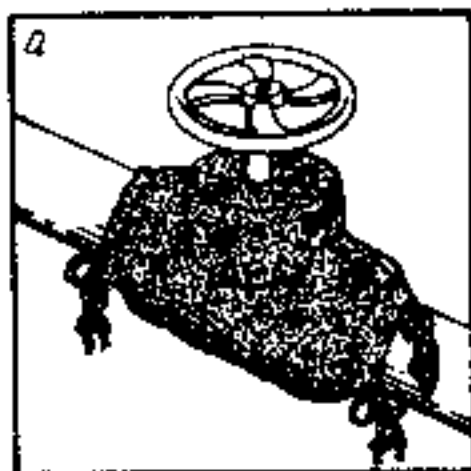
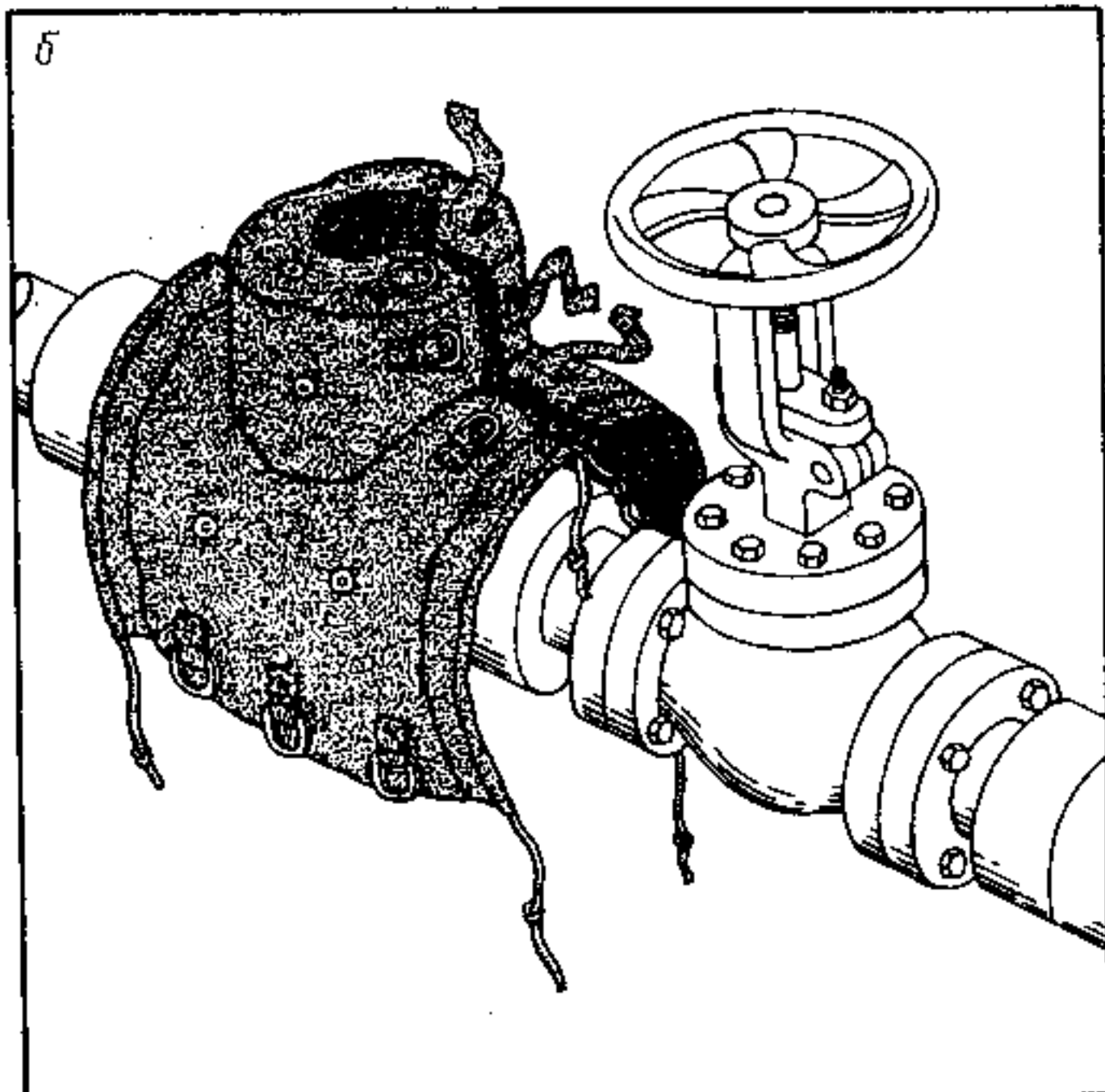


Рис. 1. Общий вид теплоизоляции клапана

а — изоляция смонтирована; б — изоляция демонтирована, сдвинута в сторону



дом недостатков, а именно: фактически изоляция весьма недолговечна, поскольку она накладывается при сдаче объектов в эксплуатацию и снимается при первом же обследовании или ремонте и практически не восстанавливается; зачастую изоляция выполнена столь стационарно, что при ремонте оборудования ее приходится просто срубить, а это приводит к ускоренному износу, а то и порче изолируемого объекта; все операции по обслуживанию стационарно изолированных систем требуют повышенных затрат труда.

Таким образом, короткая жизнь, значительные трудозатраты и повышенный износ оборудования являются главными причинами высоких тепловых потерь при применении стационарной изоляции.

Следует сразу заметить, что все перечисленные недостатки стационарной изоляции имеют место и на зарубежных предприятиях, как бы тщательно не работал обслуживающий персонал.

Предметом данной статьи является опыт одной из крупнейших американских фирм «Advance

Thermal Corporation» (АТК), более 50 лет специализирующейся на разработке и производстве теплоизолирующих покрытий. Можно предположить, что вышеперечисленными и другими причинами руководствовались специалисты фирмы, создавая принципиально новый тип изоляции — легко монтируемые мобильные теплоизоляционные оболочки многократного применения.

Конструктивно новая изоляция представляет собой специально пошитую «по фигуре» рубашку, надеваемую на утепляемый агрегат.

Рубашки — теплоизоляционные мобильные оболочки многократного использования, по данным фирмы обладают высокими теплоизолирующими свойствами; химически стойки; имеют заданную механическую прочность; позволяют осуществлять многократный монтаж и демонтаж; легко устанавливаются, не требуя специалистов-изоляционников высокого класса.

За кажущейся простотой технического решения стоит большой инженерный труд «мозгового



Рис. 2. Теплоизоляционная рубашка на действующем трубопроводе

центра фирмы. Достаточно сказать, что только для раскроя рубашки под конкретную форму заказчика была разработана спе-