

## СОДЕРЖАНИЕ

### ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ

- В. С. БОГДАНОВ, К. А. ЮДИН Совершенствование техники и технологии измельчения материалов ..... 2
- Г. Д. ПЕРШИН Техничко-экономическое обоснование технологических параметров процесса резания камня алмазными пилами ..... 4
- В. И. БАЛОВНЕВ, Ю. В. РАЗУМОВ, Л. А. ФЕДНЕР Высокоэффективные мельницы в производстве строительных материалов ..... 7
- Н. И. МОТОРНЫЙ Неразрушенность массива при ведении взрывных работ ..... 8

### КАЧЕСТВО И НАДЕЖНОСТЬ

- Е. И. ЮМАШЕВА Научно-техническая конференция «Неразрушающий контроль в науке и индустрии-94» ..... 10
- В. А. СТЕНИН Электрокинетический метод контроля процесса твердения известково-цементного раствора ..... 12

### МАТЕРИАЛЫ

- П. И. БУЙНЫЙ, И. М. ЦМЕЛЕВ, В. М. БАРАНОВ Применение кровельных материалов компании СВЕПКО (США) ..... 14
- В. Ю. БУВОВ, Ю. П. ГОРЛОВ, Д. Ж. АБЫЛГАЗИН Жаростойкие смеси для ремонта футеровки вращающихся печей ..... 16
- М. С. ГАРКАНИ, В. И. ШИШКИН, Н. Б. ПЛАЗАГОВА, Т. В. СЕРГАЧЕВА Бетон для малоэтажного строительства на основе золы ТЭЦ ..... 18

### РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

- В. Д. БАРБАНЫРЭ, Т. И. ТИМОШЕНКО, В. М. ШАМШУРОВ Состав и структура новых минеральных вяжущих в системе  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$  ..... 20
- А. К. ГИЛЯЗЕТДИНОВА, Б. Н. ВИНОГРАДОВ, Л. П. ОРИЕНТЛИХЕР, А. Б. АНДРЕЕВА, О. К. СЛАНИН, В. П. ЛУКОШКИН Исследование формирования цементирующего вещества в вяжущих и бетонах из электротермофосфорного шлака ..... 22
- А. В. ГОЛУБНИЧИЙ Камни бетонные стеновые на гранулированных металлургических шлаках и шлакощелочных вяжущих ..... 24

### УПРАВЛЕНИЕ, ИНФОРМАТИКА

- В. Г. РУБАНОВ Принципы проектирования микропроцессорных систем управления для автоматизации технологических процессов ..... 26
- Сеть NetWare фирмы Novell промышленному предприятию ..... 28
- Г. Р. БУТКЕВИЧ Выставка горного оборудования ..... 29

Спонсор журнала - Росстромбаш

УДК 621.926.5

В. С. БОГДАНОВ, д-р техн. наук, К. А. ЮДИН, инж. (БТИСМ)

## Совершенствование техники и технологии измельчения материалов

Тонкому измельчению подвергаются сотни миллионов тонн горных пород, нерудных материалов, угля, клинкера, шлака и т. п.

В качестве основного помольного агрегата наибольшее распространение (95%) получили шаровые барабанные мельницы, отличающиеся весьма низким КПД, который, по данным отечественных и зарубежных специалистов, не превышает 0,1%.

Производство цемента, например, характеризуется большим расходом электроэнергии, который в среднем по отрасли составляет 110 кВт·ч/т, при этом на долю измельчения приходится около 66 кВт·ч/т.

Снижение удельного расхода энергии при помоле цемента только на 1 кВт·ч/т обеспечивает экономию 200 млн. кВт·ч электроэнергии в год.

В мировой практике ведутся поиски таких путей создания помольного оборудования, которые обеспечивали бы высокую часовую производительность, требуемую точность помола при минимальном удельном расходе энергии.

В США испытано устройство гидродинамического ударного измельчения материала. Удар создавался посредством электрического разряда. Удельный расход энергии при этом в 2 раза выше, чем при мокром помоле в шаровой мельнице, а стоимость устройства в несколько раз превышает стоимость шаровой мельницы при их равной часовой производительности. Исследования в этом направлении прекращены.

Представляет особый интерес вибрационное измельчение материалов, которое вновь получает распространение после 20-летнего забвения.

Вибромельницы целесообразно использовать для помола, например, цемента с  $S$  от 200 до 400—500 м<sup>2</sup>/кг.

Однако существенными недостатками вибрационного метода измельчения, из-за которых он не получил широкого распространения, являются высокий удельный расход электроэнергии (только при помоле цемента он достигает 80 кВт·ч/т), большой износ мелющих тел (0,7—1,3 кг/т и более), малая часовая

производительность (до 1000 кг/ч), низкая эксплуатационная надежность мельниц, сложность реализации процесса при крупности исходного материала более 5 мм и др.

В последние годы у нас в стране для сверхтонкого измельчения (удельная поверхность готового продукта свыше 5000 м<sup>2</sup>/кг) стали широко применяться струйные мельницы. Особенностью этого метода является то, что материал измельчается ударом и истирающим в противотоке сверхзвуковых струй сжатого воздуха ( $P = 0,6—1$  МПа). При этом в качестве рабочих органов мельницы выступают сам измельчаемый материал и сжатый воздух.

Несомненные преимущества струйного помола — простота конструкции мельницы, отсутствие подвижных рабочих органов, низкая металлоемкость (при равной производительности в 1000 раз меньше, чем у шаровых мельниц), легкость и оперативность регулирования степени измельчения.

Однако необходимость использования сжатого воздуха, достаточно высокий его удельный расход (1 кг/кг), быстрый износ разгонных трубок сдерживают широкое распространение этого метода и самих струйных мельниц.

В последние годы у нас и особенно за рубежом широкое распространение для крупнотоннажного производства получают роlikо-матричные и тарельчато-валковые мельницы. Удельный расход энергии в этих мельницах на 20—30% ниже, чем в шаровых, однако капитальные затраты на установку, например, валковой мельницы вдвое выше, чем на установку трубной мельницы той же производительности.

Сведения об эффективности и экономичности валковых и роlikовых мельниц противоречивы, зависят от источника информации и, зачастую, служат целям рекламы.

Преимущества валковых мельниц перед трубными, по мнению японских фирм «YHI» и «Онода цемент», заключаются в следующем: легкость и оперативность регулирования в

широком диапазоне процесса измельчения путем изменения давления валков на тарель, уменьшение численности персонала и эксплуатационных расходов. По мнению этих фирм валковые мельницы лишены каких-либо существенных недостатков.

В то же время специалисты фирмы «Крупп Полизиус» считают, что валковые мельницы могут быть не использованы только для предварительного измельчения клинкера при установке перед шаровыми барабанными мельницами. При этом капитальные затраты выше на 25%, а экономия энергии составляет 10—15%.

В США (фирма «Алесс Чалмерс» установлено, что валковые мельницы в связи с большими капиталовложениями и повышенным износом рабочих органов целесообразно использовать только на первой стадии измельчения.

Успешно занимается использованием при помоле клинкера пресс-валковых измельчителей фирма «Полизиус», которой к настоящему времени изготовлено более 10 промышленных пресс-валков. Кафедрой механического оборудования БТИСМ (г. Белгород) также созданы промышленные пресс-валки с использованием роlikов лещей производительностью от 5 до 100 т/ч и более.

Волгоцеммацем для АО «Новоросцемент» также изготовлен пресс-валковый измельчитель производительностью 100 т/ч по рекомендациям фирмы «Полизиус», которая имеет опыт промышленной эксплуатации пресс-валков. При их применении удельный расход электроэнергии снижается на 20—25%. При этом фирма рекомендует различные схемы установки пресс-валковых измельчителей, в том числе с трубной шаровой мельницей, с сепаратором и др. По последней схеме из пресс-валков при этом выходит до 70% продукта с размером частиц менее 80 мкм. Существуют и другие схемы установки пресс-валковых измельчителей.

В настоящее время это направление считается наиболее экономически целесообразным.

Показатель	Типоразмер мельницы, мм							
	2,6x13		3x14		3,2x16		4x13,5	
	стандартная	с перегородкой	стандартная	с перегородкой	стандартная	с перегородкой	стандартная	с перегородкой
Производительность, т/ч	25	30	45	51	50	56	100	95
Потребляемая мощность, кВт/ч	1000	800	1600	1200	2000	1500	3200	2650
Удельный расход энергии, кВт/т	40	26,6	35,5	23,5	40	26,7	32	27
Масса загружаемых мелющих тел, кг	80	47	125	82	140	90	238	170
Объемная производительность, кг/м <sup>3</sup>	362	434	459	520	416	466	591	562
Производительность на единицу массы мелющих тел, кг/кг	0,312	0,638	0,36	0,621	0,375	0,622	0,42	0,539
Энергонапряженность мелющих тел, кВт/кг	0,0125	0,017	0,0128	0,0146	0,0143	0,0167	0,0143	0,0156

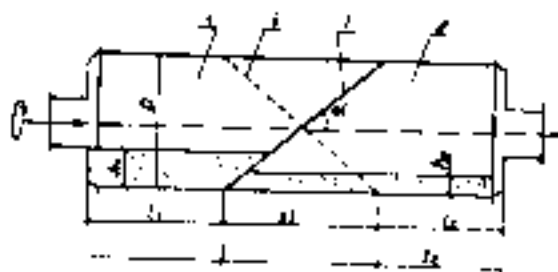
Совершенствование наиболее распространенных барабанных мельниц ведется в следующих направлениях:

- оптимизация конструкций барабана, привода, опорно-ходовой части с целью повышения надежности агрегата; снижение металлоемкости за счет применения специальных конструктивных материалов, безредукторного привода; периферийность опорно-роликового привода, использование подшипников качения;
- разработка специальных конструкций футеровок, обеспечивающих максимальный КПД передачи энергии от привода к дробящей среде, поперечную и продольную классификацию мелющих тел;
- оптимизация технологических режимов, учитывающих конструктивные изменения внутримельничных устройств: отработка режимов аспирации, способов и методов применения различных ПАВ, предварительная обработка клинкера, применение специальных мелющих тел (мельница «Милицебс» — диаметр мелющих тел 1—4 мм, удельная поверхность 600 м<sup>2</sup>/кг);
- совершенствование схем помола в открытом, замкнутом и двухстадийном циклах измельчения, совершенствование внутримельничных классификаторов;
- создание специальных конструкций внутримельничных устройств и режимов работы агрегатов, при которых достигается максимальная эффективность работы мелющих тел и внутримельничная классификация измельчаемого материала.

Одним из важнейших направлений повышения интенсификации процесса разрушения в шаровых барабанных мельницах является создание специальных конструкций внутримельничных устройств, способствующих возникновению продольно-поперечного движения (ППД) загрузки.

Сущность разработки заключается в следующем. Перегородку устанавливают под углом  $\alpha$  к продольной оси барабана цементной мельницы (см. рисунок). В этом случае процесс измельчения в мельнице осуществляется следующим образом.

Если перегородка находится в положении I, то длина  $l_1$  камеры грубого помола (1) минимальная, уровень  $h_1$  мелющих тел в ней максимальный, длина камеры тонкого помола (2), наоборот, максимальная ( $l_2 + \Delta l$ ), уровень мелющих тел в ней ( $h_2$ ) — минимальный. неподвижная относительно барабана мельницы наклонная межкамерная



Мельница с наклонной межкамерной перегородкой

перегородка (НМП) занимает положение II при повороте барабана на 180°. Длина камеры грубого помола увеличивается на  $\Delta l = D/\text{tg}\alpha$  и становится максимальной. Происходит перемещение мелющих тел и измельчаемого материала в продольном направлении под перегородку на участок  $\Delta l$  камеры грубого помола, где происходит дополнительное интенсивное измельчение истиранием наиболее мелких частиц материала. Коэффициент загрузки этой камеры уменьшается до минимального значения.

Длина камеры тонкого помола становится минимальной, коэффициент загрузки возрастает до максимума. Перегородка зачерпывает мелющие тела и измельчаемый материал, находящиеся под перегородкой на участке  $\Delta l$ , поднимает их по образующей на 80—90° и сбрасывает вертикально вниз вдоль продоль-

ной оси барабана мельницы. Продольное перемещение мелющих тел от наклонной перегородки происходит без дополнительной затраты энергии, так как угол наклона перегородки больше угла естественного откоса мелющих тел. Энергия затрачивается только на подъем мелющих тел перегородкой. При возвращении перегородки в положение I мелющие тела и материал, находящиеся на участке  $\Delta l$  камеры грубого помола, зачерпываются межкамерной перегородкой и при перемещении вдоль поверхности перегородки происходит классификация цемента в этой камере мельницы. Мелкая фракция направляется в камеру тонкого помола по ходу процесса измельчения, а грубая возвращается на участок  $l_1$  камеры грубого помола на доизмельчение. Отверстия на перегородке расположены таким образом, что материал перемещается только в одну сторону — из камеры грубого в камеру тонкого помола.

Разработанные на кафедре механического оборудования шаровые барабанные мельницы запатентованы в 22 промышленно развитых странах, таких как США, Япония, ФРГ, Италия, Испания и др. В настоящее время мельницы с НМП эксплуатируются на Карачаево-Черкесском, Здолбуновском и других цементных заводах и характеризуются показателями, представленными в таблице.

Кроме того, мельницы с НМП установлены на цементных заводах «Вулкан» в Болгарии, в г. Новый Поповец в Сербии, во Вьетнаме, в Китае.

Таким образом, использование в шаровых барабанных мельницах принципов продольно-поперечного движения загрузки обеспечивает без дополнительных капитальных затрат существенную экономию электроэнергии (уменьшение удельного расхода энергии до 25%), что в настоящее время имеет большое практическое значение.

Г. Д. ПЕРШИН, д-р техн. наук (Московский государственный горный университет)

## Технико-экономическое обоснование технологических параметров процесса резания камня канатно-алмазными пилами

В мировой и отечественной практике добычи природного декоративного камня создание и применение камнерезных машин с алмазным рабочим органом велось по трем направлениям: дисковые, баровые и канатные пилы. В настоящее время совершенно ясно, что широкое промышленное использование алмазного инструмента на карьерах Италии, Франции, Германии и других стран стало возможным благодаря внедрению канатных пил, в которых органично совмещаются высокая производительность, простота и надежность работы оборудования.

Если за рубежом канатно-алмазные пилы оценены по достоинству и эксплуатируются во всех странах, обладающих значительными запасами мрамора и ведущих его добычу [1], то в СНГ в настоящий момент только Кибик-Кордонский карьер АО «Саянмрамор» в промышленном масштабе освоил и применяет канатно-алмазные пилы итальянского производства (фирмы-изготовители «Пеллегрини» и «Бенетти»). В настоящее время общее количество закупленных по импорту пил составляет 26 установок, которые работают на участках карьера совместно с канатно-абразивными пилами либо самостоятельно. Ориентация карьера на канатно-алмазные пилы не случайна, так как до этого данное предприятие вело добычу мраморных блоков с помощью канатно-абразивных пил. Накопленный опыт и рациональное совмещение канатно-абразивных и канатно-алмазных пил позволили АО «Саянмрамор» добиться крупных успехов в повышении производительности и эффективности добычи блоков мрамора и занять ведущее место в отечественной индустрии камня.

Дальнейшее внедрение и широкое распространение на мраморных карьерах страны канатных пил будет связано с организацией и выпуском отечественных конкурентоспособных и дешевых установок и канатно-алмазного режущего инструмента. При этом важным фактором, обеспечивающим успешное использование ка-

натных пил, является разработка научно обоснованных рекомендаций по выбору областей и условий эффективного их применения в системе добычи и разделки декоративного облицовочного камня и определение путей дальнейшего совершенствования данных технических средств.

Разделка монолитов камня в массиве с помощью канатных пил уникальна и беспрецедентна по возможностям выполнения глубоких пропилов, в то время как высота уступа, обрабатываемого дисковыми и баровыми камнерезными машинами, определяется параметрами рабочих органов и не превышает 1—1,5 м. Учитывая высокую стоимость алмазного инструмента, целесообразно проведение технико-экономического обоснования рациональной геометрии пропила по следующим критериям, оценивающим эффективность работы канатной пилы в забое: производительность резания, себестоимость единицы поверхности пропила.

Работу канатных пил в последующем изложении будем рассматривать по схеме «петлевого охвата» распиливаемого монолита камня кольцевым контуром гибкого режущего инструмента. Именно эта схема позволила предельно упростить оборудование и при этом существенно поднять производительность резания.

Производительность распиловки — комплексный показатель процесса направленного разрушения породы, так как этот показатель связан со свойствами горной породы, конструкцией инструмента и параметрами резания. Выражение производительности согласно [2] имеет вид:

$$P = V_n h = \frac{\mu_r^n}{\mathcal{E}_n} k_{cp} \cdot k_n \cdot \sigma_n \cdot h \cdot V_p, \quad (1)$$

где  $\mu_r^n$  — коэффициент алмазно-абразивного разрушения породы;  $\mathcal{E}_n$  — энергоемкость разрушения породы;  $k_{cp}$  — коэффициент приведения длины контакта инструмента с породой к высоте пропила ( $k_{cp} = 1,5—1,55$  при угле охвата  $\alpha$ );  $k_n$  — коэффициент прерывистости режущей поверхности гибкого контура;  $\sigma_n$  — контактное

напряжение между инструментом породой;  $h$  — высота пропила (уступа или блока камня);  $V_p$  — скорость резания;  $V_n$  — скорость подачи инструмента на забой.

Из этого выражения следует важный для практики применения канатных пил вывод о пропорциональном повышении производительности с увеличением высоты пропила (при неизменных величинах  $\sigma_n$ ,  $k_n$ ,  $V_p$ ). Таким образом, достичь высокой производительности канатными пилами можно только при резании крупногабаритных блоков. При этом необходимо иметь в виду, что с увеличением высоты пропила возрастает и сила распиловки, которую воспринимает несущий канат. Вследствие этого для сохранения работоспособности каната на заданном уровне необходимо увеличивать его диаметр и, соответственно, увеличивать диаметр алмазорежущих элементов (угловок), определяющих ширину щели пропила. В свою очередь, от ширины щели  $b$  и высоты пропила  $h$  зависят мощность распиловки  $N$  и интенсивность объемной износа инструмента  $I$ :

$$N = \mu \cdot k_{cp} \cdot k_n \cdot \sigma_n \cdot h \cdot b \cdot V_p;$$

$$I = \frac{\mu_r^n}{\mathcal{E}_n} k_{cp} \cdot k_n \cdot \sigma_n \cdot h \cdot b \cdot V_p;$$

где  $\mu = \mu_r^n + \mu_r^a + \mu_{тр}$  — коэффициент алмазно-абразивной распиловки;  $\mu_r^a$  — коэффициент разрушения (износа) инструмента;  $\mu_{тр}$  — коэффициент трения;  $\mathcal{E}_n$  — энергоемкость разрушения (износа) материала инструмента.

Критериями эффективности взаимодействия системы «порода—инструмент» являются удельные показатели, представляющие собой отношение мощности распиловки к интенсивности износа инструмента к производительности разрушения породы:

$$a_{уд} = \frac{N}{I} = \mathcal{E}_n \cdot \frac{\mu}{\mu_r^n} \cdot b;$$

$$r_{уд} = \frac{I}{P} = \frac{\mathcal{E}_n \cdot \mu_r^n}{\mathcal{E}_n \cdot \mu_r^n} \cdot b.$$

Как видно из этих показателей, работа процесса распиловки  $a_{уд}$  и

расход инструмента  $r_{yo}$ , приходящийся на один квадратный метр пропила, с увеличением ширины щели пропила также увеличиваются. Это обстоятельство, наряду с фактом повышения производительности с увеличением высоты пропила, необходимо учитывать при расчете себестоимости канатно-алмазного пиления. Как известно, стойкость инструмента, а также расход энергии оказывают существенное влияние на себестоимость разрушения породы, вследствие чего рациональная высота пропила должна выбираться с учетом изменения всех трех эксплуатационных критериев процесса распиловки из условия минимизации его себестоимости.

В качестве оптимизационной функции принимаем показатель удельных прямых и непроизводительных затрат, связанных только с резанием породы:

$$C = \frac{C_0}{k_{yo} V_n h} + b \left( C_1 A_{yo} + C_2 R_{yo} + \gamma \sigma_n \right), \quad (2)$$

где  $C_0$ —стоимость одного часа работы канатной пилы без учета стоимости инструмента и электроэнергии;  $C_1$ —стоимость электроэнергии в единицу времени;  $C_2$ —стоимость одного карата алмазов в инструменте;  $k_{yo}$ —коэффициент использования канатной пилы во времени;  $A_{yo} = \frac{\mu}{\mu_p}$  —

работа взаимодействия системы «порода—инструмент», отнесенная к единице объема разрушенной поро-

ды;  $R_{yo} = \frac{\partial \eta}{\partial n} \frac{\mu_p^h}{\mu_p^n}$  — объемный износ

алмазного инструмента, приходящийся на единицу объема разрушенной породы;  $\gamma$ —масса алмазов в каратах, содержащихся в единице объема алмазосущего слоя инструмента.

Затраты  $C_0$  включают следующие составные части: расходы по заработной плате рабочих, непосредственно занятых на обслуживании установки, стоимость содержания оборудования и его ремонта, а также амортизационные отчисления.

