

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АССОЦИАЦИИ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ,
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ЦЕНТРА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ
(СТРОМИННОЦЕНТРА)

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

№ 8
(428)

АВГУСТ

1990

Издается с января 1955 г.

Содержание

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ — НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ	ПОГОРЕЛОВ А. В., ТЕПЛОВА Л. А. Об интенсификации инженерного труда в условиях экономической реформы Для ускорения экономической реформы	2 3
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	ЯНУЛИС В. И., МИЛЮКАС Э. И., ШАКМАНАС А. Т., ВАЛЮКЯВИЧЮС Ч. А. Система сжигания жидкого топлива в кольцевой печи со съёмным сводом	5
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА	БУЗОВ А. А., ШВАДЧИН В. А., ЛЕОНОВА Т. П., ПОЛТАВЦЕВ А. А. Система автоматического управления режимом сушки в многозонных сушильных агрегатах непрерывного действия КРУПА А. А., ИВАНОВА Е. Г., ДАЦЕНКО Б. М. Оптимизация формовочных свойств керамических масс для получения крупногабаритных изделий КУРНЫКОВ А. П., ТОЛСТИКОВА Н. С. Утилизация тепла вращающейся печи	7 9 10
ОБОРУДОВАНИЕ	МИШУЛИН Б. В., ЖУРАВЛЕВ В. П., КУЗНЕЦОВ В. Г., ИЛЬЧЕНКО С. В., СИНЕЛЬНИКОВ О. Б. Способ предотвращения налипания мунистых доломитов на металлургические стенки бункера ГОРДИЕНКО В. Н., ШУМИЛОВ А. А., КАЛЕНДО М. В. Методы повышения срока службы роторных дробилок угля	11 12
НОВЫЕ И УЛУЧШЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ	НАНАЗАШВИЛИ В. И. Опыт применения ВНВ вяжущего в производстве мозаичных плит Водостойкая шпатлевка «талек»	14 14
РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ	БИРЮКОВ А. И. Новый подход к совершенствованию кругосеточных мельниц асбестоцементного производства СЕВОВЬЯНОВ В. С., БОГДАНОВ В. С., СМОЛЯНОВ Ю. М., ХАНИН С. И. Исследование кинематических параметров мельниц, оснащенных лопастными энергообменными устройствами КАЗАНСКИЙ В. М., ТАРАСЕВИЧ В. И., ГАСАН Ю. Г. Измерения сухой массы гипсобетона	16 19 21
ИЗ ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА ЗА РУБЕЖОМ	СЕРКОВ Б. П. Зарубежный опыт применения полимерных материалов в саггопрозрачных конструкциях	23
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	ПУНАГИН В. Н., ТИМОШЕНКО В. К. Решать строительные-технологические задачи с помощью ЭВМ	



МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ

Экономические методы — народному хозяйству

УДК 688-658.3.01

А. В. ПОГОРЕЛОВ, канд. экон. наук, зам. генерального директора
НПО «Полимерстройматериалы», Л. А. ТЕПЛОВА, канд. техн. наук
(ВНИИстройполимер)

Об интенсификации инженерного труда в условиях экономической реформы

Интенсивное развитие промышленности строительных материалов в условиях экономической реформы предполагает возрастание объема производства продукции и улучшение ее качества прежде всего в результате эффективного использования уже созданного производственного потенциала [1, 2].

В связи с этим очень важна интенсификация инженерного труда, выявление внутривидовых резервов и их особенностей, определение организационно-экономических путей их реализации.

С целью улучшения использования имеющихся трудовых резервов, ориентации деятельности инженерных кадров на разработку и внедрение достижений научно-технического прогресса во ВНИИстройполимере проводились работы по совершенствованию учета трудоемкости управления, изучение отечественных и зарубежных теорий трудовой мотивации, анализ новых форм хозяйствования, отличающихся реализацией эффективных механизмов экономической мотивации, а также выявление возможности применения средств вычислительной техники для моделирования задач экономики и управления, радиоавтоматизации и автоматизации информационных процессов в сфере управления.

В частности, с целью оптимизации численности инженерно-технических работников отделов, использования внутривидовых резервов, ориентации их деятельности на получение качественных результатов труда проведена работа по совершенствованию методики определения и учета трудоемкости управления.