Ширина щели пропила, как было выше сказано, определяется внешним диаметром алмазорежущей втулки, поперечные размеры которой зависят как от диаметра каната, так и от толщины алмазосущего слоя. Оптимальным соотношением указанных геометрических параметров инструмента можно считать такую взаимосвязь между ними, при которой заданная наработка каната по условиям его усталостного разрушения должна соответствовать времени полного износа алмазосущего слоя режущих элементов. В первом приближении предложенная связь имеет следующую форму [3]:

$$b = k_b \cdot k_n \cdot \sigma_n \cdot h, \quad (3)$$

где  $k_b$ —коэффициент пропорциональности, который отражает усталостно-прочностные свойства несущего каната, конструктивные особенности гибкого режущего инструмента, а также абразивную износостойкость алмазосущего слоя режущих элементов.

В дальнейшем необходимо отметить влияние контактного напряжения на величины  $A_{yo}$  и  $R_{yo}$ , которые представляют собой отношение коэффициентов  $\mu$ ,  $\mu_p^h$  и  $\mu_p^n$ , и поэтому изменяются согласно изменению данных коэффициентов от  $\sigma_n$ . Коэффициенты  $\mu_p^h$  и  $\mu_p^n$  показывают, какая доля энергии в общем ее балансе расходуется на разрушение породы и инструмента в процессе взаимодействия системы «порода—инструмент». Если при изменении силового режима распиловки происходит изменение доли энергии, расходуемой на разрушение породы и инструмента в сравнении с непроизводительными ее затратами на трение, то наблюдается определенная зависимость  $A_{yo}$  и  $R_{yo}$  от напряжения  $\sigma_n$ . Не останавливаясь на физической сущности изменения энергетики процесса разрушения, отметим лишь характер количественной связи между критериями  $A_{yo}$  и  $R_{yo}$  от  $\sigma_n$ . В определенном интервале  $\sigma_n$  указанные функции, как правило, можно представить степенной зависимостью вида:

$$A_{yo} = a_{yo0} - a_{y1} \sigma_n + a_{y2} \sigma_n^2;$$

$$R_{yo} = a_{ro0} - a_{r1} \sigma_n + a_{r2} \sigma_n^2,$$

откуда видно, что для каждой конкретной пары «порода—инструмент», характеризуемой коэффициентами  $a_{y1}$  и  $a_{r1}$ , существует минимальная область значений удельной работы разрушения и удельного расхода инструмента. Контактные напряжения, соответствующие оптимумам  $A_{yo}$  и  $R_{yo}$ , не совпадают, вследствие чего с точки зрения экономической целесообразности в дальнейших расчетах необходимо ориентироваться на значения

$$\sigma_n = 0,5 \frac{a_{r1}}{a_{y1}}, \text{ соответствующие условию } R_{yo} = \min.$$

Таким образом, определив взаимосвязь между шириной и высотой пропила в формуле (3) и оговорив условия выбора  $\sigma_n$ ,  $R_{yo}$  и  $A_{yo}$ , можно перейти к минимизации функции (2) с целью обоснования рациональной высоты пропила. Минимальной себестоимости пиления единицы поверхности камня соответствует условие  $\frac{\partial C}{\partial h} = 0$ , и тогда оптимальная высота пропила определяется как:

$$h_{opt} = \frac{1}{k_n \sigma_n} \left[ \frac{C_0}{C_k \left( \frac{C_1}{C_k} + \gamma \sigma \right) V_p} \frac{1}{k_{yo} \cdot k_{\varphi} \cdot k_b} \right]^{-1}$$

где  $k_{\varphi} = \mu \cdot k_{\varphi}$

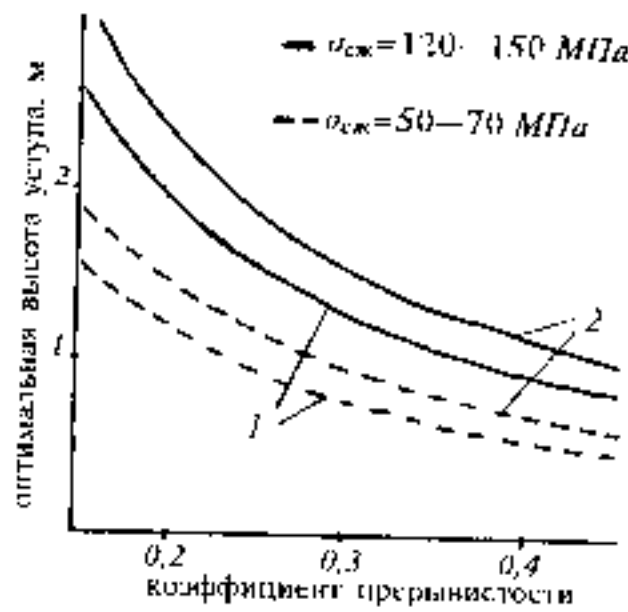
Из анализа полученного выражения можно сделать следующие основные выводы. На область оптимальных значений высоты пропила существенно влияние оказывают коэффициенты прерывистости поверхности  $k_n$  и величина контактного напряжения  $\sigma_n$ , а также соотношение частей затрат, обусловленных расходом на инструмент и издержками по зарплате на выполнение процесса пиления и технологическую подготовку работ. В каждом конкретном случае выбор величины  $\sigma_n$  сопряжен с определением области минимального расхода алмазного инструмента, и в этом смысле контактное напряжение является задаваемым (неуправляемым) параметром процесса. К этой же категории относятся и удельные затраты по инструменту, зарплате и обслуживанию камнерезной установки. Очевидно, что доля затрат будет снижаться с повышением скорости (интенсивности) резания и наоборот.

Как следует из вышесказанного, в качестве переменного управляемого параметра при определении оптимального диапазона высоты пропила должен рассматриваться лишь коэффициент прерывистости режущей поверхности. Закономерность экономического соотношения между высотой пропила и коэффициентом  $k_n$  такова, что наименьшему значению последнего соответствует предельная оптимальная величина высоты пропила, т. е. между параметрами  $h$  и  $k_n$  существует обратно пропорциональная связь.

Коэффициент прерывистости режущей поверхности является основной характеристикой конструкции инструмента, так как показывает долю длины контура, приходящейся на алмазорежущие элементы. Минимальная величина конструктивного коэффициента  $k_n$  соответствует такому положению алмазорежущих втулок вдоль каната, когда при его изгибе на распиливаемом блоке камня отсутствует контактное давление дистанционных элементов на дно пропила.

По линии резания происходит вторичный изгиб каната между двумя соседними алмазорежущими втулками, в результате чего канат и смонтированные на этих участках дистанционные элементы (пружины) получают радиальное смещение вплоть до контакта с породой. Это смещение зависит от длины пролета расположения алмазорежущих втулок и радиуса изгиба каната на распиливаемом блоке камня. Поэтому, задаваясь радиусом





Зависимость оптимальной высоты пропила (уступа)  $k_n$  от коэффициента прерывистости  $k_n$  для камня различной прочности:

$$1 - \frac{C_{II}}{C_n} = 0,5 \text{ карат/ч}; \quad 2 - \frac{C_{II}}{C_n} = 0,75 \text{ карат/ч}$$

сом линии резания, определяемым высотой блока камня, можно рассчитать минимальное значение коэффициента  $k_n$ , которое не приводит к нежелательному контакту дистанционных элементов с породой. В противном случае наблюдается снижение нормального давления втулок на распиливаемую породу, а также пониженный износ дистанционных пружин и их последующая поломка.

Расчеты показывают, что для разделяемых габаритов породы высотой не менее одного метра минимум коэффициента имеют значение  $k_n^{\min} = 0,15$ . С другой стороны, максимальное значение коэффициента  $k_n$  ограничивает конструктивное условие, при котором жесткость гибкого режущего инструмента существенно повышается с уменьшением расстояния между алмазорежущими втулками, что в итоге ведет к снижению усталостной прочности каната. При этом необходимо отметить влияние объема промежутков между алмазорежущими втулками на эффектив-

ность выноса шлама из зоны пропила. Участки контура между втулками являются сборниками транспортируемого шлама и поэтому их суммарная длина вдоль пропила должна быть увязана с количеством диспергированного материала породы. На основании конструктивных соображений, а также с учетом вышесказанного, максимальная величина коэффициента прерывистости режущей поверхности инструмента может быть рекомендована в пределах  $k_n^{\max} = 0,5 - 0,6$ .

Определив таким образом реальный интервал варьирования величины коэффициента  $k_n$ , мы устанавливаем и экономически обоснованные пределы изменения высоты пропила, в рамках которых достигаются наименьшие удельные затраты, связанные непосредственно с производством пропила (см. рисунок).

Исследования показывают, что для применяемого в настоящее время канатно-алмазного инструмента с удельным

$$\frac{U_a \cdot R_p}{\Delta_n} = 7,5 \cdot 10^{-9} - 2 \cdot 10^{-8} \text{ карат/Дж}$$

на горных породах типа мрамора с пределом прочности  $\sigma_{сж} = 50 - 150$  МПа для соотношения удельных долей затрат на зарплату, обслуживание

$$\text{и инструмент в пределах } \frac{C_c}{C_n} = 0,5 - 1$$

карт/ч и коэффициентом использования оборудования  $k_{ин} = 0,5 - 0,75$ , для режимных параметров распиловки  $\sigma_{сж} = 0,25 - 0,75$  МПа и  $V_p = 30 - 40$  м/с, соответствующих условию  $R_{ср} \rightarrow \min$ , минимальные затраты по обнажению единицы поверхности забоя достигаются при низкоуступной технологии добычи объемов камня, когда высота уступа не превышает размера товарного блока.

С повышением прочности мрамора оптимальная высота уступа снижается, а предельной величине добычного уступа  $h_y = 1,5 - 2,5$  м соответствует  $k_n = 0,2 - 0,15$ , для которого удельные затраты на распиловку минимальны. Удельные затраты на раз-

рушение канатно-алмазным инструментом низкопрочных пород мрамора меньше зависят от изменения высоты пропила от оптимальной величины, чем аналогичный показатель для высокопрочных пород, в связи с чем интервал рациональной высоты уступа у пород с  $\sigma_{сж} = 50 - 70$  МПа расширяется. Для разделки и пазовки некондиционных блоков  $h < 1$  в зависимости от прочности пород экономически целесообразно использовать канатно-алмазный инструмент с коэффициентом прерывистости режущей поверхности  $k_n = 0,25 - 0,50$ .

Обоснование рациональной высоты пропила дает возможность определить и рациональную ширину пропила согласно соотношению (3). Тем самым основными геометрическими параметрами, характеризующими конструкцию инструмента, взаимовывязываются с технологическими показателями процесса распиловки, что облегчает проектирование и создание высокоэффективного канатно-алмазного инструмента.

Предложенная методика расчета рациональных геометрических параметров забоя (пропила) имеет экономическую основу и направлена на разработку и внедрение алмазосберегающей технологии добычи и обработки природного камня. С помощью полученных оптимальных соотношений устанавливаются экономически целесообразные по высоте габариты монолита, блока камня, разделяемые канатными пилами как непосредственно в забое, так и при последующей переработке их в блоки или плиты-заготовки. При этом рациональная высота пропила закономерно увязывается с конструктивными параметрами гибкого режущего инструмента, а именно с внешним диаметром алмазорежущих элементов и шагом их расположения по длине контура. Результаты проведенных исследований имеют основополагающее значение для технико-экономических расчетов процесса резания горных пород и могут быть обобщены для всех видов алмазного инструмента.

#### Список литературы

1. Гайдукое Э. Э., Чернышкина Э. В. Оборудование для добычи блоков природного камня: Обзор. информ. // Строительное, дорожное и коммунальное машиностроение — М., 1986. В. 3. С. 8. 37с.
2. Першин Г. Д. Энергетический принцип расчета поверхностного разрушения горных пород алмазно-абразивным инструментом // Изв. вузов. Горный журнал. — 1992. №6. С. 69—76.
3. Першин Г. Д. Методика расчета геометрических параметров режущего канатно-алмазного инструмента // Изв. вузов. Горный журнал. — 1992. №7. С. 77—82.

## Дебет, кредит, сальдо... БУЛЬДО!

Система ведения бухгалтерского и складского учета, ориентированная на документооборот.

- гибкость настройки на специфику работы Вашей фирмы;
- изменяемый 3-х уровневый план счетов;
- регистрация, печать и проведение исходных документов (платежных поручений, кассовых ордеров, счетов, накладных);
- типовые операции - автоматическое проведение документов;
- ведение журналов хозяйственных операций, приходов и расходов товаров;
- формирование и печать основного набора бухгалтерских отчетов;
- построение развернутого сальдо для активных-пассивных счетов;
- аналитический учет по контрагентам в стоимостном выражении и по товарам - в стоимостном и натуральном выражении;
- легкость в освоении, подробное руководство пользователя.

АО "ЭПАС" : (095) 267-3350, 438-0375

## Высокоэффективные мельницы в производстве строительных материалов

Создание нового поколения минеральных вяжущих материалов (ВНВ, ТМЦ), быстротвердеющих ПЦ и ШПЦ и др., а также подготовка сырьевых материалов для их последующей переработки сопряжены с необходимостью тонкого измельчения. От того, насколько тонко удастся измельчить материал, во многом зависят и возможности расширения использования отходов различных отраслей промышленности, и получение местных вяжущих материалов на их основе на региональных помольных установках.

Известно, что помол является весьма энергоемким технологическим процессом в производстве минеральных вяжущих порошков-наполнителей. Так, в цементной промышленности общие затраты электроэнергии на производство 1 т цемента составляют в среднем 110—130 кВт·ч, в том числе на помол сырья и клинкера 45—55 кВт·ч, т. е. примерно 50%. Все это заставляет промышленность искать новые энергосберегающие технологии помола и высокоэффективное помольное оборудование.

Машиностроительная промышленность выпускает машины и оборудование для тонкого измельчения материалов различного типа и назначения. Проводится большая работа по совершенствованию существующих конструкций машин и созданию нового оборудования. Предлагаемые новые мельницы обеспечивают существенное снижение себестоимости продукции при одновременном повышении ее качества, сокращаются эксплуатационные расходы, составляющие значительную часть общих расходов на переработку сырья.

Конструктивное исполнение предлагаемого оборудования обеспечивает

полимеханическое воздействие на измельчаемый материал главным образом за счет его сдвига, изгиба и растяжения при быстром отводе из рабочей зоны материала, частицы которого достигли требуемого размера.

В Московском автомобильно-дорожном институте на кафедре «Дорожные машины» МП «ИНТЭКО-МАДИ» создана роторная мельница, в которой реализованы новые конструктивные решения.

Ротор имеет упругий рабочий элемент, в центральной части которого есть полое пространство для прохода материала. В процессе вращения роторов внутри помольной камеры образуются три зоны воздействия на материал. В первой материал истирается и раздавливается о стенки помольной камеры под действием центробежных сил, во второй зоне материал саморазрушается при соударении встречных потоков материала. В третьей зоне, основной, он подвергается интенсивному истиранию между мелющими рабочими элементами под двойным действием центробежных сил. При этом происходит избирательное воздействие рабочих органов на измельчаемый материал. Крупные частицы разрушаются в I и II зонах, а их дробление—истирание происходит в III зоне при взаимодействии с элементами зубчатоподобного зацепления. Подвижность линии контакта и перекрытие рабочих зон усиливают эффект истирания. Предложенная конструкция обеспечивает высокий истирающий эффект в зоне контактов витков и ударное разрушение материала благодаря встречно направленным потокам.

Роторные мельницы с интенсифицирующим рабочим органом хорошо

перерабатывают материалы с различными коэффициентами размалываемости. Удельная масса мельницы данной конструкции на порядок меньше, чем масса шаровых и вибрационных мельниц. Это достигается не только за счет избирательности воздействия, но и благодаря высокоскоростному и многократному приложению усилий к обрабатываемому материалу. Предлагаемая мельница позволяет производить сухой и мокрый помол материалов, при этом принцип действия оборудования сохраняется.

МП «ИНТЭКО-МАДИ» выпускает два вида мельниц, работающих по вышеизложенному принципу: РМИ-2 для лабораторий (переносная) и РМИ-20 (передвижная).

Оба варианта мельниц предназначены для измельчения строительных материалов и отходов промышленности для их последующего использования.

Технические характеристики мельниц представлены в таблице.

Лабораторные и опытно-промышленные исследования работы мельниц показали, что тонкость помола и зерновой состав зависят от частоты вращения роторов, времени измельчения и зазоров между корпусом и подвижными элементами в помольной камере. Имеется возможность в широких пределах регулировать тонкость помола конечного продукта путем варьирования параметров процесса измельчения. При определенном режиме работы мельница может быть использована в качестве смесителя-активатора.

В настоящее время разрабатывается мельница производительностью 15—20 т/ч, мощностью привода 70—90 кВт. Установка трех мельниц параллельно обеспечивает производительность 45 т/ч по готовому продукту.

Экспериментальные данные по помолу портландцемента марки 500 Старооскольского цементного завода с исходным значением удельной поверхности  $S = 260 \text{ м}^2/\text{кг}$  (по ПСХ-4) показали, что для достижения значений  $S = 500—520 \text{ м}^2/\text{кг}$  при домоле в мельнице РМИ-20 потребовалось 12 мин. Для достижения тех же значений тонкости при домоле цемента в шаровой мельнице ММЛ потребовалось 60 мин. При этом затраты электроэнергии составили соответственно 0,4 и 1,1 кВт.

Показатели	РМИ-2	РМИ-20
Производительность, т/ч	0,15—0,4	0,5—1,5
Потребляемая мощность, кВт	2—4	15—20
Габаритные размеры, мм	640×400×540	1550×970×930
Масса, кг	70	890
Крупность материала, мм	до 15	до 15
исходного	до $10^3$	до $10^3$
конечного		

Производительность при домоле известняка с коэффициентом размалываемости 1,3 до 8—10% остатка на сите №008 от массы сухого материала

## Нарушенность массива при ведении взрывных работ

При разработке месторождений природного облицовочного камня нередко возникает необходимость организации добычного карьера на блочный камень вблизи действующего карьера, где ведутся работы с применением массовых взрывов бризантных взрывчатых веществ (ВВ).

Такие ситуации возникают вблизи карьеров на щебень, цементное сырье, карьеров по добыче руд черных и цветных металлов.

Конкретные данные о величине зоны техногенной нарушенности сплошности массива горных пород при производстве массовых взрывов получены нами на южном участке Шкурлатовского месторождения гранитов при детальном изучении скважин эксплуатационной разведки.

Месторождение приурочено к воронежскому кристаллическому выступу. В геологическом строении месторождения принимают участие граниты докембрийского возраста и перекрывающие их осадочные породы палеозоя и мезозоя.

Среди гранитоидов наиболее широким распространением пользуются крупно- и среднезернистые биотит-роговообманковые граниты, граносиениты и сиениты.

Из гранитов темные, зеленоватые разновидности больше распространены в верхних частях массива и в южной части карьера. К северу и с глубиной доля красных, мясо-красных гранитов увеличивается.

Зеленовато-серые с розовым и красным оттенком граниты иногда разгнеивованы. Они более или менее однородны как по минеральному составу, так и по сети трещин. Для зеленоватых гранитов характерна слегка уплощенная в горизонтальном направлении структура сети трещин.

Красные граниты более неоднородны, для них характерны жилы и прожилки белого и серого кварца, зоны окварцевания. Структура сети трещин у красных гранитов неупорядоченная, косоугольная, большей частью изотропная. Трещины в этих гранитах обычно залечены темноцветными минералами.

По данным геологоразведочных работ, для массива Шкурлатовского месторождения характерны три системы трещин: две субвертикальные, с азимутами падения СВ 290—310°

и СВ 30—60°. Третья система имеет субгоризонтальную ориентировку трещин.

На границах между кристаллическими и осадочными породами отмечается кора выветривания мощностью от нескольких сантиметров до 10 м, представленная в различной степени измененными гранитами, их обломками, дресвой, песчано-глинистым материалом.

Перекрываются граниты девонскими аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников. Общая мощность толщи от 10 до 25 м. Выше лежит толща писчего мела мощностью до 20 м.

Четвертичные отложения представлены слоями песка с прослоями глин, общая мощность которых может достигать 20 м.

Граниты месторождения пригодны для производства щебня марок 1200—1400, по морозостойкости соответствуют марке 200.

Для производства добычных работ бурятся скважины диаметром 250 мм по сетке от 5х5 до 6,5х6,5 м в зависимости от высоты уступа, которая составляет 12—15 м. В качестве ВВ используется тротил в смеси с гранулатом и гранибором. Удельный расход ВВ составляет 0,92 кг/м<sup>3</sup>. Общая масса ВВ за один взрыв достигает 300 т.

Скважины эксплуатационной разведки пробурены в юго-восточном борту карьера с соблюдением необходимых технологических правил, обеспечивающих сохранность столбиков керна. Подсчеты блочности проводились по скважинам, сгруппированным в три линии, параллельные бровке добычного уступа. По каждой из скважин подсчитаны показатели блочности по горизонтам через 5 м, а по каждой из линий подсчитаны средние расстояния до зоны ведения взрывных работ, средняя блочность по горизонтам.

Статистическая обработка данных показывает, что между показателями блочности (ПБ) по скважинам и расстоянием до зоны взрывных работ существует зависимость с парным коэффициентом линейной корреляции  $K_{xy} = 0,71$ , которая представлена на рис. 1. Полученная кривая показывает устойчивую тенденцию увеличения блочности по мере удаления от зоны ведения взрывных работ в глубь массива.

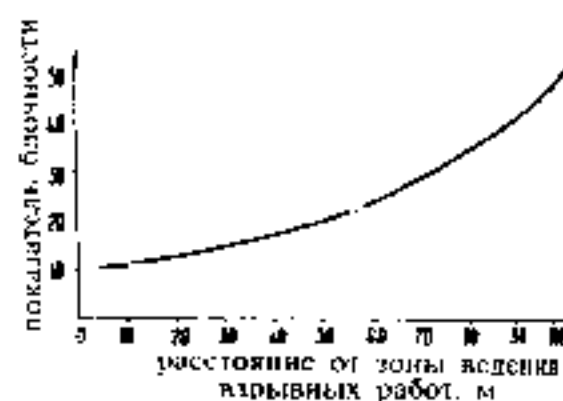


Рис. 1. Зависимость средних показателей блочности в линии скважин от средних расстояний до ведения взрывных работ

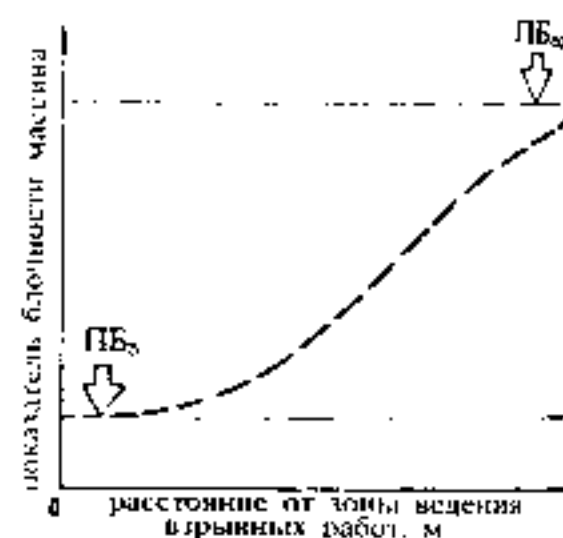


Рис. 2. Теоретическая кривая зависимости блочности от расстояния взрывных работ

$PB_n$  — уровень естественной блочности ненарушенного массива;  $PB_m$  — максимальные значения показателя блочности в зоне ведения взрывных работ

Зависимость с коэффициентом корреляции 0,94 аппроксимируется функцией  $Y = 1,6x^{0,7}$ .

Теоретически такая зависимость более сложная, носит гиперболический характер и может быть представлена в виде графика, изображенного на рис. 2. Минимальные значения показателя блочности по оси ординат соответствуют некоторой незначительной части сохранившейся после взрыва монолитной части массива. Максимальные значения показателя блочности соответствуют уровню естественной блочности массива в ненарушенной его части.

Зная характер функции, мы можем построить график зависимости (рис. 1) методом экстраполяции до получения максимальных значений функции по оси ординат. При этом необходимо использовать несколько положений:



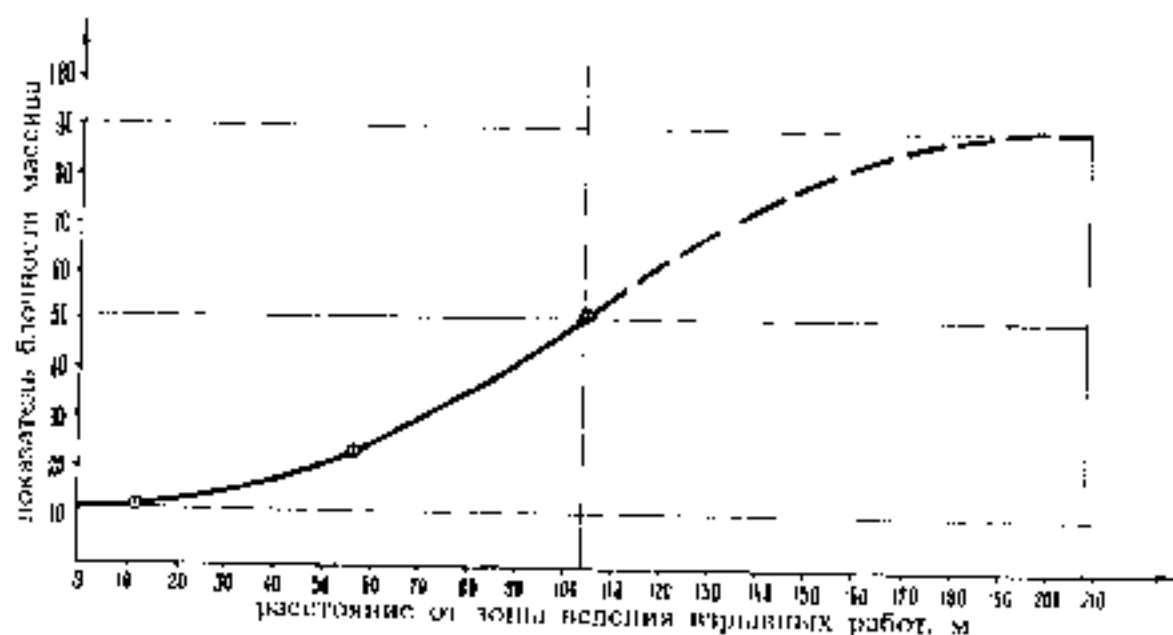


Рис. 3. Кривая зависимости блочности (ПБ) от расстояния до зоны ведения взрывных работ

- максимальные значения функции по оси ординат соответствуют показателю блочности массива в ненарушенной его части. За такую величину мы можем принять среднее значение показателя блочности по скважинам третьей линии в интервале горизонта +25 м, который находится на 10 м ниже уровня уступа, где производятся взрывные работы, и достаточно удален от зоны непосредственного воздействия взрыва. Значение показателя блочности составляет здесь 90,1;
- зная свойство симметричности гиперболических кривых, мы находим, что ось симметрии кривой находится между значениями 90,1 и 11,5 по оси ординат и соответствует значению  $Y=50,8$ . В законченном виде график зависимости представлен на рис. 3. Полученная кривая показывает, что зона техногенного воздействия на массива при производстве массовых взрывов бризантных ВВ (при при-

веденных выше параметрах) составляет 208 м.

Нарушенность блочности массива можно представить в виде выражения

$$H = \frac{E_{лб} - T_{лб}}{E_{лб}} \cdot 100\%,$$

где:  $H$  — нарушенность блочности массива,  $E_{лб}$  — показатель естественной блочности массива,  $T_{лб}$  — показатель блочности массива после проведения взрывных работ.

На рис. 4 представлена зависимость нарушенности блочности массива от расстояния до зоны ведения взрывных работ.

Согласно кривой, на расстоянии 156 м от зоны ведения взрывных работ техногенное воздействие на массив приводит к уменьшению его естественной блочности на 10%, а на расстоянии 122 м блочность массива от воздействия ударной волны уменьшится на 30%.

В аналитической форме полученная кривая аппроксимируется функцией вида:

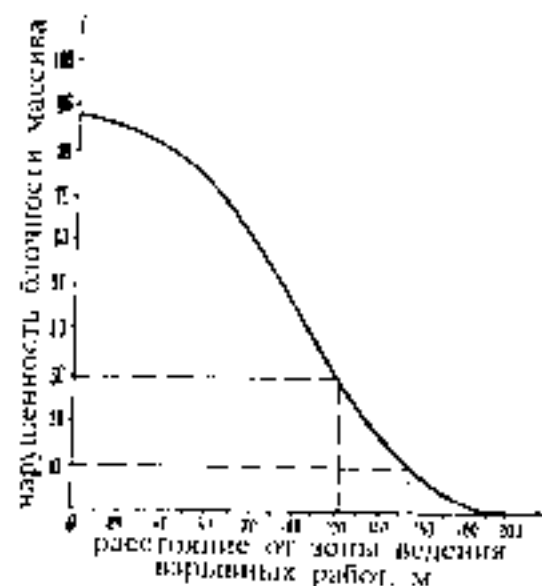


Рис. 4. Зависимость техногенной нарушенности блочности массива от расстояния до зоны ведения взрывных работ.

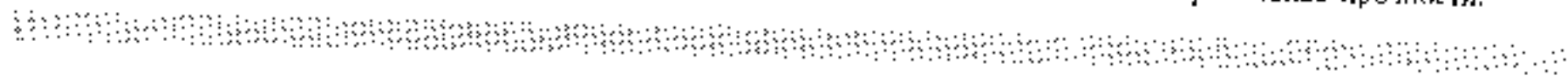
$$H = -0,0035^2 + 0,1S + 75,9,$$

где  $S$  — расстояние до зоны ведения взрывных работ.

Полученные данные могут быть использованы при проектировании карьеров по добыче блоков природного камня, когда требуется выбрать участки с минимально допустимым техногенным воздействием взрывных работ или максимально исключить таковое.

Более точными такие расчеты будут для условий, сходных со Шкурлатовским месторождением гранитов.

При устройстве карьеров в менее крепких породах (мраморах, известняках, габбро), где параметры буровзрывных работ менее жесткие, данные о зоне техногенного воздействия массовых взрывов, рассчитанные по приведенному выше графику, будут гарантированно надежными, а заключение о необходимом демпферном слое массива будет иметь некоторый запас прочности.



18–20 октября 1994 г. секция «Нерудные строительные материалы» Российского научно-технического союза строителей совместно с институтом ВНИПИИстромсырье проводят седьмое Всероссийское совещание нерудников. На совещании предполагается рассмотреть технические, экономические и экологические вопросы добычи, переработки и использования минерального сырья в промышленности строительных материалов. Совещание состоится в Москве. Стоимость билета без НДС 50 тыс. р. Доклады публикуются. Лучшие доклады производственных организаций получат премию.



**Генеральный спонсор совещания — АО «Павловскгранит»**

Телефоны для справок в Москве:  
(095) 176–26–59 Георгий Романович Буткевич  
917–70–38 Галина Евгеньевна Абрамова

Для получения приглашений билетов просим перечислить деньги на расчетный счет ВНИПИИстромсырья №581301 в Первомайском филиале МИБ, МФО 201177; корр. счет 426161500 в РКЦ ГУ РФ, МФО 201791.

**Не забудьте сообщить Ваш почтовый адрес!**

УДК 658.562

Е. И. ЮМАШЕВА, инженер

## Научно-техническая конференция «Неразрушающий контроль в науке и индустрии-94»

Качество неразрушающего контроля рассматривается в нескольких аспектах, представляющих собой звенья одной цепи. На конференции, проведенной в начале июня в Москве, рассматривались проблемы, связанные с методами и аппаратурой для осуществления различных способов неразрушающего контроля качества материалов и изделий, а также вопросы построения системы сертификации в области неразрушающего контроля.

Организаторами конференции «Неразрушающий контроль в науке и индустрии-94» выступили Государственный комитет Российской Федерации по высшему образованию, Российская инженерная академия, Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана и научно-учебный центр «Контроль и диагностика» при МГТУ им. Н. Э. Баумана при спонсорской поддержке московского «НАЧбанка».

Роль неразрушающих методов контроля в развитии современной науки и техники общеизвестна. Хорошее состояние большинства приборов, механизмов, устройств и надежная их работа были бы невозможны без использования неразрушающего контроля. Особую актуальность приобрело использование этого метода в техническом диагностировании оборудования, выработавшего свой расчетный ресурс.

В процессе формирования рыночных отношений изменились функции министерств и ведомств, которые практически отошли от непосредственного управления предприятиями и осуществляют регулирование посредством рыночно-экономических механизмов. В этой связи происходят коренные изменения системы управления промышленных производств, что выражается, в частности, в сосредоточении практически всех вопросов по обеспечению технической безопасности на

уровне предприятий. Применение методов неразрушающего контроля дает возможность своевременно проводить работы, направленные на модернизацию и ремонт технологического оборудования, снизить аварийность и травматизм.

Одним из участников разработки и контроля научно-технических программ по приоритетным направлениям промышленной безопасности является Госгортехнадзор. Особое место в его деятельности занимает организация эффективной системы неразрушающего контроля оборудования, который является одним из важнейших факторов обеспечения его безопасной эксплуатации от момента изготовления до списания. Система неразрушающего контроля, используемая при изготовлении и техническом диагностировании подконтрольного Госгортехнадзору оборудования, включает следующие направления:

- создание нормативно-технических документов, регламентирующих порядок осуществления контроля за подготовкой специалистов;
- подготовка и аттестация специалистов неразрушающего контроля;
- разработка методик неразрушающего контроля и технического диагностирования конкретных видов подконтрольного оборудования;
- результирование деятельности по проведению неразрушающего контроля конструкций и оборудования.

Реализуя свои права в области нормативного регулирования, Госгортехнадзор России разработал и утвердил ряд нормативных документов, регламентирующих вопросы неразрушающего контроля оборудования — это правила аттестации специалистов неразрушающего контроля, правила устройства безопасной работы паровых и водогрейных кот-

лов, трубопроводов пара и горячей воды, сосудов, работающих под давлением, грузоподъемных кранов и др.

Указанные документы устанавливают, в частности, требования проведения диагностики, подготовки специалистов неразрушающего контроля, уровня их квалификации, периодичность и порядок проверки их знаний и практических навыков. Принятая система квалификации и аттестации специалистов, осуществляющих контроль неразрушающими методами на объектах, определяет структуру и принципы формирования аттестационных органов, требования к общеобразовательной и специальной подготовке специалистов и др.

Кроме того, на Госгортехнадзор возложена функция выдачи лицензий предприятиям и организациям, осуществляющим техническое диагностирование и контроль оборудования и материалов неразрушающими методами.

На конференции была представлена группа докладов, посвященных неразрушающему контролю технологического оборудования. Среди них доклад Л. М. Логина из Самарского государственного аэрокосмического университета «**Неразрушающий контроль жидкостных систем технологического оборудования по параметрам рабочей жидкости**». Суть метода состоит в том, что измеряется уровень загрязнения рабочей жидкости гидросистемы и оценивается износ агрегатов по появлению металлических частиц (загрязнений). Многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов показывают, что присутствие в рабочей жидкости механических частиц особенно сильно сказывается на работе распределительных устройств с цилиндрическими золотниками, так как может привести к их заклиниванию. Присутствие эмульгированной воды, ко-



торую тоже можно рассматривать как загрязнение рабочей жидкости, также приводит к коррозии и заклиниванию устройств. Гранулометрический состав и материал частиц, выделяемых узлом трения, дают информацию о техническом состоянии как всего агрегата в целом, так и его отдельных узлов. Для осуществления данной методики необходимы датчики неразрушающего контроля параметров жидкости, которые могут быть установлены непосредственно в трубопроводе после наблюдаемого узла трения (агрегата) — датчики встроенного контроля. В ОНИЛ-16 СГАУ разработана целая гамма датчиков на основе фотоэлектрического, пьезоэлектрического, вихретокового и ультразвукового методов контроля параметров жидкости, которые с успехом используются для диагностики технического состояния узлов трения и позволяют обнаруживать критические ситуации в состоянии объектов контроля в процессе их эксплуатации.

А. А. Дубова из НПО «Энергодиагностика» в докладе «Диагностика прочности оборудования и конструкций на основе магнитной памяти металла» предлагает использовать явление намагничивания в процессе эксплуатации для определения концентрации напряжений трубопроводов и других конструкций. Способ основан на использовании магнитоупругого и магнитомеханического эффектов. Методики контроля представляют принципиально новый подход в области диагностики оборудования, находящегося в эксплуатации. В них используется условие, при котором конструкция показывает свои слабые места в виде магнитной памяти металла.

Основные преимущества нового магнитного способа диагностики по сравнению с известными мировыми аналогами следующие: он не требует специальных намагничивающих устройств; неизвестные заранее места концентрации напряжений определяются в процессе контроля; не требуется зачистки металла и какой-либо другой подготовки контролируемой поверхности; для выполнения контроля можно использовать приборы, имеющие малые габариты и автономное питание.

Использование нового способа диагностики наиболее эффективно для ресурсной оценки основных узлов оборудования. По зонам концентрации напряжений, в которых процессы коррозии, усталости и ползучести металла развиваются наиболее интенсивно, и по конкрет-

ным критериям, изложенным в специальных методиках, определяется возможность определить величину и направление развития будущей трещины, начиная с уровня структуры металла.

Представляют интерес для нашего читателя доклады, посвященные контролю производственных процессов. Группа ученых Сибирского физико-технического института представила доклад «Унифицированный металлообнаружитель», в котором говорится, что одной из актуальных проблем современного производства является защита высокопроизводительного оборудования от поломок, обусловленных попаданием инородных металлических предметов в перерабатываемое сырье. В основу разработки был положен модульный принцип, обеспечивающий достаточно высокую гибкость проектирования металлообнаружителя для различного технологического оборудования.

Набор функциональных узлов позволяет реализовать как одноканальные, так и многоканальные устройства обнаружения. В зависимости от размеров контролируемой зоны и минимальной обнаруживаемой массы металлического объекта металлообнаружитель может комплектоваться соответствующим датчиком. На базе унифицированного набора аппаратных средств разработан одноканальный детектор МД-10, предназначенный для обнаружения инородных металлических предметов в потоке материала, транспортируемого при помощи ленточных конвейеров с шириной ленты до 800 мм. Минимальная обнаруживаемая масса — 1 г, диапазон скоростей 0,1—10 м/с.

Другая разработка СФТИ — системы радиолокационных средств контроля уровня жидких, твердых и сыпучих материалов — ориентирована на создание комплекса универсальных средств измерения расстояний и уровня различных продуктов в технологических емкостях и хранилищах. Разработанная аппаратура призвана заменить целую гамму оптических и акустических уровнемеров, используемых в настоящее время. В основу разработки положен принцип ближней радиолокации с использованием ЛЧМ сигналов в диапазоне миллиметровых волн. Оригинальная система автокалибровки обеспечивает точность измерения в диапазоне температур  $-50$ — $+35^{\circ}\text{C}$ .

Состав аппаратных средств системы позволяет создавать измерительные комплексы различной конфигурации с учетом специфики кон-

кретного производства, а также обеспечивает возможность организации автоматизированных систем учета объемов исходного сырья и готовой продукции по всему парку емкостей как по группам продуктов, так и по каждой емкости отдельно.

Значительное время на конференции было уделено вопросам сертификации оборудования неразрушающего контроля и продукции. При формировании рыночных отношений в нашей стране эта проблема встает со всей остротой, так как несертифицированная продукция на 40—60% дешевле. Уже год высшая школа работает над реализацией программы сертификации. По инициативе ряда вузов, промышленных предприятий, деловых кругов была создана Российская ассоциация по сертификации. В 1992 г. решением Госкомитета по высшей школе при МГТУ им. Н. Э. Баумана был создан научно-учебный центр, который одним из первых в стране поставил вопрос о сертификации специалистов.

Сертификация в настоящее время — одна из наиболее широко применяемых форм обеспечения качества продукции. Одновременно она является официальным удостоверением конкурентоспособности продукции. Как всякая сложившаяся область общественной деятельности, сертификация обладает своей системой понятий и правилами реализации своих функций. Являясь одним из направлений стандартизации, сама она регламентируется документами нормативно-технического характера. Начиная с 60-х годов понятия, принципы, правила и процедуры в этой области развивались и формировались на международном, региональном и национальном уровнях. В рамках международной организации по стандартизации разработкой основополагающих материалов занимается специальный орган — комитет по оценке соответствия (КАСКО). Программа работ КАСКО ориентирована на методологическое обеспечение создаваемых систем сертификации. Европейская экономическая комиссия разрабатывает рекомендации по заключению соглашений о сертификации, адресуя их правительствам стран. Эти документы исходят из необходимости нахождения общих принципов для соглашения регионального или двухстороннего характера и направлены на преодоление тарифных барьеров международной торговли.

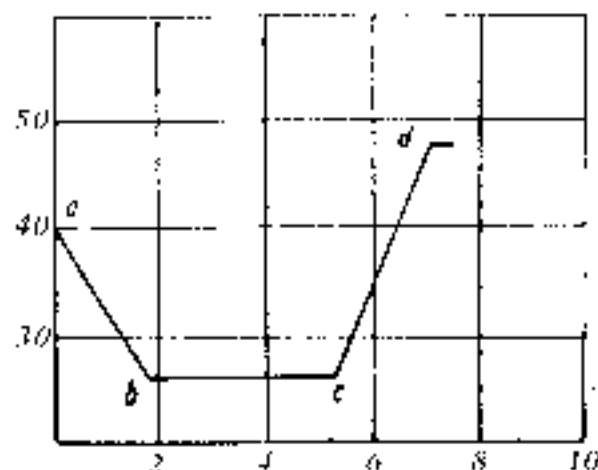
## Электрокинетический метод контроля процесса твердения известково-цементного раствора

При производстве и эксплуатации различных строительных материалов можно зарегистрировать физические явления, сопровождающие все стадии производства [1]. К ним относятся тепловые, внутренние электрические и акустические поля, которые возникают при химическом и физико-химическом взаимодействии на стадии формирования структуры, тепловой обработки, а также на отдельных операциях.

Как показано в [1], электрические поле внутри образца тяжелого бетона оценивалось по величине электрического напряжения, затухание которого до нескольких милливольт продолжалось при температуре 20°C примерно 36 ч. Формирование внутреннего электрического поля характеризует кинетику реакции гидратации, роста кристаллических новообразований, формирование поровой структуры и взаимодействие цементного теста с поверхностью заполнителей.

С технологической точки зрения изменение внутреннего электрического поля бетона можно рассматривать как показатель набора прочности на начальных стадиях твердения. Момент полного исчезновения электрического поля может быть истолкован как момент для фиксации достижения расклубочной прочности. Но для практического использования необходима корреляция временных и температурных условий твердения [1].

В МГСУ разработан электрический метод контроля и регулирования процесса тепловлажностной обработки плотного силикатного бетона и силикатного кирпича [2], основанный на снятии интегральных характеристик изменения разности потенциалов  $U$  на образце при пропускании через него переменного тока промышленной частоты, ограниченного по амплитуде. При этом экспериментально доказано, что качественный характер интегральной зависимости изменения разности потенциалов на образце в процессе термообработки имеет закономерности, определяемые физико-химическими процессами твердения и явлениями тепло- и массопереноса [2].