Трудоемкость управления является составной частью полной трудоемкости изготовления продукции и включает затраты труда ИТР и служащих, обеспечивающих непрерывное функционирование производства. При этом трудоемкость управления определяется суммированием трудовых затрат на общее (линейное) руководство основным производством, его технологическую подготовку, разработку и совершенствование конструкций изделий, обеспечение производства оснасткой и инструментом, его ремонтные и энергетические обслуживания; затрат на совершенствование организации производства и управления, контроль качества продукции, оперативное и технико-экономическое планирование, бухгалтерский учет и финансовую деятельность, материально-техническое снабжение, кооперирование и сбыт продукции, комплектование и подготовку кадров, общее делопроизводство, хозяйственное обслуживание, охрану труда и применение техники безопасности.

Например, в состав работ по технологической подготовке производства входят разработка и подготовка новых технологических процессов, совершенствование и обеспечение уже действующих. Поэтому при расчете трудоемкости технологической подготовки производства учитываются затраты ИТР и служащих в зависимости от числа технологических операций (норм) при производстве всех изделий, числа рабочих мест в основном производстве, общей численности рабочих.

Методику апробировали в условиях хозяйствования на предприятиях Минсельхозмаша СССР, бывшего Минстройдормаша СССР.

Рассматривалась деятельность ИТР и служащих в технологических отделах (лабораториях, бюро), отделах механизации и автоматизации производства, рационализации и изобретательства, технической информации, технологических бюро и участках основного производства.

При расчетах численности ИТР и служащих, занятых разработкой и совершенствованием конструкций изделий, а также обеспечением производства оснасткой и инструментом предварительно рассматривалось соответствие функций, выполняемых конструкторами, функциям, предусмотренным в должностных инструкциях для данной категории работников. Необходимая численность ИТР по функциям «разработка и совершенствование конструкций изделий» рассчитывалась укрупненно в зависимости от числа деталей, их сложности, числа оригинальных изделий, проектируемых в течение года, а также в зависимости от численности работников, занятых унификацией и нормализацией изделий.

Современные условия хозяйствования характеризуются изменением многих внешних факторов управленческой деятельности, которые требуют изменения мотивационных сторон поведения работников на всех иерархических ступенях. Поэтому при определении оптимальной численности инженерно-технических работников рассматривались теории трудовой мотивации двух направлений.

Первое направление — теория удовлетворенности работой — концентрирует внимание на том, что побуждает действовать и стимулирует деятельность работников. Рассматривались два типа экономической теории удовлетворенности: теория иерархии потребностей А. Маслоу и двухфакторная теория Ф. Херцберга.

Согласно теории иерархии потребностей А. Маслоу, человек, как социальная система, мотивируется определен-

ными потребностями, которые группируются по 5 уровням: 1 — физиологические потребности; 2 — потребности в безопасности, в стремлении к стабильности положения; 3 — потребности в общении, принадлежности к определенной группе лиц; 4 — в уважении и признании; 5 — в самореализации. У рядовых работников потребности достигают второго, третьего, четвертого уровней (безопасность, принадлежность к группе, уважение со стороны). У руководящего состава потребности поднимаются до пятого уровня — потребности в реализации потенциала своей личности. Таким образом, мотивация рассматривается как проявление иерархии потребностей работника, побуждающих его к достижению конкретных целей.

При применении двухфакторной теории мотивации работников управленческого труда Ф. Херцберга выделялись факторы I и II уровней, которые вызывают положительное или отрицательное отношение к работе (факторы «удовлетворенности» и «неудовлетворенности»). К факторам, влияющим на удовлетворенность трудом, по Ф. Херцбергу относятся: достижения в работе, признание, работа как таковая (интересная или скучная, монотонная или разнообразная, легкая или трудная, строго регламентируемая или свободная от ограничений), продвижение по службе как изменение статуса работающего (возможности роста, связанные с получением новых знаний, умений и навыков, работ, техническое руководство, условия труда, гарантия работы, межличностные отношения).