Изменение потенциала протекания  $U$  во времени при твердении образца раствора марки 50

Зависимость  $U(t)$  характеризуется наличием 4 периодов: уменьшением разности потенциалов на образце, ее стабилизацией, ростом и насыщением. Как указано в [2], период снижения разности потенциалов и ее стабилизации соответствует образованию высокоосновных гидросиликатов кальция и является первым этапом твердения, а период последующего увеличения разности потенциалов — второй этап твердения — характеризуется образованием низкоосновных гидросиликатов кальция. Способ [2] является весьма эффективным для определения продолжительности тепловлажностной обработки материалов с целью оптимизации режима. Однако измерительная схема метода имеет ряд недостатков, затрудняющих его более широкое применение.

Во-первых, чувствительность измерительной схемы, в которой используется кондуктометрический метод [3], позволяет применять его только при влажности материала 6—9%. Во-вторых, в схеме присутствует внешний источник напряжения, что может повлиять на характер твердения и структурообразования материала.

Для качественной оценки процессов твердения и структурообразования бетонов и растворов предлагается электрокинетический метод. Суть его состоит в следующем. Если на торцы капилляра, через который проталкивается жидкость, наложить измерительные электроды, то на них

образуется разность потенциалов (потенциал протекания  $E$ ) [4]. Потенциал протекания вызывается движением зарядов — конвективным (поверхностным) током  $I_s$ . Появившийся потенциал  $E$  является причиной образования обратного объемного тока  $I_v$  — тока воссоединения.

Таким образом, пористая структура может быть отнесена к источнику электрической энергии с внутренним сопротивлением (сопротивлением воссоединения)  $R_v$  и поверхностным сопротивлением  $R_s$ . Пористую структуру можно считать источником тока, для которого выполняется соотношение

$$U = \frac{E \cdot R_s}{R_v + R_s}, \quad (1)$$

где  $U$  — падение напряжения на поверхностном сопротивлении  $R_s$ .

Потенциал протекания определяется по формуле [5]:

$$E = k \cdot \Delta P, \quad (2)$$

где  $k$  — коэффициент пропорциональности, В/Па;  $\Delta P$  — перепад давления на пористой перегородке, Па.

Перепад давления в уравнении (2) представляет собой движущую силу, в качестве которой при сушке и твердении материала может выступать как разность температур, так и разность потенциалов влагопереноса.

В случае изотермической выдержки материала перепад давления в стационарном режиме является постоянной величиной, поэтому и величина  $E = \text{const}$ . Учитывая, что  $R_v \gg R_s$ , изменение напряжения  $U$  (величина регистрируется внешней измерительной аппаратурой) будет определяться главным образом изменением  $R_s$ , находящегося в числителе формулы (1).

Экспериментальную апробацию предложенного метода проводили на образце известково-цементного кладочного раствора марки 50. Цилиндрический образец диаметром 70 мм помещали в пластиковый стакан между измерительными электродами из нержавеющей стали. Электрод — прямоугольная пластина длиной 70 мм и шириной 18 мм. Расстояние между электродами 25 мм. Потенциал протекания регистрировали цифровым мультиметром типа Ф4800. Средняя

температура воздуха 18°C, относительная влажность 70%.

Результаты экспериментов представлены на рисунке. На потенциальной кривой можно выделить три характерных участка: *ab*, *bc*, *cd*. Участок *ab* соответствует выделению физико-механически связанной влаги, так как для получения раствора необходимо значительно большее количество воды, чем то, которое требуется для реакций гидратации и гидролиза. Выделение этого вида влаги приводит к уменьшению  $R_c$  и тем самым к снижению  $U$ . Процесс удаления выделившейся влаги является стационарным при изотермической выдержке; в этом случае  $U = const$  (участок *bc*). В процессах гидролиза и гидратации влага химически связывается с материалом, что вызывает возрастание поверхностного сопротивления  $R_c$  и, следовательно, увеличение  $U$  (участок *cd*). Точка *d* соответствует достижению уровня прочности начального этапа твердения. В целом временной характер кривой *abcd* хорошо согласуется с известными из практики процессами набора прочности бетонов и растворов [6].

Таким образом, научно-практическая ценность предложенного метода заключается в возможности организации активного контроля процесса твердения растворов и бетона и определения оптимального достижения необходимой прочности.

#### Список литературы

1. Давыдов П. Н. Основы феноменологии строительных материалов // Строительные материалы. 1993, №4.
2. Перегудов В. В., Щерблякина Т. П., Гусев В. В. Определение оптимального времени тепловлажностной обработки силикатного кирпича // Строительные материалы. 1980, №4, С. 19—20.
3. Берлинер М. А. Электрические измерения, автоматический контроль и регулирование влажности. М.: Энергия, 1965. — 488 с.
4. Степан В. А., Титов Н. Я. Метод оценки кинетики удаления влаги при сушке электродов // Сварочное производство, 1978, №8, С. 48—49.
5. Касимов М. С. Электрокинетические преобразователи информации. — М.: Энергия, 1973. — 136 с.
6. Якубовский В. В. Железобетонные и бетонные конструкции. — М.: Высшая школа, 1970. — 486 с.



## ПРИГЛАШАЕМ НА НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ СЕМИНАР ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ



*Уважаемые дамы и господа!*

Компания «Геркулес Восточная Европа» (США) (отделение «Аквалон» (Германия)) и АО «Полимерсинтез» (Россия) (отделение «Эфиры целлюлозы») проводят научно-практический семинар для производителей сложных сухих строительных смесей, других цементно- и гипсосодержащих строительных материалов и водноэмульсионных красок.

#### В программе семинара:

- ознакомление с компанией «Геркулес Восточная Европа» и научно-технической фирмой «Эфиры целлюлозы»;
- представление разработок и продуктов — эфиров целлюлозы, применяемых в качестве добавок для повышения качества строительных материалов и работ.

Семинар состоится 14—15 сентября 1994 г.  
в г. Владимире.

По всем вопросам  
приглашаем обращаться по адресу  
600016, г. Владимир, ул. Фрунзе, 77  
АО «Полимерсинтез»,  
отделение «Эфиры целлюлозы»  
Директор **БОНДАРЬ Валентин Анапьевич**  
телефон (8-09222) 7-62-23, 1-55-83  
факс (8-09222) 1-55-83, 1-56-74.



**Внимание проектных,  
строительных организаций и фирм,  
индивидуальных застройщиков!**

СП «Мосварт» предлагает  
стальные штамповарные радиаторы  
европейского дизайна и качества

- быстрый разогрев
- эффективность обогрева
- экономия площадей и энергоносителей
- большой выбор типоразмеров
- удобство и быстрота монтажа

Адрес: 125171, Москва,  
Ленинградское ш., 16  
Телефон: (095) 156-75-77,  
150-26-96  
Факс: (095) 943-00-24



П. И. БУЙНЫЙ, Н. М. ШМЕЛЕВ, инж. (фирма «Нижегородспецгидрострой»),  
В. М. БАРАНОВ, инж. (фирма «Нижегородстрой»)

## Применение кровельных материалов компании СВЕПКО (США)

Фирма «Нижегородспецгидрострой» широко использует высококачественные кровельные и гидроизоляционные материалы компании СВЕПКО (США) (SWEPKO — Southwestern Petroleum Corporation, USA). Кровельные материалы SWEPKO Heavy Duty являются продуктами специальной переработки высококачественной нефти, базирующимися на растворителях в сочетании со специальными ингредиентами, обеспечивающими высокую прочность, долговечность и высокие защитные свойства. Они отличаются от традиционно применяемых у нас в стране материалов по своему составу, свойствам и условиям производства работ. Эти материалы применяются в различных климатических зонах при высоких летних температурах до +35°C и при отрицательных температурах в зимних условиях до -25°C. Нагреваясь на солнце, они не приобретают избыточной пластичности и текучести, не подвергаются коксованию, при отрицательных температурах не становятся хрупкими.

Кровельные материалы используются без предварительного разогрева, так как они содержат уникальные ингредиенты: специальное высокопрочное микроволокно («Heart of Texas» Asphalt), тонкомолотые синие-черные сланцы.

Применяются главным образом три вида материалов, которые отличаются по составу, консистенции и назначению.

Основной материал — кровельное покрытие на базе растворителя, изготавливается из высококачественного микроволокна и других специальных SWEPKO-ингредиентов, которые обеспечивают ему долговечность и надежные защитные свойства. Материалом хорошо гидроизолируются, защищаются и консервируются как старые, так и новые битумные, железобетонные и металлические кровли.

Кровля из этого материала характеризуется превосходной адгезией не только к сухим, но и к влажным поверхностям, поэтому не исключается выполнение работ и при ненастной погоде. Она выдержала ускоренные погодные испытания в течение 4000 ч, при определении пластичности при

0°C отсутствовали трещины и разрывы. При 60°C оседание и сползание кровли не превышало 6 мм, отсутствовало пузырение. При испытании и эксплуатации кровли отсутствует водопроницаемость, известкование и коркообразование, наблюдается весьма умеренная эрозия. Кровля имеет хорошую устойчивость к слабым кислотам и щелочам и слабую — к нефтяным растворителям.

### Физико-химические характеристики Heavy Duty Roof Coating

Плотность при 15,5°C, кг/м <sup>3</sup> .....	9,8x10 <sup>4</sup>
Время поверхностного пленкообразования, ч .....	1
Время полного высыхания, ч .....	24
Толщина сырой пленки при 1 л/м <sup>2</sup> , мм .....	1
Толщина сухой пленки при 1 л/м <sup>2</sup> , мм .....	0,6
Вязкость при 25°C, с .....	38-58
Нелетучие компоненты, % массы ..	67
Доля битума, растворимого в CS <sub>2</sub> , % массы ..	99,9
Битумная смола, % массы .....	58
Нефтяные растворители, % массы .....	32
Минеральные стабилизаторы и добавки, % массы .....	10

Приведенные показатели и нормативы соответствуют стандартам США. В данном случае это федеральный Стандарт США SS-a-00694D, указания ASNV-2823-75, Type 1.

Защитный кровельный материал сразу готов к использованию после вскрытия емкости. Наш производственный опыт показал, что необходимо обратить внимание только лишь на хорошую подготовку основания кровли: надежное удаление пыли, мусора, рубероидных посыпок и др.

Наиболее благоприятные условия для работы — при температуре окружающей среды не ниже +4°C, но хорошие результаты достигаются и при более низких температурах, включая и отрицательные, однако для этого надо предварительно кровлю подогреть до положительной температуры +10—+15°C.

Расход материалов для покрытия поверхности ровной битумной рулонной кровли составляет 1,02 л/м<sup>2</sup>.

Если покрывается битумная кровля с гравийной посыпкой или другим грубым наполнителем, то расход ее увеличивается в два раза, при покрытии поверхности металла расход уменьшается до 0,82 л/м<sup>2</sup>.

Кровельная мастика поставляется в металлических бочках и бидонах, емкостью соответственно 208 и 23 л. В закрытой таре стабильность хранения сроками не ограничивается.

Для быстрой заделки течей и повреждений в эксплуатируемых кровлях, а также для обустройства всех кровельных примыканий и выступающих частей зданий применяется более вязкий мастичный материал Heavy Duty Patching Compound — водонепроницаемый густой черный битумный компаунд. Это полностью готовый к применению продукт для выполнения ремонтных и новых строительных работ: заделки стыков, швов, примыканий, ликвидации течей в кровлях, для гидроизоляции фундаментов и подвальных помещений, санитарно-технических узлов, бассейнов, различных емкостей, антикоррозионной защиты металлических поверхностей. Он был успешно применен для срочных аварийных работ по ремонту кровли во время дождя, при этом была обеспечена надежная адгезия к сырым поверхностям кровли. В США он применялся при низких отрицательных температурах на Южном полюсе. Подобный производственный опыт имеется и у фирмы «Нижегородспецгидрострой».

В местах кровельных примыканий, заделки выступов, ликвидации пузырей на кровле мастичный материал используется в сочетании с рулонным материалом SWEPKO Patching Fabric, который поставляется в рулонах длиной ленты 46 м и шириной 15, 31 и 91 см.

Мастичный компаунд имеет хороший внешний вид, высокую пластичность и даже при температуре 0°C не образует трещин и разрывов, при 60°C оседание и сползание не превышает 6 мм при полном отсутствии пузырения, выдерживает ускоренные погодные испытания в течение 3000 ч, обеспечивает полную водонепроницаемость, отсутствует коркообразование и известкование, имеется весьма умеренная

эрозия. Материал отличается хорошей устойчивостью к слабым кислотам и щелочам и слабой — к нефтяным растворителям.

**Физико-химические характеристики Heavy Duty Patching Compound**

Плотность при 15,5°C, кг/м <sup>3</sup> ...	1,1x10 <sup>3</sup>
Время поверхностного пленкообразования, ч ...	1—2
Время полного высыхания, ч ...	24
Толщина сырой пленки при 1,12 л/м <sup>2</sup> , мм ...	1
Толщина сухой пленки при расходе 1 л/м <sup>2</sup> , мм ...	0,62
Нелетучие компоненты, % массы ...	70
Летучие компоненты, % массы ...	30
Доля растворимого в CS <sub>2</sub> битума, % массы ...	99,9
Связующие, % массы ...	66
Минеральные стабилизаторы и добавки, % массы ...	34
Запах ...	нефтяной

Показатели соответствуют федеральному стандарту США SS-C-153C и указаниям ASTM-2822.

Этот материал характеризуется неограниченной стабильностью при хранении в закрытой таре. Он наносится на поверхность после очистки от пыли и грязи кельмой или шпателем, его полное «выстаивание» продолжается 40 сут. Если компаунд применяется в качестве гидроизоляционного покрытия, а поверх него проектом предусмотрена цементная стяжка или какие-либо другие защитные покрытия, то их нанесение допускается не ранее чем через 48 ч. Расход материалов для гидроизоляции горизонтальных поверхностей составляет около 2 кг/м<sup>2</sup>, а для примыканий, швов и вертикальных поверхностей до 4—5 кг/м<sup>2</sup>. При использовании рулонного гидроизоляционного материала Fabric при его ширине 15, 31 и 91 см расход компаунда составил соответственно 0,74; 1,49 и 4,46 кг/м<sup>2</sup>.

Поставляется компаунд в бочках по 227 кг и бидонах по 23 кг с инструментом для его применения.

При ремонте кровельных покрытий перед нанесением Heavy Duty Roof Coating на старые высохшие рубероидные покрытия наносится жидкий черный грунтуемый битумный материал Heavy Duty Primer. Этот материал впитывается в старые «охрустевшие» рубероиды и восстанавливает их, замещая гидроизолирующие масла, потерянные под воздействием солнечной радиации. Создается, таким образом, долговечное, водонепроницаемое основание, обеспечивающее хорошую адгезию для последующего слоя кровельного покрытия.

Поставляется материал в бочках и бидонах емкостью соответственно 208 и 23 л. Расход на покрытие ровной битумной кровли составляет 0,61 л/м<sup>2</sup>, при покрытии рубероида с крупнозернистой посыпкой расход

увеличивается на 1/3, при битумной кровле с гравийной посыпкой или другим грубым наполнителем этот расход увеличивается в два раза.

Фирма «Нижегородспецгидрострой» применяет описанные материалы в различном сочетании для ремонта и устройства кровельных покрытий. Сначала эти работы были выполнены на промышленном корпусе и на здании управления фирмы. Основанием для покрытий служили тщательно очищенные от мусора и пыли рубероид с крупнозернистой посыпкой и цементная стяжка.

На здании управления около примыканий частей крыши вырубается старый хрупкий с трещинами рубероид, образовавшиеся пустоты и щели заполняются раствором, устраивались падути. После набора раствором проектной прочности вся ремонтируемая поверхность кровли покрывается слоем грунтово-битумного компаунда Heavy Duty Primer. Это сделало старый рубероид более эластичным и улучшило его адгезионные свойства, обеспечив надежное сцепление с нанесенным выше слоем Heavy Duty Patching Compound и слоем рулонного материала Fabric в напряженных местах примыканий. В заключение вся ремонтируемая кровля покрывается битумным компаундом Heavy Duty Patching Compound.

По аналогичной технологии был выполнен ремонт кровли жилого дома по ул. Керченской в Нижнем Новгороде и кровля в зоне примыкания пехарельсосварочного поезда №17. Ремонт основной кровли пехарельсосварочного поезда площадью более 1000 м<sup>2</sup> был выполнен в виде двух слоев: грунтовки старого рубероида слоем Heavy Duty Primer и покрытия слоем Heavy Duty Roof Coating.

Работы не потребовали каких-либо специальных мер по охране труда и технике безопасности, необходимо было лишь исключить контакт этих материалов с глазами исполнителей.

Опыт фирмы «Нижегородспецгидрострой» показал, что кровли, выполненные или отремонтированные с применением показанных в статье материалов, имеют высокую водонепроницаемость, прочность и долговечность. Кровельные мастики имеют хорошую адгезию к отечественным рулонным материалам на битумной мастике (рубероид, стеклорубероид, гидроизол и др.), а также к стеклоткани.

Кровельные материалы СВЕПКО поступают полностью готовые к употреблению, технологичны, просты, удобны и безопасны в применении, не требуют высококвалифицированного труда, специального оборудования и энергетических затрат, обеспечивают производительную работу при невысоких материальных затратах.



**Всероссийское акционерное общество «Нижегородская ярмарка»**

проводит международную выставку **«Ваша безопасность»**

31 октября—4 ноября 1994 г.

В программе:

- оборудование, вооружение, средства связи, охранной и пожарной сигнализации;
- охранное оборудование для банков, жилых и складских помещений;
- спасательные средства при стихийных бедствиях, катастрофах;
- техника для стрелков в регионах сейсмической опасности и др.

**Контактный телефон в Нижнем Новгороде: (8-312) 440-556**

Российский научно-информационный выставочный центр по архитектуре и строительству **«Росстройэкспо»**

приглашает на выставку **«Монолит-94»** 4-8 октября 1994 г.

В программе:

- проектирование и строительство зданий и комплексов из монолитного бетона, в том числе малоэтажных жилых домов «городских и сельских условиях»;
- опалубки, ограждающие конструкции;
- средства механизации для возведения монолитных зданий;
- рациональное использование машин, механизмов, инструмента при возведении малоэтажных и других домов в условиях существующей плотной городской застройки;
- средства и способы контроля качества работ.

**Контактный телефон в Москве: 242-89-64, 245-21-07**

## Жаростойкие смеси для ремонта футеровки вращающихся печей

Анализ работы цементных вращающихся печей свидетельствует о весьма сложных условиях эксплуатации огнеупорной футеровки, особенно в зоне спекания, где максимальный срок службы огнеупора составляет 165—180 сут. Кроме того, в процессе эксплуатации печи по ряду различных причин (применение некачественных огнеупоров, неправильная их укладка, нарушение технологического режима эксплуатации печи и т.п.) происходят локальные разрушения футеровки — растрескивание и выпадение огнеупорного кирпича, что приводит к ее прогарам, которые впоследствии могут привести к деформации и прожиганию металлического корпуса печи. В результате таких внеплановых остановок для проведения ремонта продолжительность кампании футеровки в зоне спекания, а следовательно и всей печи, заметно сокращается — в среднем примерно на 5% календарного времени.

В зависимости от характера и объема разрушений различают три группы работ по ремонту футеровки вращающихся печей [1]: работы по реконструкции и капитальному ремонту печей, которые включают замену футеровки полностью, по всему объему печного агрегата; работы по замене футеровки в зоне спекания или в любой другой зоне печи; локальный горячий ремонт, при котором объем заменяемой футеровки не превышает 5% длины зоны печи.

Горячим считают ремонт, при котором печь простояла от момента достижения ею температуры 500°C до розжига не более 8 ч. В случае простоя печи более 8 ч ремонт считается холодным.

Организация работ по частичной замене футеровки имеет определенную специфику, связанную с разборкой и удалением отслужившей футеровки, относительно небольшим объемом работ, наличием в печи оставшейся в рабочем состоянии футеровки и перерабатываемой шихты, очень жесткими сроками выполнения ремонтных работ.

В настоящее время на цементных заводах при обнаружении прогара футеровки печь останавливают, осуждают и очищают поврежденный участок футеровочного слоя от лома огнеупора и клинкера. Затем, при-

меня ручной труд высококвалифицированных каменщиков-огнеупорщиков, закладывают поврежденный участок дефицитными магнезиально-шпинелидными штучными огнеупорами, тщательно подгоняя их по месту укладки. В ряде случаев после закладки огнеупорным кирпичом восстановленный участок укрепляют жидким стеклом для предотвращения выпадения кирпичей. Данный способ проведения горячего ремонта футеровки — особенно в зоне спекания — является весьма трудоемким, дорогостоящим и не всегда из-за скорости проведения работ приводит к желаемым результатам.

Более эффективным способом с точки зрения качества футеровки и снижения трудоемкости является ремонт с применением огнеупорных набивных масс.

Авторами данной статьи предлагаются к широкому применению жаростойкие бетонные смеси, которые по своему химическому составу относятся к магнезиально-шпинелидным материалам. В качестве вяжущего вещества используется тонкодисперсная композиция, состоящая из силиката натрия и огнеупорных наполнителей. Заполнителями для такого монолитного бетона являются фракционированный лом бывших в употреблении периклазохромитовых огнеупоров или рационально подобранная смесь фракций хромитовой руды и лома периклазохромитовых огнеупоров [2, 3].

Предлагаемые бетонные смеси характеризуются повышенной адгезионной способностью ко всем футеровочным материалам, что позволяет проводить ремонтные работы с высокой степенью надежности. Кроме того, они отличаются быстрым набором прочности в процессе сушки, что способствует проведению ремонта футеровки в минимально короткие сроки. В процессе эксплуатации монолитная футеровка, выполненная из предлагаемых смесей, взаимодействует с портландцементным клинкером, образуя высокоогнеупорные соединения в поверхностном слое, обеспечивающие повышенную стойкость футеровки.

Комплексные физико-химические исследования композиционно-вяжущего и ремонтных смесей на его основе показали, что при температуре выше 500°C в них проис-

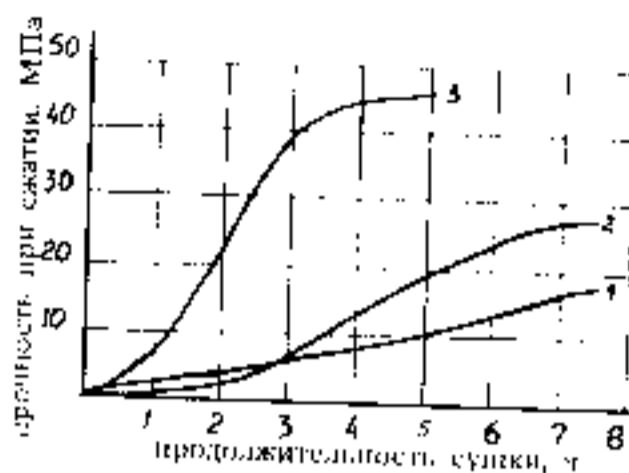
ходят значительные структурные изменения, связанные с образованием ферстерита, а при 1350°C идет активное образование кристаллов магнезиальной шпинели и феррошпинели. В результате нагревания происходит изменение характера пористости и образование плотной структуры ремонтного огнеупорного материала.

Односторонний нагрев в процессе службы приводит к образованию зонной микроструктуры в материале. На его поверхности в результате диффузии компонентов клинкера и самого материала образуется буферная зона, содержащая мервинит и двухкальциевый силикат и препятствующая проникновению расплава клинкера вглубь футеровочного материала, что и определяет повышение клинкероустойчивости футеровки. Химическое сродство буферной зоны материала с клинкерным расплавом способствует образованию устойчивого гарнисажа.

Жаростойкие бетонные смеси обладают следующими свойствами в затвердевшем состоянии: средняя плотность 2700—2800 кг/м<sup>3</sup>, прочность при сжатии после сушки при 180°C более 25 МПа, а после первого обжига при температуре 1500°C — не менее 37 МПа, термостойкость (режим испытаний: 1300°C — вода) 5—8 теплосмен, температура начала деформации под нагрузкой 0,2 МПа не ниже 1530°C. Таким образом, по своим физико-техническим показателям предлагаемый жаростойкий ремонтный материал удовлетворяет соответствующим требованиям, предъявляемым к огнеупорам, применяющимся в зоне спекания цементных вращающихся печей.

Технология футеровочных ремонтных работ в зоне спекания цементной печи при применении предлагаемых жаростойких смесей состоит из следующих операций: подготовки ремонтируемого участка футеровки (его очистки от остатков разрушившихся огнеупоров и клинкера), приготовления ремонтной смеси (затворения ее водой и перемешивания), укладки смеси и термообработки (сушки при 150—200°C).

Приготовление сухой ремонтной смеси осуществляется заранее и включает: приготовление вяжущей композиции (дробление, дозировка-



**Зависимость прочности высушенных образцов от способа приготовления жаростойкой ремонтной смеси и режима сушки**

1 — приготовление формовочной смеси при нормальной температуре (17—20°C), одноступенчатая сушка при максимальной температуре теплоносителя 200°C; 2 — двухступенчатая сушка с поддержкой 2,5 ч при 85°C; 3 — приготовление формовочной смеси на подогретой до 55°C воде, одноступенчатая сушка при максимальной температуре теплоносителя 200°C.

ние и совместный помол компонентов), подготовку затворителя (дробление и рассев по фракциям), приготовление сухой ремонтной смеси (дозирование и смешивание компонентов). Полученную сухую смесь следует хранить в полиэтиленовых пакетах или крафт-мешках.

Перед употреблением сухую смесь затворяют водой и перемешивают в

смесителях принудительного действия. Ее укладку в ремонтируемую часть футеровки производят послойно, уплотняя каждый слой либо с помощью ручной вибротрамбовки, либо поверхностным вибратором.

Сушка свежеложенной смеси может производиться следующими способами: за счет тепла, накопленного прилегающими огнеупорными изделиями и слоем клинкера, который укладывают поверх отремонтированного участка; с помощью теплоэлектронагревателей, размещаемых в корпусе печи над поверхностью отремонтированного участка; с помощью горелочного устройства самой печи.

Дальнейшие исследования показали, что существенно повышает прочность и ускоряет процесс сушки материала применение подогретой воды в качестве затворителя смеси (см. рисунок). В этом случае повышение прочностных характеристик материала достигается за счет более полного растворения частиц силикат-глибы, что приводит к существенному улучшению формирования микро- и макроструктуры за счет увеличения площади и снижения дефектности отдельных прослоек вяжущего.

Преимущество ремонта футеровки при применении разработанных жаростойких смесей состоит в том, что розжиг печного агрегата можно осуществлять сразу же после окончания сушки уложенной в футеровку ремонтной смеси по форсированно-

му режиму. Как показала практика, продолжительность ремонта, начиная с момента подготовки поврежденного участка футеровки и закалочная розжигом печи, составляет менее 8 ч.

Разработанные ремонтные смеси успешно прошли опытно-промышленные испытания в системе ПО «Горнозаводскцемент» и на Норильском цементном заводе. Согласно технологическому регламенту смеси были применены при ремонте поврежденных участков футеровки зоны спекания цементной печи диаметром 5 м и длиной 175 м. Осмотр зафутерованных ремонтными смесями участков, произведенный во время плановой остановки печи (через 162 сут после ремонта), позволил выявить, что истираемость отремонтированных участков не превышала истираемости соседних участков, выполненных из периклазохромитового кирпича, по поверхности участков произошло интенсивное образование гарнисажа.

#### Список литературы

- 1 Изжорин М. И. Футеровка теплотехнических агрегатов для производства цемента. — М.: Высшая школа, 1984.
- 2 А. с. СССР №1399294. Огнеупорная масса (К. П. Горлов, В. Ю. Буров и др. Б. И., 1988. №20)
- 3 А. с. СССР №1610220. Способ ремонта футеровки печи. (К. П. Горлов, В. Ю. Буров и др. Б. И., 1990 — №44).



Представление на фото сооружение — знаменитая оранжерея, расположенная в ботаническом саду г. Дублина (Ирландия). Здание является памятником архитектуры и достоянием мировой культуры.

Несущие конструкции комплекса были выполнены из чугуна, который в течение долгого времени подвергся неблагоприятным воздействиям окружающей среды. В нашем столетии, когда атмосфера загрязнена кислотными оксидами — результат деятельности промышлен-

ных предприятий — коррозия стала весьма значительной. В ходе реставрации, которую производили частные фирмы под надзором властей, было решено покрыть металлические детали полимерной пленкой на основе полиуретана. Основой композиции послужили материалы, выпускаемые германской фирмой Байер под названием десмодур и десмофен. Полученное покрытие хорошо защищает конструкции здания от губительного воздействия атмосферы.



## Бетон для малоэтажного строительства на основе золы ТЭЦ

Решение проблемы утилизации золы тепловых электростанций в связи с развитием энергетики приобретает все большую актуальность. Использование отходов ТЭЦ имеет и большое экологическое значение, поскольку они загрязняют водный и особенно воздушный бассейны.

Известно, что золы ТЭЦ при правильном и эффективном их использовании представляют собой богатый источник сырьевых ресурсов промышленности строительных материалов.

В частности, золу-унос используют в качестве гидравлической добавки к цементу (10—15%), как компонент цементной сырьевой смеси (основные золы), в качестве кремнеземистого компонента — при производстве автоклавного и безавтоклавного газобетона. Зола используется и для производства местных вяжущих типа цементно-зольных, известково-зольных. Однако не все виды зол применяют в производстве строительных материалов и изделий. Это объясняется недостаточной изученностью зольных материалов и рациональных областей их применения [1].

Целью настоящей работы является разработка мелкозернистого бетона на основе комплексного использования золы в качестве заполнителя и компонента смешанного вяжущего.

В исследовании использовали золу Магнитогорской ТЭЦ, имеющую следующие основные показатели: насыпная плотность — 500 кг/м<sup>3</sup>, истинная плотность — 2130 кг/м<sup>3</sup>, удельная поверхность — 312 м<sup>2</sup>/кг, химический состав, % (по массе): CaO — 5,9; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 12,5; SiO<sub>2</sub> — 47,79; MgO — 2,19; MnO — 0,12; Na<sub>2</sub>O — 0,63; K<sub>2</sub>O — 2,1; Fe<sub>обш</sub> — 4,3; FeO — 0,49; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> — 5,61; ш.п.л. — 5,89; прочие — 12,48. Вяжущими свойствами эта зола не обладает, поэтому в качестве активаторов твердения использовали негашеную комовую известь Агановского известеобжигового завода, известь быстрогасящуюся первого сорта и гипсовый камень Дубининского карьера Оренбургской области. Вид активаторов выбирали в соответствии со степенью реакционной способности зол, определенной по классификации А. В. Волженского и Б. Н. Виноградова [2].

Вяжущее готовили совместным сухим помолом золы с активаторами

Содержание СаО, %	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	Предел прочности при сжатии, МПа			Предел прочности при изгибе, МПа		
		28 сут на колоде	ТВО	ТВО + 28 сут на колоде	28 сут на колоде	ТВО	ТВО + 28 сут на колоде
30	300	3,3	4,1	6,5	1,3	2,7	2,8
	370	6,2	10,3	10,3	2,3	3,5	3,9
	500	9,7	11,5	14,2	2,4	3,8	4,3
20	300	3,7	7,7	9,6	1,8	2,3	3,4
	366	6,1	19,5	21,1	2,5	4,5	4,4
	492	11,6	20,1	22,7	2,7	3,8	5,8
10	310	3,8	8,3	8,5	1,2	1,7	2,3
	400	5,7	10,1	20,4	1,4	2,7	2,9
	490	6,2	18,2	21,5	1,6	3	3,2

твердения для разрушения стекловидной оболочки вокруг зерен золы и вскрытия активных поверхностей, а также обеспечения более высокой степени гомогенизации всех составляющих получаемого вяжущего.

Для определения рационального состава исследовали зависимость активности от изменения содержания СаО, а также от дисперсности и условий твердения (см. таблицу). Активность вяжущего определяли по ГОСТ 310.4—81.

Как следует из приведенных данных, с увеличением содержания извести от 10 до 20% наблюдается рост прочности, который сохраняется при возрастании удельной поверхности вяжущего. При увеличении количества извести до 30% происходит спад прочностных характеристик. Снижение прочности возможно за счет увеличения основности гидросиликатов кальция и повышения доли гидроксида кальция. Приведенные данные показывают, что тепловлажностная обработка (ТВО) при температуре 95°C по сравнению с нормальными условиями твердения является наиболее эффективной. На увеличение прочностных характеристик пропаренных образцов существенное влияние оказывает послепропарочное твердение. Рост прочности обусловлен увеличением количества цементирующего вещества за счет продолжающейся гидратации, что подтвердилось проведенным дифференциально-термическим анализом. Исходя из результатов был принят следующий состав известково-золяного вяжущего (ИЗВ): зола — 80%, известь — 20%, дополнительная добавка гипса — 5%.

Дальнейшее исследование было направлено на разработку оптимального состава бетона на основе ИЗВ. В качестве заполнителя для более полного использования отходов применяли немолотую золу. Свойства бетонов на ИЗВ изучали на образцах цилиндрах, изготовленных методом двустороннего прессования при давлении 20 МПа, наиболее распространенном для производства мелкоштучных изделий. При разработке состава бетона основными факторами, влияющими на его прочность, являются формовочная влажность и количество заполнителя. Результаты опытов показали ярко выраженную экстремальную зависимость прочности бетона на основе ИЗВ от влажности и содержания в нем золы. Точка экстремума соответствует содержанию 30% золы в смеси при оптимальной влажности 22%.

В результате проведения исследований был получен бетон марки 100, плотностью 1420 кг/м<sup>3</sup>, с коэффициентом размягчения 0,75, маркой по морозостойкости не менее 15.

Таким образом, полученный бетон на основе золы ТЭЦ можно использовать в производстве мелкоштучных изделий для малоэтажного строительства.

### Список литературы

1. Утилизация промышленных отходов / Под ред. П. П. Пальгунова, М. В. Сумарокова. — М.: Стройиздат, 1990.
2. Бетоны и изделия из шлаковых и золяных материалов / Под ред. А. В. Волженского, Ю. С. Бутова, Б. Н. Виноградова, К. В. Гладких. — М.: Стройиздат, 1969.



В. К. РЯБИНКОВА, инж. (АО «Северсталь»)

## Металл для строительства

АО «Северсталь» (Череповецкий металлургический комбинат) — одно из ведущих предприятий России по производству металлопродукции широкого ассортимента.

Мы производим горячекатаный и холоднокатаный лист толщиной 1,5—50 мм и 0,5—2,5 мм соответственно; сортовой прокат, арматуру и катанку; гнутые профили и трубы. К сожалению, не все знают, что применение гнутых профилей взамен горячекатаных позволяет обеспечить экономию металла от 15 до 25%.

На АО «Северсталь» известно более 200 профилеразмеров гнутых профилей и труб различного диаметра, успешно применяемых в металлоконструкциях, строительной индустрии и других отраслях. Профили изготавливаются из углеродистых и

низколегированных марок стали, а также из сталей марок Ч-33, Ч-44, обладающих наряду с высокими прочностными показателями высокой пластичностью. Последнее позволяет выпустить гнутые профили с минимальными радиусами кривизны.

Особый интерес представляет листовая трехлопастная сталь, плакированная нержавеющей или инструментальными или другими сталями в зависимости от их назначения. Она технологична при обработке методом гибки, штамповки, при различных видах сварки (автоматической, дуговой, точечной и др.).

Холоднокатаная сталь с цинковым и алюмоцинковым покрытием толщиной от 0,55 до 2 мм нашла широкое применение при строительстве облегченных сооружений, в сельском и индивидуальном стро-

ительстве. Непрерывный способ производства указанной стали позволяет производить ее в листах и рулонах.

В текущем году на АО «Северсталь» освоено производство экономичной рифленой стали толщиной 1,8 мм, применение которой в промышленном и сельском строительстве позволит обеспечить значительную экономию металла.

Металлическая кровельная черепица с цинковым, алюмоцинковым покрытием и без покрытия производится размером (0,55—1,5)х480х1000 мм с двумя направляющими желобами высотой 12,5 мм. Кроме того, к товарам потребительского спроса можно отнести листы накладные фартушные, лицевые и оконные различных размеров, а также угольники для изготовления оконных рам.

## ГНУТЫЕ ПРОФИЛИ



Наши гнутые профили заслуживают того, чтобы на них обратили внимание фирмы, изготавливающие сельхозмашины, металлоконструкции, автомобили, трактора, вагоны, суда и многое другое. Их использование позволяет снизить расход металла, сократить или полностью устранить затраты труда на сварку, сборку или монтаж, по-новому создавать конструкции на уровне мировых образцов.

На комбинате производятся гнутые швеллеры, уголки корытные замкнутые сварные и несварные, спецпрофили различной конфигурации, перфорированные профили длиной от 9 до 11,5 м из полосовой заготовки толщиной 0,6—8 мм, шириной 100—600 мм.

Профили изготавливаются из углеродистых, низколегированных марок стали и стали специальной фирменной, позволяющей получать профили с уменьшенными радиусами кривизны.

162600, Россия, Вологодская обл.,  
г. Череповец, ул. Мира, 30  
Факс 71276  
Телетайп 289 111 СТАЛЬ

Расчетный счет №146790  
в Меткомбанке г. Череповца,  
контр. счет №161004  
в РКЦ МФО 108463

В. Д. БАРБАНЫГРЭ, канд. техн. наук, профессор, Т. И. ТИМОШЕНКО, канд. техн. наук,  
В. М. ШАМШУРОВ, канд. техн. наук (БТИСМ)

## Состав и структура новых мономинеральных вяжущих в системе $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$

При исследовании высокотемпературных взаимодействий в системе  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$  были установлены и синтезированы в интервале температур  $1350-1400^\circ\text{C}$  новые трехкомпонентные соединения состава  $3\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{ZnO}$  и  $14\text{CaO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{ZnO}$ . Определены дифрактометрические характеристики новых фаз, которые позволяют надежно идентифицировать их в более сложных составах.

Для определения структуры новые соединения были получены в виде

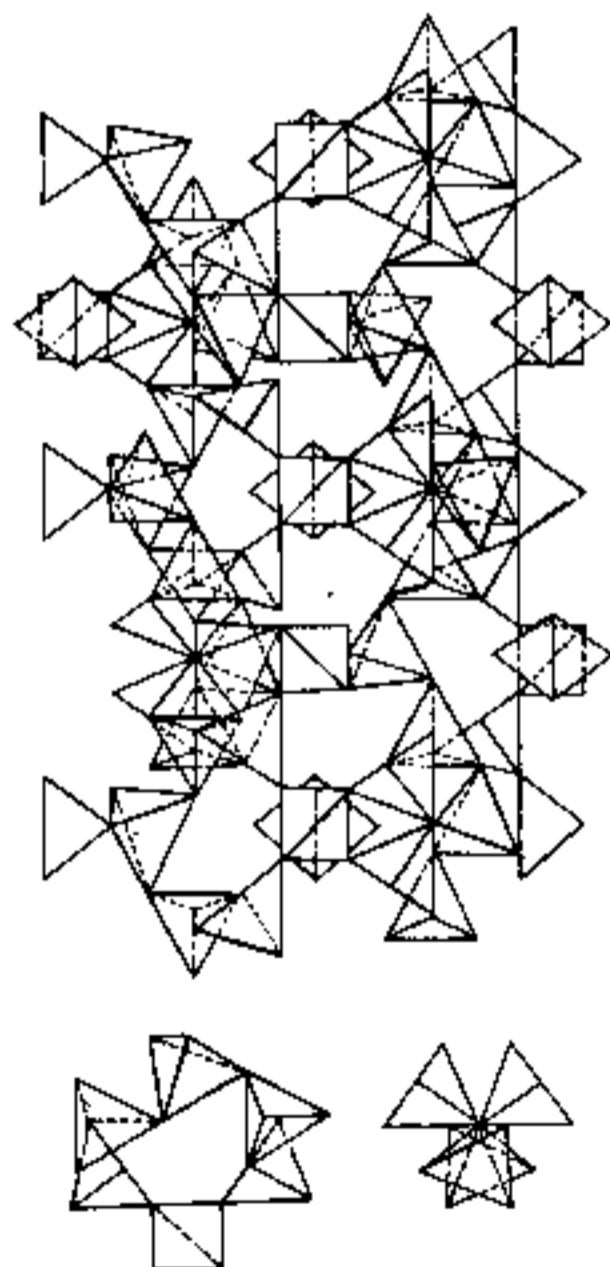


Рис. 1. Проекция структуры  $\text{Ca}_3\text{Al}_4\text{ZnO}_{10}$  на (100); сопряжение  $(\text{Al}, \text{Zn})$ -тетраэдров (сечение А—А) и сопряжение  $\text{Al}$ -тетраэдров — метастабильная алуминатная цепочка (сечение В—В)

монокристаллов. При этом синтез осуществлялся медленной кристаллизацией расплава соответствующих составов на воздухе в течение 36—40 ч с 60-минутной изотермической выдержкой при температурах плавления и кристаллизации, предварительно установленных по данным термического анализа.

Рентгенструктурным анализом на автоматическом четырехкружном дифрактометре САД 4Г «Эпиф-Нониус» (Мо $\alpha$ -излучение, графитовый монохроматор,  $\omega/2\theta$ -сканирование,  $\sin \theta/\lambda$  не более  $8 \text{ нм}^{-1}$ ) установили, что одна из цинксодержащих фаз, представленная оранжевыми кубооктаэдрическими кристаллами, имеет кубическую сингонию с параметром элементарной ячейки  $a = 1,4868 \text{ нм}$  и химической формулой  $\text{Ca}_{14}\text{Al}_{10}\text{Zn}_6\text{O}_{35}$ , а вторая, кристаллизующаяся в виде прозрачных призматических кристаллов, имеет ромбическую сингонию с  $a = 0,5142$ ,  $b = 1,6756$ ,  $c = 1,0710 \text{ нм}$  и химической формулой  $\text{Ca}_3\text{Al}_4\text{ZnO}_{10}$ . В полученных соединениях ряд кристаллографических позиций статистически заселен катионами  $\text{Al}$  и  $\text{Zn}$ , которые имеют тетраэдрическую и октаэдрическую координацию в кубическом алюмоцинкате кальция и только тетраэдрическую в ромбическом.

Основу атомного строения  $\text{Ca}_3\text{Al}_4\text{ZnO}_{10}$  составляет бесконечный трехмерный каркас из  $(\text{Al}, \text{Zn})$ - и  $\text{Al}$ -тетраэдров. При этом каждый тетраэдр одновременно участвует в образовании либо трех, либо четырех пятичленных колец, внутри которых помещаются катионы кальция (рис. 1). Увеличение содержания цинка в кубическом соединении приводит не только к увеличению среднего расстояния  $(\text{Al}, \text{Zn})-\text{O}$  и уменьшению при этом среднего расстояния  $\text{Ca}-\text{O}$ , но и также к изменению в одной из пяти независимых позиций, занятых алюминием и цинком, окружения атомов кислорода с тетраэдрического на октаэдрическое. В другой кристаллической структуре (рис. 2) можно выделить два параллельных слоя (001), со-

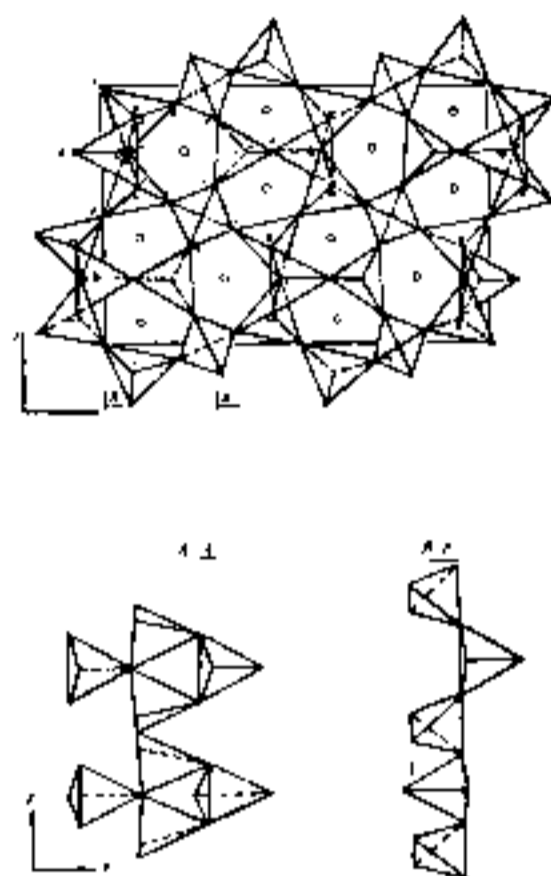


Рис. 2. Проекция структуры  $\text{Ca}_{14}\text{Al}_{10}\text{Zn}_6\text{O}_{35}$  на (110). Сопряжение плоских слоев из  $(\text{Al}, \text{Zn})$ -тетраэдров

стоящих из шестиленных тетраэдрических колец, связанных друг с другом посредством тетраэдра и четверки тетраэдров, имеющих общую вершину. Между собой слои связаны с помощью тетраэдров, находящихся на  $1/2$  высоты по оси  $z$ , образуя бесконечный сложносочиненный трехмерный каркас из тетраэдров. В пустотах этого каркаса располагаются катионы кальция. Обособленное положение занимает  $(\text{Al}, \text{Zn})$ -октаэдр, он непосредственно не связан с тетраэдрическим каркасом и все его вершины являются общими с различными  $\text{Ca}$ -полиэдрами.

Химический состав и некоторые свойства алюмоцинката кальция приведены в таблице.

При взаимодействии с водой  $3\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{ZnO}$  и  $14\text{CaO} \cdot 5\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{ZnO}$  гидратируют, вследствие чего затворенные образцы приобретают механическую прочность. В зависимости от соотношения Ж:Т наблюдали изменение фазового состава гидратных новообразований. В на-

Показатель	$14CaO \cdot 5Al_2O_3 \cdot 6ZnO$	$3CaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot ZnO$
Параметры элементарной ячейки, нм	$a = 1,4868$	$a = 0,5142, b = 1,6786, c = 1,071$
Показатель преломления	$n = 1,75$	$n_1 = 1,702, n_2 = 1,706$
Плотность, г/см <sup>3</sup>	3,6	3,09
Твердость по шкале Мооса	3,3—6	6,5—7
Габитус кристаллов	широобразные	призматические
Цвет кристаллов	оранжевые	бесцветные прозрачные
Растворимость: спирт, ацетон	н/р	н/р
HCl, NaOH	растворяется	растворяется

частной стадии твердения при Ж:Т = 1:4 отметили присутствие некоторого количества рентгеноаморфных фаз и  $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 8H_2O$ , содержание которых незначительно повышается в течение 28 сут. При избытке воды (Ж:Т = 100:1) образуются восьмиводный двухкапальный алюминат, гидроксоалюминат цинка и фазы с дифракционными максимумами 0,803, 0,382, 0,347, 0,1915, 0,1800, 0,1690 нм. Для определения гидравлических свойств алюмоцинкаты кальция синтезировали спеканием в присутствии расплава.

Синтезированные соединения могут применяться в качестве мономинеральных вяжущих гидравлического твердения, обладающих специальными свойствами. В частности, наблюдается повышенная адгезия новых вяжущих в контакте с металлом. Установлена также повышенная стойкость изделий из алюмоцинкатов кальция по отношению к сульфатной коррозии.

Итак, в процессах высокотемпературного взаимодействия в системе  $CaO-Al_2O_3-ZnO$  установлено явле-

ние гетеровалентного изоморфизма, суть которого заключается в том, что атомы цинка статистически замещают атомы алюминия в алюмокислородных тетраэдрах с образованием новых трехкомпонентных соединений состава  $3CaO \cdot 2Al_2O_3 \cdot ZnO$  и  $14CaO \cdot 5Al_2O_3 \cdot 6ZnO$ .

Установлены условия образования синтезированных соединений в виде поликристаллических слюков мономинерального состава и режимы выращивания новых соединений из расплава в виде монокристаллов.

Определена атомная структура синтезированных алюмоцинкатов кальция; установлены параметры их элементарных ячеек и некоторые физико-химические свойства.

Изучены процессы гидратации синтезированных алюмоцинкатов кальция; установлено, что они обладают вяжущими свойствами и могут использоваться в качестве высокотемпературных замазок и как огнеупорные защитные слюки в некоторых агрессивных средах.



## Акционерное общество "НУЗБАССКАЯ ЯРМАРКА"



1994 год

приглашает принять участие  
в международных выставках-ярмарках

г. Новокузнецк

### УГОЛЬ. МЕТАЛЛ

Энергетические и кокующиеся угли. Черные, цветные, редкоземельные и драгоценные металлы. Технология горного и металлургического производства, металлообработка и машиностроение. Утилизация и переработка отходов

18—21 октября

### УНИВЕРСАЛЬНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА-ЯРМАРКА

Товары народного потребления. Продукты питания. Продукция производственно-технического назначения. Оборудование для всех отраслей промышленности

16—18 ноября

### ГОРОД. МУНИЦИПАЛЬНЫЕ СЛУЖБЫ

Благоустройство и содержание городских территорий. Общественный транспорт. Специальная техника для жилищно-коммунального хозяйства

16—18 ноября

### СЕРВИС-94

Сырье, материалы и оборудование для предприятий сферы обслуживания. Различные виды сервисных услуг

16—18 ноября

### ЭКСПОХИМ-94

Технологии и оборудование для химической промышленности и производства продукции из химического сырья. Нефтехимия. Коксохимия. Лесохимия. Фармацевтическая промышленность. Бытовая химия. Товары народного потребления

14—16 декабря

Адрес: 654005, Россия,  
Кемеровская обл.,  
г. Новокузнецк,  
ул. Орджоникидзе, 18

Телефоны: (3843) 452—886, 464—958, 453—679  
Факс: (3843) 45—36—79, 44—41—00  
Телекс: 215111 ТЕМП  
Телетайп: 277128 ТЕМП

## Исследование формирования цементирующего вещества в вяжущих и бетонах из электротермофосфорного шлака

Электротермофосфорный шлак (ЭТФ-шлак) является многотоннажным отходом производства, но лишь небольшая его часть (10—20% ежегодного выхода) находит применение в строительстве при изготовлении строительных материалов и конструкций. Это обусловлено пониженной активностью такого граншлака при возбуждении гидроксидом кальция (известью, портландцементом). Однако щелочная активация позволяет получить высокопрочные материалы в условиях твердения при атмосферном давлении.

Для эффективного использования ЭТФ-шлака как сырья для получения вяжущих необходимо исследование механизма твердения соответствующих систем. Это позволяет определить оптимальные режимы изготовления материалов.

Вопросам твердения вяжущих веществ из стекловидных отходов при щелочной активации посвящены многочисленные публикации В. Д. Глуховского и его учеников, обосновывающие синтез прочности таких вяжущих и бетонов формированием цементного камня из цеолитов — водных алюмосиликатов натрия и кальция.

В гранулированном ЭТФ-шлаке глинозем практически отсутствует (0,5—1,5%  $Al_2O_3$ ), поэтому цеолитная теория твердения к вяжущим на основе ЭТФ-шлака вряд ли применима.

Твердение вяжущих на ЭТФ-шлаке изучали на примере пробы гранулированного шлака ПО «Куйбышевфосфор» (ГОСТ 3476—74).

В пробе преобладает кальциево-силикатное стекло (до 95%), содержащее включения кристаллических фаз — куспидина, волластонита и псевдоволластонита. Химический состав пробы (масс. %):  $CaO$  — 44;  $SiO_2$  — 41;  $Al_2O_3$  — 0,84;  $FeO + Fe_2O_3$  — 2,18;  $MgO$  — 4;  $R_2O$  — 3,2;  $P_2O_5$  — 1,8;  $CaF_2$  — 2,1.

Граншлак был измельчен до удельной поверхности 3500—4000  $cm^2/g$  (по определению на ПСХ-2). В качестве активатора использовали содовый шлав — отход ПО «Куйбышевазот» (ТУ 113-03-479—86) в виде раствора с концентрацией  $Na_2CO_3$  132 г/л, плотностью 1,12 г/ $cm^3$ .

Для стабилизации свойств в сис-

тему вводили добавку портландцемента (8% от массы ЭТФ-шлака).

Образцы для исследования размером 3x3x3 см готовили из пластичной смеси ( $V/T = 0,26$  по объему или 0,343 по массе) без заполнителя, распылив на встряхивающем столике составив 170 мм. После выдержки в 10—12 ч образцы подвергали пропариванию при 80°C по режиму: подъем температуры — 5 ч, выдержка при 80°C в течение 0, 2, 4, 6, 8 и 10 ч, охлаждение — 5 ч. Извлеченные из форм образцы после 28 сут нормального твердения испытывали на прочность при сжатии и исследовали методами фазового анализа (рентгенофазовый, термографический, минералого-петрографический). Определяли также содержание водорастворимых соединений в них и щелочность водной вытяжки. Для этого 5 г измельченного цементного камня (удельная поверхность 2000—2500  $cm^2/g$ ) заливали 500 мл дистиллированной воды и выдерживали 48 ч. Отделенный осадок высушивали и взвешивали; с помощью иономер И-120.1 устанавливали pH фильтрата.

Результаты испытаний приведены в таблице.

Как видно из приведенных данных, в процессе твердения можно выделить 3 стадии. На первой, включающей прогрев образцов и начальные 2 ч изотермической выдержки, образцы не приобретают заметной прочности; щелочная добавка из цементного камня извлекается водой почти полностью; в исходной смеси количество  $Na_2CO_3$  составляло 3,3%, в затвердевшем вяжущем с учетом и. п. п. в 17—18% — от 3,21 до 3,3%.

Вторая стадия занимает период изотермического прогрева от 2 до 6 ч и характеризуется быстрым ростом прочности образцов. При этом ионы натрия в значительной мере переходят в стойкое к действию

воды состояние — по-видимому, в гидросиликаты кальция и натрия с невыписанным отношением  $CaO:Na_2O$ . Соответственно в 1,5—1,6 раза снижается величина потери массы при выщелачивании.

На третьей стадии (6—10 ч изотермического прогрева) прочность почти не изменяется, но резко снижается количество водорастворимых компонентов цементирующего вещества.

Полученные рентгенограммы двух образцов — с минимальной и максимальной выдержкой — практически одинаковы. Это свидетельствует о рентгеноаморфности новообразований: наблюдаются лишь линии кристаллических компонентов исходного шлака, не изменяющихся в ходе твердения — куспидина ( $d/n$  — 0,3228; 0,2985; 0,2967 нм), волластонита ( $d/n$  — 0,7817; 0,3545; 0,2285; 0,1976 нм) и псевдоволластонита ( $d/n$  — 0,3426; 0,2814; 0,1975 нм). Фиксируются также линии кальцита ( $d/n$  — 0,3867; 0,303; 0,2495; 0,2095; 0,1911; 0,1877 нм), образование которого является следствием гидролиза стеклофазы ЭТФ-шлака и связывания ионов кальция ионами карбоксилата, при этом образуются гелевидные кальциево-натриевые гидросиликаты, которые и являются связующим веществом.

Термограммы образцов весьма похожи и различаются интенсивностью первого эндотермического эффекта с максимумом при 140—160°C, отражающего обезвоживание цементирующего вещества. В начальный период изотермического прогрева (до 2 ч при 80°C) этот эффект невелик, ему соответствует потеря массы в 11—12%. Далее наблюдается рост количества слабосвязанной воды с соответствующим увеличением интенсивности этого эффекта (потеря массы для образца с 4-часовой изотермической выдержкой — 14%). Максимум достигается

Характеристика	Длительность изотермического прогрева при 80°C, ч					
	0	2	4	6	8	10
Прочность при сжатии, МПа	4,4	5,8	25	51	54	57
Потеря массы, %	3,9	3,75	3,21	2,54	2,08	1,82
pH фильтрата	12,02	11,99	11,98	11,74	11,72	11,62

на термограмме образца 6-часовой выдержки (потеря массы — 16%).

Таким образом, стадия быстрого роста прочности обусловлена накоплением цементирующих гидратных новообразований. В последующем (как следует из термограмм образцов 8—10-часовой выдержки) происходит снижение первого эндотермического эффекта (потеря массы — 12 и 11% соответственно) из-за процесса поликонденсации гидросиликатного геля и уменьшения свободной поверхности новообразований, способной адсорбировать молекулы воды.

Поскольку исходная стеклофаза гранулированного ЭТФ-шлака имеет кальциево-силикатный состав, а ионы  $\text{Na}^+$  активизирующей добавки в ходе гидролиза стеклофазы частично вытесняют ионы  $\text{Ca}^{2+}$  (что следует из факта образования карбоната кальция — кальцита), то продуктами гидролиза шлакового стекла являются гидросиликаты кальция и натрия.

При микроскопическом изучении образцов подтверждается аморфность цементирующего вещества. Поэтому мы фиксировали лишь один показатель — величину среднего светопреломления.

Отмечено возрастание среднего светопреломления гелевидных гидросиликатов в период изотермического прогрева от 0 до 4 ч. Причем величина светопреломления колеблется в зависимости от местоположения изучаемого объекта, достигая больших значений в оболочках вокруг негидратированного стекла. Меньшие значения характерны для частиц геля из межзеренного пространства. Так, в образце пикового режима среднее светопреломление составляет 1,49—1,50 а после 4-часовой выдержки увеличивается до 1,510—1,515. Эти изменения соответствуют формированию гидросиликатов кальция и натрия повышенной основности. В последующем наблюдается уменьшение среднего светопреломления геля до 1,49 в результате снижения основности гидросиликатов, хотя за счет уменьшения количества слабосвязанной (в том числе адсорбированной) воды можно было ожидать небольшого увеличения среднего светопреломления.

Проведенные исследования позволяют объяснить отмеченные ранее изменения прочности и водостойкости пропариваемых образцов вяжущих из ЭТФ-шлака, затворенного раствором соды. Во время подъема температуры до  $80^\circ\text{C}$  и в первые 2 ч прогрева происходит поверхностный гидролиз частиц шлакового стекла за счет воздейст-

вия ионов гидроксидов, возникающих при гидролизе карбоната натрия. Ионы натрия внедряются в гидролизованное кальциево-силикатное стекло, повышая его основность и частично вытесняя ионы кальция. Последние входят в состав кальцита. В таких образцах гидросиликатного геля мало, концентрируется он в основном на границах зерен шлакового стекла. Можно полагать, что в этой стадии превалирует топохимический механизм твердения: частицы стекла набухают и сближаются, а межзеренные пространства включают гель малой плотности. Такой механизм твердения обеспечивает лишь минимальную прочность образцов. Повышенная основность гидросиликатов кальция и натрия при высоком содержании  $\text{Na}_2\text{O}$  в их составе предопределяет низкую водостойкость цементирующего вещества, из которого выщелачиваются ионы  $\text{Na}^+$  в виде  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и гидрокарбоната натрия. Соответствующее значение — 12 — имеет рН фильтрата, полученного при 48-часовом экстрагировании образца водой.

На второй стадии (4—6 ч от начала изотермического прогрева) интенсивный рост прочности, которая достигает около 90% максимальной, обусловлен резким увеличением количества гидросиликатов за счет углубления процессов гидролиза стекла и перераспределения ионов натрия, содержание которых в поверхностных зонах уменьшается, а в глубинных — увеличивается.

В результате средняя основность гидросиликатов уменьшается, а отношение  $\text{CaO}:\text{Na}_2\text{O}$  в их составе увеличивается, что существенно повышает водостойкость цементного камня.

На третьей стадии твердения (8—10 ч выдержки при  $80^\circ\text{C}$ ) отмеченные преобразования гидросиликатов продолжают развиваться при одновременно развивающихся процессах их поликонденсации с уменьшением количества слабосвязанной воды. Такое усыхание геля практически не изменяет прочности при сжатии (наблюдающийся прирост значений прочности на 10—12% связан с увеличением количества гидросиликатов), но может изменить характеристики пластичности и хрупкости цементного камня, величины усадочных деформаций, трещиностойкость изделий. На этой стадии формируются гидросиликаты кальция и натрия с минимальной основностью, максимальным отношением  $\text{CaO}:\text{Na}_2\text{O}$  и составом  $n\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , где  $n=0,1-0,2$ .

Гидросиликаты кальция и натрия такого состава обладают достаточно

высокой водостойкостью и при действии воды теряют меньше половины ионов натрия.

Таким образом, на основе экспериментальных результатов установлен механизм твердения цементирующих систем на ЭТФ-шлаке и растворе соды, существенно отличающийся от механизма твердения щелочных систем, основывающегося на формировании цеолитов — водных алюмосиликатов натрия и кальция.

В нашем случае твердение и, соответственно, набор прочности, обусловлены образованием и накоплением гелевидных гидросиликатов кальция и натрия, основность которых уменьшается при развитии процесса гидратации зерен шлакового стекла.

На основе этого можно определить оптимальные параметры тепло-влажностной обработки, а именно: время изотермического прогрева 6—10 ч при температуре  $80^\circ\text{C}$ , обеспечивающие получение материала с высокой водостойкостью и достаточной прочностью.

Бетоны на основе цементирующих систем на электротермофосфорном шлаке, растворе шлага соды и пористом заполнителе характеризуются средней плотностью 1300—1400 кг/м<sup>3</sup>, имеют марку по прочности 100—150 и марку по морозостойкости 50—75.

Электрохимические исследования коррозионного поведения стали в бетоне, проведенные в НИИЖБс методом снятия анодных поляризационных кривых, при котором образец погружен в водную коррозионную среду, показали, что рН среды может быть меньше границы пассивирующего действия (11,8) во всех исследуемых бетонах и составляет 11,24—11,73. Однако после 6 мес хранения, т. е. к сроку возможного развития коррозионных процессов, рН возрастает, превышая критическое значение. Следует учитывать пониженное среднее значение начального модуля упругости для бетонов, которое составляет 8900—9150 МПа. Трещиностойкость этих бетонов высокая, а теплопроводность составляет 0,55 Вт/(м·К), что значительно ниже, чем для полного керамического кирпича, и примерно равно теплопроводности эффективного керамического кирпича.

Учитывая вышесказанное, а также то, что нами рекомендуется работа предлагаемого бетона только в воздушно-сухих условиях без напряжения арматуры, возможно использование предлагаемых бетонов для изготовления внутренних конструкций зданий.



## Камни бетонные стеновые на гранулированных металлургических шлаках и шлакощелочных вяжущих

Камни бетонные стеновые изготавливаются методами вибропрессования, литья или виброуплотнения из легких и тяжелых бетонов на цементном, известковом, шлаковом и гипсовом вяжущих. В качестве заполнителей применяют: шлаковую пемзу и гранулированные шлаки металлургических производств; золу и золошлаковую смесь; керамзит, аглопорит и зольный гравий; щебень и гравий из горных пород; песок. Для улучшения свойств бетонных смесей и камней могут использоваться воздухововлекающие, пенообразующие и пластифицирующие добавки, а также ускорители твердения. Для получения цветных лицеых камней применяют неорганические пигменты.

На показатели свойств изделий оказывают влияние состав сырьевой смеси и технологические параметры при их производстве. Так, например, марка камней по прочности при сжатии в зависимости от вида вяжущего изменяется в следующих пределах на цементных и известковых вяжущих от 25 до 200, на гипсовых — от 25 до 75.

Наиболее распространены изделия на цементных вяжущих, особенно шлакопортландцементных. Однако проблема расширения номенклатуры вяжущих веществ, которые могут использоваться для изготовления камней, продолжает оставаться актуальной.

В КИСИ выполнены исследования, результаты которых свидетельствуют о возможности применения шлакощелочных вяжущих для изготовления различных строительных материалов и изделий. В данной работе приведены результаты исследований и внедрения в промышленных масштабах камней бетонных стеновых на шлакощелочных вяжущих.

При проведении исследований применены гранулированные доменные шлаки металлургических комбинатов «Азовсталь» (г. Мариуполь) и г. Днепропетровска, гранулированный шлак от выплавки силикомарганца Никопольского металлургического завода.

Химический состав этих шлаков характеризовался наличием оксидов (масс. %):  $\text{SiO}_2$  — 38,28; 38,1 и 43,22;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 6,52; 6,57 и 9,11;  $\text{CaO}$  — 47,85; 48,01 и 19,5;  $\text{MgO}$  —

4,79; 5,52 и 0,1;  $\text{MnO}$  — 0,41; 0,13 и 21,5;  $\text{FeO}$  — 0,71; 0,13 и 1,11. Содержание в шлаках, % по массе: серы — 1,7; 1,11 и 0,3; стеклофазы — 72; 68 и 88. Модуль основности соответственно составлял 1,17; 1,2 и 0,39; модуль активности — 0,17; 0,17 и 0,21. По фракционному составу шлаки относятся к крупным пескам с модулем крупности 3,1; 2,9 и 3,8. Насыпная плотность высушенных шлаков составляла,  $\text{кг/м}^3$ : 1000—1150; 1100—1250 и 850—950, а их естественная влажность изменялась в пределах, % по массе: 11—14; 10—13 и 15—21.

Шлаки применены как заполнители бетона, а в тонкоизмельченном виде — в качестве алюмосиликатного компонента шлакощелочных вяжущих. Никопольский шлак как заполнитель характеризовался прочностью марки 250 (прочность при сдавливании цилиндра 2,9 МПа), Мариупольский — 300 (3,4 МПа), Днепропетровский — 350 (3,8 МПа). В качестве щелочных компонентов вяжущих использованы метасиликат натрия по ГОСТ 13078—81 и содощелочной шлав Ю «Азот» г. Черкассы по ТУ 113-03-479—89.

При выполнении исследований применены стандартные методики испытаний исходных сырьевых материалов, тяжелых и легких бетонов, камней бетонных стеновых.

Были изучены свойства теста шлакощелочного вяжущего, бетонов и камней стеновых. Результаты испытаний теста вяжущего на тонкомолотом шлаке «Азовстали» и метасиликате натрия, теста вяжущего из шлаков Днепропетровского и Никопольского предприятий и метасиликата натрия, а также вяжущего на указанных шлаках и содощелочном плаве свидетельствуют о следующем.

Наиболее значимое воздействие на показатели свойства теста вяжущего оказывают: вид тонкомолотого шлака и щелочного компонента, а также плотность последнего. Так, например, при увеличении плотности раствора метасиликата натрия от 1150 до 1200  $\text{кг/м}^3$  (3,3%) предел прочности образцов при сжатии в марочном возрасте повышается на 10—25% и изменяется в исследуемой области от 58 до 95 МПа.

Прочность образцов, твердевших только в нормальных воздушно-влаж-

ных условиях в течение 28 сут, соответствует таковой у образцов, дополнительно прошедших тепло-влажностную обработку по режиму 3+6+3 с температурой изотермического прогрева 80°C. При увеличении удельной поверхности тонкомолотого шлака от 400 до 600  $\text{м}^2/\text{кг}$  (150%) прочность образцов повышается на 10—20%. Показатели прочности образцов на тонкомолотом шлаке Днепропетровского комбината превышают на 5—10% таковые у образцов на Мариупольском и на 25—50% — на никопольском шлаке. При применении в качестве щелочного компонента раствора содощелочного плава вместо метасиликата натрия прочность образцов при сжатии уменьшается на 10—45%.

Характерной особенностью шлакощелочных вяжущих является относительно значительное увеличение их прочности после тепло-влажностной обработки. Так, например, после проведения ТВО по режиму 3+6+3 с температурой изотермического прогрева 70°C предел прочности образцов при сжатии составляет 70—80% от прочности образцов в возрасте 28 сут нормального твердения, с температурой 80°C — 80—90%, с температурой 90°C — 85—95% и более.

Изучены свойства шлакобетонов на исследуемых шлаках и щелочных компонентах, полученных виброуплотнением в течение 3 мин на площадке с частотой колебаний 200—3000  $\text{мин}^{-1}$  и амплитудой 0,35 мм и вибропрессованием в течение 15 с на такой же виброплощадке с уплотняющим давлением 0,01—0,06 МПа. При сравнении величин прочности у образцов, полученных виброуплотнением и вибропрессованием, было определено, что показатели отличаются незначительно при увеличении уплотняющего давления при вибропрессовании до 0,02 МПа, а оптимальным для исследуемых смесей является уплотняющее давление 0,04 МПа.

В исследованиях вибропрессованных шлакобетонов применяли тонкомолотый шлак, измельченный в лабораторной мельнице Гипроцемента в течение 2 ч до удельной поверхности по ПСХ-2 500  $\text{м}^2/\text{кг}$  и остатка на сите №008 — 6%.

Щелочной компонент вводили в виде раствора плотностью 1130 кг/м<sup>3</sup>. Тепловлажностную обработку образцов проводили по режиму 3+6+3 при температуре изотермического прогрева 80°C.

Анализ приведенных данных, а также результатов, полученных при испытаниях виброуплотненных и вибропрессованных шлакобетонов на других исследуемых шлаках и щелочных компонентах свидетельствует о следующем.

Наибольшее воздействие на прочность шлакобетона оказывает изменение растворошлакового отношения, причем его оптимальное значение зависит от способа формирования и состава сырьевой смеси. Так, например, при вибропрессовании образцов из смеси, содержащей 1200 кг/м<sup>3</sup> доменного гранулированного шлака «Азовстали», оптимальным является растворошлаковое отношение 0,8 или его расчетное значение 0,36; при содержании шлака 1100 кг/м<sup>3</sup> — 0,55 или 0,31. Следует отметить, что более корректной является зависимость прочности бетонов от расчетного растворошлакового отношения. Последнее получено исходя из предположения, что при введении раствора щелочного компонента в смесь сухих тонкомолотого и гранулированного шлаков, последний адсорбирует такое количество раствора, при котором влажность граншлака будет не меньше нижнего предела его естественной влажности (11% — для гранулированного шлака «Азовстали», 10% — для днепродзержинского, 15% — никопольского). Поэтому некоторое количество раствора в начальные сроки твердения, по-видимому, не участвует в процессах структурообразования и твердения шлакощелочного вяжущего.

Полученные данные свидетельствуют о возможности получения из исследуемых смесей приведенными способами формирования шлакобетонов с прочностью при сжатии в марочном возрасте 20 МПа и более, за исключением смеси на никопольском тонкомолотом и гранулированном шлаках и содощелочном плаве (до 10 МПа).

Определено, что высоких показателей шлакобетонов по прочности при сжатии можно достичь, используя тонкомолотые шлаки с удельной поверхностью 300—400 м<sup>2</sup>/кг и плотностью растворов щелочных компонентов 1170—1180 кг/м<sup>3</sup>. В зависимости от принятого способа формирования и требуемой прочности шлакобетонов расход тонкомолото-

го шлака изменяется от 160—165 кг/м<sup>3</sup> (вибропрессование, прочность 3—3,4 МПа) до 550—600 кг/м<sup>3</sup> (прочность до 40 МПа).

Следует отметить, что при вибропрессовании возможно сокращение на 50—150 кг/м<sup>3</sup> расхода тонкомолотого шлака по сравнению с виброуплотнением для получения равнопрочных шлакобетонов.

Промышленное внедрение камней бетонных стеновых было осуществлено на ряде предприятий Украины, в том числе в ПО «Торезантрацит», ПО «Днепродзержинскжелезобетон». Были использованы: алюмосиликатный компонент шлакощелочного вяжущего — шлак «Азовстали», молотый на Амвросиевском цементном комбинате до удельной поверхности по ПСХ-2 300 м<sup>2</sup>/кг; заполнители — доменные гранулированные шлаки «Азовстали», Днепродзержинского и Никопольского предприятий; щелочные компоненты — метасиликат натрия и содощелочной плав. Последние вводили в раствор или в сухом виде. Для применения растворов щелочных компонентов были смонтированы дополнительные установки, которые подобны установкам по приготовлению добавок поверхностно-активных веществ. Исходная влажность днепродзержинского шлака составляла 11% по массе, а никопольского — 17,6%. Поэтому готовили растворы щелочных компонентов с плотностью 1200 кг/м<sup>3</sup>, которая затем снижалась за счет воздействия воды в шлаке.

При применении в качестве заполнителя никопольского граншлака на шлакощелочных вяжущих с содощелочным плавом вибропрессованием возможно получить эффективные по средней плотности (до 1400 кг/м<sup>3</sup>) и теплопроводности пустотелые камни стеновые с маркой по прочности при сжатии 35. При промышленном изготовлении пустотелых камней их пустотность составляла 25%. При замене содощелочного плава на метасиликат натрия можно получить эффективные пустотелые камни марки 75. На днепродзержинском и мариупольском гранулированных шлаках и содощелочном плаве вибропрессованием получены условно-эффективные по средней плотности (плотность от 1400 до 1650 кг/м<sup>3</sup>) и теплопроводности пустотелые камни с марками по прочности при сжатии от 25—50 до 200. При виброуплотнении получены камни с маркой по прочности при сжатии 100. При замене содощелочного плава на

метасиликат натрия этим способом формирования также получены камни с маркой по прочности при сжатии 200.

Сравнение показателей у камней на шлакощелочных вяжущих и шлакопортландцементе М300 Днепродзержинского цементного завода свидетельствует о том, что прочность камней при использовании шлаков с естественной влажностью на шлакощелочном вяжущем с содощелочным плавом, введенным в виде раствора, незначительно ниже, чем на ШЩ-300. Это обусловлено тем, что в данном случае содержание щелочных компонентов не превышало 20 кг/м<sup>3</sup> бетона. В то же время в бетоны такого типа рекомендуется введение до 35 кг/м<sup>3</sup> бетона щелочных соединений. Это было осуществлено при введении содощелочного плава и метасиликата натрия в сухом виде. В результате прочность камней возросла на 25—50% и соответственно превысила показатели камней на шлакопортландцементе.

Полученные данные свидетельствуют о том, что коэффициент теплопроводности камней зависит, в основном, от их плотности. Камни на шлакощелочных вяжущих выдерживали 50 и более циклов испытаний на морозостойкость. Изделия имели качество поверхности, соответствующее категории А6. Прочность камней после ТВО составляет 70—80% от показателя в марочном возрасте, что позволило производить их немедленный отпуск потребителям.

Проведенные научно-исследовательские работы и их промышленная апробация позволили разработать республиканские технические условия «Камни бетонные стеновые на металлургических гранулированных шлаках и шлакощелочных вяжущих». При проведении исследований определен также ряд других альтернативных вяжущих (известково-шлаковых, известково-золашлаковых, известково-перлитовых, известково-цеолитовых, гипсошлаковых), которые могут применяться при производстве камней бетонных стеновых.

Итак, применение шлакощелочных вяжущих позволяет получать на гранулированных металлургических шлаках методами виброуплотнения и вибропрессования камни бетонные стеновые, удовлетворяющие всем требованиям ГОСТ 6133—84, с марками по прочности при сжатии до 200 включительно при снижении энергоемкости процесса производства, улучшении товарного вида изделий и показателей по морозостойкости.

УДК 681.5.69.057.5

В. Г. РУБАНОВ, д-р техн. наук (БТИОМ)

## Принципы проектирования микропроцессорных систем управления для автоматизации технологических процессов

Одной из особенностей проектирования как разновидности инженерной деятельности является неопределенность и неопределенность постановки исходной задачи, ее изменчивость по мере решения вплоть до завершения процесса проектирования. Это придает процессу проектирования итерационный многовариантный характер и предполагает наличие у разработчика некоторой стратегии проектирования.

Под стратегией проектирования понимается поиск и определение последовательности операций, выбираемых с целью решения поставленной задачи и позволяющих минимизировать число проектных ошибок и шагов итерации на ключевых этапах процесса проектирования. Исход применения используемых в стратегии методов и алгоритмов проектирования неизвестен и зависит от творческой деятельности проектировщика.

Разработка стратегии проектирования предполагает формирование основополагающих принципов проектирования, применение которых позволит предотвратить значительный экономический и моральный ущерб, связанный с трудностями принятия системно обоснованных решений. К таким принципам относятся:

- принцип иерархичности структуры;
- принцип агрегатирования;
- принцип функционального гомеостаза;
- принцип живучести системы;
- принцип высокой интеллектуальности;
- принцип свободной паразитивности (расширяемости);
- принцип интегрируемости в сети;
- принцип экономичности.

Следует заметить, что приведенные принципы проектирования представлены с учетом перспективы совершенствования систем автоматизации, и в зависимости от уровня сложности конкретно разрабатываемой системы автоматизации некоторые из принципов могут потерять силу на данном этапе развития техники управления и естественной потребности производства тех или иных строительных материалов.

Дадим содержательную трактовку определяющим принципам проектирования.

Принцип иерархичности структуры систем автоматизации технологических процессов в промышленности строительных материалов вытекает из двух особенностей: первая определяется самим характером производства, а именно, состоит в территориальной рассредоточенности технологических процессов, управление которыми требует единой координации; вторая особенность вытекает из ориентации управления на средства микропроцессорной техники с присущим ей разделением функций, их распределением между отдельными микроконтроллерами, установлением приоритетов, т. е. разграничением функций. Таким образом, техническая реализация системы автоматизации в форме иерархической многоуровневой вычислительной сети с распределенной обработкой данных является как бы отображением разнообразия территориально рассредоточенных объектов управления и решаемых задач.

К существенным признакам иерархических систем относятся: последовательное вертикальное расположение подсистем, зависимость действий подсистем верхнего уровня от фактического исполнения нижними уровнями своих функций. Применительно к задачам автоматизации технологических процессов в промышленности строительных материалов можно сделать несколько замечаний по поводу такой многоуровневой иерархии:

- на первом уровне должно применяться прямое цифровое управление классического типа, в то время как на высших уровнях используются более сложные процедуры оптимизации;
- реальными физическими переменными должен управлять лишь первый уровень, на остальные уровни и подуровни возлагается функция настройки обобщенных параметров и выбора рабочих точек, режимов, т. е. в конечном счете они должны быть связаны с перестройкой или адаптацией

какого-то уровня или системы в целом на основе обмена информацией между уровнями;

- все уровни должны работать в реальном масштабе времени, но с точки зрения продолжительности периода принятия решения между ними будет существовать значительное различие.

Принцип агрегатирования в проектировании систем обеспечивает следование многообразия видов средств автоматизации к ограниченному их числу с созданием условий для расширения номенклатуры и функциональных возможностей за счет применения унифицированных взаимозаменяемых агрегатов и модулей [1]. Функциональные модули базовой аппаратуры контроля и управления должны обладать следующими свойствами: функциональной законченностью, нормированностью агрегата, стандартностью конструктивного исполнения, нормированностью функций преобразования для преобразовательных устройств, гальванической разделенностью аналоговой части и цепей управления, дистанционностью управления режимами работы. Возможность построения агрегируемого комплекса для автоматизации технологических процессов в промышленности строительных материалов зависит от решения задач по обеспечению информационной, программной, метрологической, энергетической, конструктивной и эксплуатационной совместимости агрегируемых модулей между собой, с объектами управления и подсистемами контроля работоспособности и диагностики систем автоматизации.

Информационная совместимость — это стандартизация внутрисистемных связей, унификация и нормирование видов и параметров сигналов, их временных и логических соотношений, физической реализации и правил обмена при использовании их в составе системы. Она обеспечивается стандартным интерфейсом, нормированием видов и диапазонов сигналов, несущих цифровую информацию, а также управляю-

щих, командных, программных, адресных и специальных сигналов.

Программная совместимость — это унификация, согласованность и нормирование правил обмена информацией между функциональными блоками, совместимость прикладных программ и базового программного обеспечения, согласованность используемых языков с проблемной ориентацией цифровой системы. Программная совместимость в настоящее время может быть обеспечена использованием алгоритмического языка высокого уровня, ориентированного на описание алгоритмов контроля и управления, наличием библиотеки стандартных подпрограмм управления, контроля и диагностики, используемых в различных алгоритмах и системах автоматизации с встроенными системами контроля работоспособности и диагностики.

Метрологическая совместимость — это единство и согласованность точностных характеристик средств, входящих в систему. Она может быть обеспечена разработанными стандартами по методике определения инструментальной достоверности контроля и требований к точности измерения контролируемых параметров.

Энергетическая совместимость представляет собой согласованность, унификацию и нормирование источников питания отдельных устройств и системы в целом. Задача решается на этапах создания системы.

Конструктивная совместимость — это согласованность, унификация и нормирование конструктивных решений типоразмеров, механических сопряжений всех блоков и единого технико-эргономического оформления. В настоящее время конструктивная совместимость обеспечивается разработанными отраслевыми стандартами.

Эксплуатационная совместимость — это согласованность условий эксплуатации (по допустимым внешним воздействиям, надежности, ресурсу, и т. п.) отдельных блоков и системы в целом.

Принцип функционального гомеостаза состоит в обеспечении свойства системы сохранять в некоторых пределах функциональное поведение при решении любой из своих частных или общих задач.

Принцип живучести системы пред-

полагает создание развитых структур систем автоматизации микропроцессорного класса с аппаратной и временной избыточностью, встроенными или параллельно работающими подсистемами контроля, возможностью перераспределения функций преобразования информации в канале управления между звеньями структуры (реконфигурация), алгоритмической и программной поддержкой процессов управления и контроля работоспособности, которые обеспечивали бы достижение глобальной цели функционирования системы автоматизации, возможно с частичной потерей качества управления, даже при отказах отдельных элементов управляющего устройства или при изменениях параметров объектов управления.

Как видно, свойство живучести подразумевает способность адаптироваться к новой ситуации и противостоять вредным воздействиям, обеспечивая цель функционирования за счет соответствующего изменения своей структуры и поведения. Сопоставление свойств живучести и функционального гомеостаза позволяет заключить, что последнее в обобщенном виде отражает общие аспекты свойства живучести.

Целесообразность создания систем автоматизации, обладающих высокой степенью живучести, вытекает из условия комплектования кадрового состава специалистов по вычислительной технике и автоматике на предприятиях, а также из условия обеспечения безаварийной работы объектов, поскольку аварийная остановка, например, вращающейся цементной печи приводит к большим экономическим потерям.

Принцип высокой интеллектуальности системы предполагает совершенствование лингвистических и программно-аппаратных средств, обеспечивающих простоту доступа пользователя, не владеющего основами программирования, к микропроцессорным системам автоматизации за счет наличия понятного специалисту-технологу проблемного языка программирования высокого уровня, близкого к естественному, и средств базового программного обеспечения, содержащих предпроцессоры языка пользователя, компиляторы и интерпретаторы, а также

благодаря развитым средствам ввода-вывода, базкам данных и знаний.

Принцип расширяемости микропроцессорной системы автоматизации реализуется при проектировании путем использования согласователей ввода-вывода, мультиплексного расширителя интерфейса или специализированных субкомплексов, сформированных в соответствии с особенностями управляемого процесса. Следует помнить, что подключение функциональных модулей через контроллер субкомплекса, в отличие от подключения непосредственно через согласователь ввода-вывода или мультиплексный расширитель интерфейса, уменьшает нагрузку центральных процессоров и памяти и увеличивает скорость обмена за счет первичной обработки информации и управления функциональными модулями при помощи субкомплекса. При этом подключение упрощаются компоновка, наладка и эксплуатация всего комплекса [2].

Принцип интегрируемости подсистем в сеть диктуется тенденцией развития микропроцессорных систем автоматизации и преследует цель большего удовлетворения требований заказчиков, повышения качества продукции, обеспечения высокой гибкости производства и роста коэффициента использования оборудования. Интеграция подсистем в сеть должна дать больший эффект, чем сумма эффектов частей, входящих в систему. Разность результатов называется системным эффектом и является конечным показателем полученной сети. Возможность реконфигурации технических и программных средств, а также создание на базе аппаратуры управления и контроля работоспособности и диагностики обеспечивают высокий уровень живучести интегрированных систем автоматизации технологических процессов.

#### Список литературы

1. Гуровой А. А., Воцевский В. Ф., Доценко Б. И., Рубанов В. Г., Черняк С. П. Микропроцессорные агрегатные комплексы для диагностирования технических систем. — Киев: Техника, 1990. — 168с.
2. Родионов В. Д., Терехов В. А., Яковлев В. Б. Технические средства АСУ ТП. — М.: Высш. шк., 1989. — 263с.

Всероссийское акционерное общество  
«Нижегородская ярмарка»

проводит международную выставку

«**КОНВЕРСИЯ**»

12—16 сентября 1994 г.

- наукоемкие технологии;
- оборудование для перерабатывающих отраслей промышленности, строительства;
- средства связи, электронной техники и автоматизации;
- оборудование и приборы экологического назначения;
- оборудование для разведки и добычи полезных ископаемых

Контактный телефон: (8-312) 446-033





# Сеть NetWare фирмы Novell — промышленному предприятию

В третьем номере журнала была опубликована статья «Сеть LANtastic для Вашего офиса». В ней рассматривалась офисная локальная сеть фирмы ARTISOFT.

В данной статье будет рассмотрен ещё один из наиболее распространённых программных продуктов для локальных вычислительных сетей NetWare фирмы Novell.

Не существует одновременно лучших и дешёвых сетей. Каждая сеть реализует набор стандартных услуг. И некоторые их функции отличаются, что позволяет решать различные задачи конечных пользователей.

Сеть NetWare имеет мощную разветвлённую структуру и способна охватить большое предприятие.

Фирма Novell существует на рынке с 1982 г. Она решила подавить своих конкурентов и разработала новую операционную систему, которая характеризуется высокой надёжностью.

Рассмотрим компоненты NetWare. Сеть состоит из центрального персонального компьютера, сервера и рабочих станций. Информация между различными компонентами сети передаётся по кабелям.

ЛВС NetWare фирмы Novell могут состоять из одного файло-сервера, под-

держивающего небольшое число рабочих станций, или из многих файло-серверов и коммуникационных серверов, соединённых с сотнями рабочих станций. Вся ЛВС в целом может быть соединена с другой ЛВС и с внешним главным компьютером, таким как большая ЭВМ или мини-компьютер. Таким образом ЛВС фирмы Novell может охватить достаточно большое промышленное предприятие и удовлетворить специфическим требованиям Вашей организации. ЛВС поможет Вам преодолеть трудности, связанные с совместным использованием принтеров, многократным дублированием в разных компьютерах одних и тех же программ, отрицательным распространением данных.

NetWare Novell с каждым днём становится всё более мощной и предлагает пользователю новые возможности. В её функции включены: электронная почта, система отказоустойчивости, связь с большими машинами IBM, объединение разрозненных ЛВС. Для пользователей, работающих на серверах с прикладными программами Unix, разрабатывается специальный вариант операционной системы UnixWare. Одним из преимуществ Unix-систем является возможность использования мощности более од-

ного процессора. В настоящее время корпорация Novell планирует выпуск сетевой операционной системы NetWare, независимой от типа процессора. Сетевая операционная система NetWare ориентирована на операционную систему MS DOS для персонального компьютера. Дисковая операционная система (DOS) выполняет две основные функции. Первая — управление функциями компьютера и создание организационной структуры для упорядоченного хранения файлов. Вторая — управление интерпретацией и выполнением прикладных программ. Многие команды DOS действуют в сети так же, как и в персональном компьютере. Компания также разрабатывает средства поддержки среды Windows. Таким образом, сеть позволит объединить между собой различные аппаратные и программные платформы.

При конфигурировании операционной системы NetWare она может быть приспособлена к различным конфигурациям сети, т.е. иметь шинную, звезду или кольцевую топологию. Схема доступа сети обеспечивает электронную магистраль для передачи данных и может быть типа ARCnet, Ethernet или Token Ring.



## УРАЛНИИСТРОМПРОЕКТ п р е д л а г а е т

### БЕЗОБЖИГОВЫЙ ЛЕГКОВЕСНЫЙ ЖАРОСТОЙКИЙ ФОСФАТНЫЙ МАТЕРИАЛ

<b>НАЗНАЧЕНИЕ</b>	Изготовление футеровок и теплоизоляции тепловых агрегатов в монолитном или сборном вариантах								
<b>ТЕХНОЛОГИЯ</b>	Изготавливается из ортофосфорной кислоты или фосфатной связки, огнеупорного наполнителя и алюминиевой пудры. Огнеупорные наполнители — корунд, шамот, высокоглиноземистые отходы абразивной промышленности и нефтехимии. Исходные компоненты дозируются в определенном соотношении, перемешиваются до однородности, укладываются в форму или опалубку, выдерживаются до самопроизвольного вспучивания и затвердевания за счет энергии газо- и тепловыделения.								
<b>ХАРАКТЕРИСТИКИ</b>	<table border="0"> <tr> <td>Время затвердевания, мин. . . . .</td> <td>5—30</td> </tr> <tr> <td>Средняя плотность, кг/м<sup>3</sup> . . . . .</td> <td>300—1000</td> </tr> <tr> <td>Прочность при сжатии, МПа. . . . .</td> <td>0,5—10</td> </tr> <tr> <td>Температура применения, °С. . . . .</td> <td>1300—1700</td> </tr> </table>	Время затвердевания, мин. . . . .	5—30	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	300—1000	Прочность при сжатии, МПа. . . . .	0,5—10	Температура применения, °С. . . . .	1300—1700
Время затвердевания, мин. . . . .	5—30								
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup> . . . . .	300—1000								
Прочность при сжатии, МПа. . . . .	0,5—10								
Температура применения, °С. . . . .	1300—1700								
<b>ПРЕИМУЩЕСТВА</b>	Быстро твердеет без термообработки Изготавливается любых габаритных размеров Легко обрабатывается Не имеет отечественных и зарубежных аналогов								
<b>УСЛУГИ</b>	Передача технической документации Помощь в освоении производства								

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 89 Лаборатория теплоизоляционных материалов  
телефон: 65-58-56, 24-12-83 телефон 24-74-36



## Выставка горного оборудования

В Москве в мае проводилась международная выставка горного оборудования «Майнинг-экспо-94».

Особенностью выставки можно считать недавно проявившуюся тенденцию показывать оборудование, способное разрабатывать скальные породы без предварительного взрывного рыхления. Были представлены следующие виды этого оборудования: механические лопаты, ковши которых оснащены так называемыми активными зубьями; навесные рыхлители на тракторах, гидромолоты, мощные модели которых способны подготавливать к выемке слои скальных пород, фрезерные комбайны, выполняющие процессы рыхления, выемки, дробления до размера 150—300 мм и погрузки пород прочностью до 80 МПа.

АО «Уралмаш» информировало о ряде экскаваторов карьерного типа с рабочим оборудованием прямой лопаты с механическим приводом. Емкость ковша мехлопат изменяется от 5,2 до 20 м<sup>3</sup> (основного типа). Предусмотрена возможность установки на экскаваторах ковшей различной вместимости в зависимости от характеристик разрабатываемых пород; диапазон изменения емкостей для экскаваторов разных моделей изменяется в пределах 1,5—2,1 раз (табл. 1).

Наряду с широко распространенным экскаватором ЭКГ-5А начал выпуск модификаций: ЭКГ-5Д с дизель-электрическим приводом с ковшами той же емкости, ЭКГ-4ус с увеличенными параметрами рабочего оборудования (высота черпания благодаря этому возросла до 13,2 м) и стандартным ковшом емкостью 4 м<sup>3</sup> и ЭКГ-5В, в основном ковше которого емкостью 5,2 м<sup>3</sup> установлены активные зубья. Кроме того, на базе ЭКГ-5 создан драглайн с ковшом емкостью 3,2 м<sup>3</sup> и короткой стрелой (всего 32 м). Представляют интерес для нерудников экскаваторы с гидроприводом: ЭГ-6 с оборудованием прямой лопаты и ЭГО-4 — обратной лопаты.

Завод продолжает выпускать шагающие драглайны. Кроме известного в мире ЭШ-20,90, предлагаются новый

экскаватор ЭШ-25,90 с ковшом емкостью 25 м<sup>3</sup> и более мощные модели. На базе ЭШ-25,90 созданы 2 модификации: ЭШ-20,100 и ЭШ-15,110, имеющие ковши емкостью соответственно 20 и 15 м<sup>3</sup>, а стрелы длиной 100 и 110 м.

Вероятно следует отметить особенности экскаваторов с активными зубьями, серийное производство которых начато недавно. Три из пяти зубьев, установленных на ковше мехлопаты ЭКГ-5В, названы активными. Они представляют собой пневмомолоты. Сжатый воздух к пневмомолотам поступает от компрессора, размещенного на экскаваторе, поэтому масса и установленная мощность двигателей нового экскаватора выше, чем у ЭКГ-5А. На карьерах промышленности строительных материалов СНГ работает 5 экскаваторов ЭКГ-5В, разрабатывающих полускальные породы без взрывного рыхления. Часть пластов известняка разрабатывается непосредственно из целика, наиболее прочные породы предварительно ослабляются взрывным способом.

Разнообразное выемочно-погрузочное оборудование представила фирма «Либхерр». Это экскаваторы с гидроприводом, одноковшовые погрузчики на колесном и гусеничном ходу, бульдозеры, канатные экскаваторы с разнообразным сменным оборудованием. Гидроэкскаваторы имеют рабочее оборудование прямой и обратной лопаты и грейфера. Малые модели выполнены на шельмоходу. Ряд из 7 одноковшовых погрузчиков с мощностью двигателей 38—235 кВт оснащены ковшами емкостью от 0,7 до 4 м<sup>3</sup>. Фирма изготавливает также 4 модели одноковшовых погрузчиков на гусеничном ходу с ковшами емкостью 1,2—2,9 м<sup>3</sup>. Фирма «Либхерр» оснащает тракторы с мощностью двигателей до 243 кВт оборудованием бульдозера и рыхлителя. Фирма отмечает простоту и удобство управления оборудованием. Машины по требованию заказчика поставляются в сервом исполнении. Так, на

полуострове Ямал эксплуатируется бульдозер ПР-751 мощностью 243 кВт, имеющий также оборудование рыхлителя, и экскаватор Р-954 с ковшом емкостью 2,2 м<sup>3</sup>. Обе машины работают в зимних условиях при температуре воздуха —50°С.

Фрезерные комбайны отличающихся конструкций представили 2 фирмы. Наибольшее распространение при добыче различных полезных ископаемых получили комбайны фирмы «Виртген». В мире работает более 30 комбайнов, в том числе 6 на карьерах в республиках на территории бывшего СССР, из них 3 в России. Фирма выпускает большое число комбайнов различных типоразмеров. На выставке сообщалось о 6 моделях, имеющих фрезы длиной от 1900 до 4200 мм. Отличительной чертой комбайнов «Виртген» является установка цилиндрической фрезы в центре машины, между передними и задними гусеницами. Поэтому ее забоем служит площадка уступа. Толщина снимаемой стружки составляет у самых мощных машин 600 мм. Комбайны способны разрабатывать породы прочностью до 80 МПа, а отдельные прослои значительно большей прочности.

Фирма «Фест-Альпине», имеющая богатый опыт производства комбайнов для проведения подземных работ, изготовила фрезерный комбайн типа ВАСМ-20/Е для работы на карьерах. Рабочий орган данного комбайна смонтирован на стреле, которая может изменять положение в вертикальной плоскости. Благодаря этому комбайн способен обрабатывать забой высотой до 5 м, которым для комбайна данной конструкции является не площадка, а торец уступа. В эксплуатации находится 3 комбайна.

Каждая из приведенных конструкций имеет достоинства и недостатки. Специалисты — технологи-горняки и машинистостроители — продолжают споры о перспективности комбайнов того или иного типа. Однако несомненна их способность к селективной выемке тонких пластов полезного ископаемого или прослоев пустых пород (для отдельных типов до 2 см), возможность исключить одну, а в некоторых случаях и две стадии дробления при получении горной массы, которая может требовать только грохочения или додробливания.

Фирма «Фест-Альпине» сообщила также о других видах оборудования: ряда роторных экскаваторов теоретической производительностью 600—7500 м<sup>3</sup>/ч компактного типа (с

Таблица 1

Показатели	Тип экскаватора				
	ЭКГ-5А	ЭКГ-5В	ЭКГ-12	ЭГ-6	ЭГО-4
Емкость ковша, м <sup>3</sup>					
основного	5,2	5,2	12	6	4
сменного	3,2—7	5,2—6,3	10—16	3	3
Глубина черпания, м	10,3	10,3	15	13	12
Мощность привода, кВт	250	400 квт	1250	660	660
Рабочая масса, т	196	202	630	160	160

Таблица 2

Показатели	Тип агрегата	
	XH-9 УРП	XH-10 УРП
Размер приемного отверстия, пробитки, мм	900x750	1050x800
Размеры питателя, мм	4800x800	4800x1000
Емкость приемной воронки, м <sup>3</sup>	6	6,5
Высота, м	3,8	3,8

уменьшенными рабочими параметрами) и отвалообразователя на гусеничном ходу, имеющего самую большую в мире общую длину (378 м) и длину отвальной консоли — 260 м теоретической производительностью 6,5 тыс. м<sup>3</sup>/ч. Отвалообразователь установлен на угольном карьере в США, штат Техас.

Несколько видов колесных погрузчиков для открытых и подземных работ представила фирма «Бумар». Двадцать лет назад многие карьеры и другие предприятия промышленности строительных материалов начали получать погрузчики Л-34 с ковшем емкостью 3,4 м<sup>3</sup>. Объем поставок погрузчиков достигал 1,5 тыс. в год. В настоящее время выпускается модернизированная модель — Л-35 грузоподъемностью 7 т с ковшем емкостью 3,5 м<sup>3</sup>. Мощность двигателя погрузчика 117 кВт. Специально для условий работы в карьерах изготавливается погрузчик НБС-2 с тем же

двигателем. Емкость ковша погрузчика 3,5 м<sup>3</sup>, грузоподъемность 10 т. Увеличение грузоподъемности достигнуто благодаря уменьшению рабочих параметров, в том числе и высоты разгрузки. Погрузчик имеет несколько видов сменного оборудования, в частности, для перевозки крупных кусков породы. Сообщается также о погрузчике Л-201 с двигателем мощностью 86 кВт и ковшем емкостью 1,5 м<sup>3</sup>, который также укомплектован большим числом видов сменного оборудования.

Известные всем горнякам самосвалы БелАЗ представляло ПО «БелавтоМАЗ». В объединение вошло 3 завода: Минский, Белорусский и Могилевский, которые производят автомобили грузоподъемностью 8—200 т. Самосвалы БелАЗ имеют колесную формулу 4x2. Белорусский завод освоил выпуск новой продукции — колесных погрузчиков грузоподъемностью 10 т с ковшем

емкостью 5 м<sup>3</sup>, массой 53,7 т и мощностью двигателя 312 кВт, который способен загружать самосвалы грузоподъемностью до 55 т. Могилевский завод изготавливает колесные погрузчики грузоподъемностью 7,5 т с ковшем емкостью 3,7 м<sup>3</sup> массой 29,5 т и мощностью двигателя 257 кВт.

В выставке участвовала промышленная группа «Сведала», выпускающая разнообразное обогатительное оборудование: питатели, дробилки, грохоты, нососы, ленточные конвейеры, износостойкие изделия из резины и т. п. Группа образована из фирмы «Треллеборг» несколько лет назад. В ее состав вошли известные фирмы: «Аллис», «Треллекс», «Марси», «Денвер» и ряд других. В качестве примера своей продукции фирма привела характеристики самоходных дробильных агрегатов (СДА) на гусеничном ходу, которые входят в систему также самоходных перерабатывающих агрегатов. СДА оснащены щековыми дробилками (табл. 2)

Выставка несомненно была интересна и могла быть полезной для специалистов. Однако информации о выставке почти не было. Поэтому многие узнали о ней уже после закрытия, что огорчает.

## Программно-аппаратный комплекс "Ба-Бах!"

### Комплекс обеспечивает:

- поддержку погоризонтной модели карьера;
- автоматический ввод маркшейдерских данных;
- разделение взрывного блока на участки по глубине скважин, по обводненности и геологическим условиям;
- формирование конструкций скважинных зарядов;
- автоматическую расстановку скважин в соответствии с заданными параметрами сетки по участкам взрывного блока;
- хранение и обработку данных о проектах БВР по блокам;
- проведение технического расчета объема взрывчатых веществ и средств взрывания;
- вывод требуемой графической документации и таблиц на принтер/плоттер;
- планирование проведения горных работ на любой выбранный период;
- ввод укрупненных блоков, задание параметров и расстановка оборудования для моделирования;
- получение оперативной информации о работе карьера.



**Разработчики: АО "ЭПАС" и НПК "Гемос Лтд."**

Мы готовы также поставить  
Вам оборудование,  
необходимое для работы АРМа

Наш адрес: 111250 Москва, а/я 6  
Телефоны: (095) 267-3350, 261-9324.  
Факс: (095) 267-3246

## Уважаемые подписчики, читатели!

Итоги подписки на II полугодие 1994 г. в нынешних непростых экономических условиях показали, что интерес к нашему отраслевому журналу сохраняется. Редакция и члены редакционного Совета, со своей стороны, стремятся организовать практически ценную техническую и экономическую информацию, полезные коммерческие публикации в каждом номере журнала. По отзывам специалистов, журнал помогает установить деловые контакты, реализовать продукцию, найти партнеров для совместной деятельности.

Сообщаем, что редакция в настоящее время имеет возможность публиковать бесплатно объявления некоммерческого характера - о проводимых выставках, семинарах, симпозиумах, выпускаемых книгах, новых периодических изданиях и др. Используйте наши страницы в интересах развития своего дела, для расширения круга специалистов, обсуждающих отраслевые проблемы!

Кроме того, отдел информации и рекламы РИФ «Стройматериалы» начал подготовку к

публикации ряда материалов, посвященных наличию, качеству и доступности для пользователей информационных массивов по промышленности строительных материалов и стройиндустрии.

В настоящее время пользователь вынужден извлекать требуемую информацию из множества источников, затрачивая массу времени еще на подступах к информационному массиву. Основной целью данной работы мы считаем систематизацию указанной информации и предоставление нашим читателям возможности воспользоваться готовым информационным продуктом.

Если Ваша организация или предприятие является держателем систематизированного информационного массива (специализированная база данных, картотека и др.) и Вы заинтересованы, чтобы о нем узнали и воспользовались им на Ваших условиях специалисты отрасли — информируйте нас об объеме и качестве Вашей информации, а также возможности доступа к ней.

### ВНИМАНИЕ!

Подписка на журнал «Строительные материалы» на II полугодие 1994 г. была объявлена через каталог издательства «Известия», раздел ЦАЗИ — центральное агентство по зарубежным изданиям Роспечати. В связи с этим не все желающие смогли выписать журнал с №7 (июль) 1994 г.

По просьбам читателей печатаем талон доставочной карточки для осуществления подписки на 1995 г.

Журнал выходит ежемесячно.

Подписная цена

на 1 мес. — 6 тыс. р.,  
на 3 мес. — 18 тыс. р.,  
на 6 мес. — 36 тыс. р.

Оформить подписку и заказать отдельные экземпляры журнала можно в редакции.



Ф. СП-1

Министерство связи РФ  
«Роспечать»

**АБОНЕМЕНТ** на журнал  
«Строительные материалы» **70886**

(наименование издания)

Кол-во  
номеров

на 1995 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Куда

(индекс)

(адрес)

Кому

ДОСТАВОЧНАЯ  
КАРТОЧКА

ПВ

место

литер

на журнал

**70886**

«Строительные материалы»

Сто- имость	подписки	руб.	коп.	Кол-во компл.
	переводки	руб.	коп.	

на 1995 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Куда

Кому

## IN ISSUE

*V. S. Bogdanov, K. A. Yudin* Improvement of materials grinding technique and technology

*G. D. Pershin* Techno-economic substantiation technological parameters of stone cutting with rope-diamond saws

*V. I. Balovnev, Yu. V. Razumov, L. A. Fedner* High-efficiency mills in production of structural materials

*N. I. Motornyi* Rock disturbance when blasting

*E. I. Yumasheva* International conference on non-destructive control methods in science and industry

*V. A. Stenin* Electrokinetic method for controlling hardening process of lime-cement mortar

*P. I. Bujny, N. M. Shmelev, V. M. Baranov* Use of roofing materials "SWEPCO" (USA)

*M. S. Garkavi, V. I. Shishkin, N. V. Glazatova, T. V. Sergacheva* Concrete for low-storeys building from heat and power plant ash

*A. K. Gilyazetdinova, B. N. Vinogradov, L. P. Orentliher, A. B. Andreeva, O. K. Slanin, V. P. Lukoshkin* Research of formation cementing material in binders and concretes based on electrothermophosphorous slag

*A. V. Golubnichy* Wall concrete stones from granulated metallurgical slags and slag-alkaline binders

*V. G. Rybanov* Principles of designing microprocessors control systems for industrial automation

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе. Авторы гарантируют отсутствие в статьях данных, не подлежащих открытой публикации.

Редакция может опубликовать статьи в порядке обсуждения, не разделяя точку зрения автора.

Редакция не несет ответственности за содержание рекламы и объявлений.

Учредитель журнала: ТОО рекламно-издательская фирма

«Стройматериалы»

Журнал зарегистрирован в Министерстве печати и информации Российской Федерации за № 0110384

Главный редактор М. Г. РУБЛЕВСКАЯ

Редакционный Совет:

Ю. З. БАЛАКШИН,

А. И. БАРЫШНИКОВ,

К. С. ВОРОБЬЕВ,

Ю. С. ГРИЗАК,

Ю. В. ГУДКОВ,

П. П. ЗОЛОТОВ,

В. А. ИЛЬИН,

С. И. ПОЛТАВЦЕВ (председатель),

С. Д. РУЖАНСКИЙ,

В. А. ТЕРЕХОВ (зам. председателя),

И. Б. УДАЧКИН,

А. В. ФЕРРОНСКАЯ,

Е. В. ФИЛИППОВ

### ПРОВЕРЬТЕ ПРАВИЛЬНОСТЬ ОФОРМЛЕНИЯ АБОНЕМЕНТА!

На абонементе должен быть проставлен оттиск кассовой машины.

При оформлении подписки (переадресовки) без кассовой машины на абонементе проставляется оттиск календарного штампа отделения связи. В этом случае абонемент выдается подписчику с квитанцией об оплате стоимости подписки (переадресовки).

Для оформления подписки на журнал, а также для переадресования издания бланк абонемента с доставочной карточкой заполняется подписчиком чернилами, разборчиво, без сокращений, в соответствии с условиями, изложенными в каталогах Роспечати.

Заполнение месячных клеток при переадресовании издания, а также клетки "ПВ-МЕСТО" производится работниками предприятия связи и Роспечати.

### Обращаем внимание наших подписчиков, авторов, читателей!

Редакция журнала  
в настоящее время  
находится по адресу:

117818, г. Москва, ул.  
Кржижановского, 13,  
ком. 507б

Телефоны для контактов:  
124-32-81, 124-32-96

Подписано в печать 15.08.94 г.  
Формат 60x88 1/8  
Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Уч.-изд. л. 5,6.  
Усл. печ. л. 3,92.  
Тираж 1950  
Заказ 84  
С

Набрано в  
ТОО РИФ «Стройматериалы»

Отпечатано в ИНПА  
комплексе полиграфических услуг  
117949 Москва  
ул. Б. Якиманка, 38а