Согласно Ф. Херцбергу, удовлетворенность и неудовлетворенность трудом представляют собой два разных состояния, каждое из которых имеет самостоятельную шкалу. При этом выделяются два типа работников управленческого труда: первые — ориентированные на мотиваторы, которые прежде всего итересуются значимостью, содержанием труда, ответственностью и т. д., а вторые — ориентированные на факторы гигиены, которые прежде всего заботятся об условиях труда, окружения и т. д. и не беспокоятся о содержательной стороне дела.

Во втором направлении мотивационных исследований принадлежит теории процесса. При их применении концентрируется внимание на выборе поведения, способного привести к желательным результатам. Теории процесса утверждают, что индивиды оценивают различные виды поведения через измеримые трудовые результаты, которые, по их мнению,

возможно получить. Наиболее известными теориями этого типа являются теория ожидания Врума и теория предпочтения Скиннера [3].

В новых условиях хозяйствования ставится задача изменения как внешних экономических условий, в которых трудятся инженерно-технические работники, так и внутренних, психологических и социально-психологических условий. Поэтому при определении оптимальной численности работников учитывались не только типологические их особенности, но и мотивационные.

Возрастающую роль в повышении производительности труда будут играть социальные факторы, и прежде всего за счет резкого улучшения системы распределения доходов в соответствии с результатами труда. Поэтому при исследовании вопросов интенсификации труда ИТР на современном этапе рассматривались новые формы хозяйствования, получившие развитие в машиностроительной отрасли, где реализованы наиболее эффективные механизмы экономической мотивации труда в результате усложнения взаимосвязей между состоянием работников и уровнем их трудовой активности, в частности, государственные акционерные предприятия, совместные предприятия, создаваемые на территории нашей страны.

Именно в условиях таких форм организации, таких принципов хозяйствования наиболее полно выявляется роль потребительских ориентаций в системе мотивов повышения доходов через стимулы высоких заработков — в повышении трудовой активности.

К примеру, в акционерном предприятии или арендном при образовании акционерного капитала сотрудники вкладывают свои сбережения в акции для получения прибыли (дивиденда), т. е. во всех сферах деятельности, службах, цехах функционирует процесс «от безразличия к заинтересованности». Работники, в зависимости от доли вложенного капитала, за определенный интервал времени (год) получают соответствующие дивиденды. Последнее обуславливает усиление заинтересованности каждого работника в конечных результатах деятельности предприятия, в ускорении внедрения новой техники и технологии, освоении в кратчайший срок новой продукции, нужной потребителям.

Заслуживает особого внимания в вопросах наилучшего использования трудовых резервов организация труда на совместных предприятиях. В частности, вопросы использования форм и определения размеров оплаты труда, материального поощрения, вопросы найма и увольнения инженерных работников решаются самым совместным предприятием. При этом деятельность научных и инженерных работников оценивается по эффективности их труда, продуктивности (результативности) затраченного индивидуального рабочего времени, а не продолжительностью трудового дня и графиком работы сотрудников.

Таким образом, на примере совместных предприятий возможна отработка нового, более эффективного хозяйственного механизма, отличающегося реальной зависимостью оплаты труда от уровня трудовой активности специалистов.

Сложные задачи, требующие повыше-

ния эффективности инженерного труда в условиях хозяйственной реформы, определяют необходимость повышения уровня организации. Нужно быстрее принимать решение, претворять их в жизнь, контролировать и анализировать результаты. При этом характерны повышение многообразия и сложности управленческих функций, увеличение объема собираемой, накапливаемой, обрабатываемой и передаваемой информации. И все это следует, что необходимо дальнейшее рационализация и автоматизация информационных процессов в сфере управления.

В проведенной работе выявлялись преимущества и недостатки различных структур автоматизированных информационных систем. Рассматривались централизованные, частично распределенные и полностью автоматизированные системы, их преимущества и недостатки; критерии, действующие в отношении распределения систем (эффективность, гибкость, обзорность). Уточнялись методы, используемые при автоматизации процессов управления [4, 5].

Исследовались возможности применения средств вычислительной техники для моделирования задач экономики и управления моделирования процессов организации труда, моделирования и перспективного анализа эффективности хозяйственной деятельности объединения, использования ЭВМ при решении задач научно-технического планирования.

Наряду с управленческими информационными системами, отвечающими на вопрос: «Что это такое?», рассматривались «системы поддержки решений», призванные отвечать на вопросы типа «Что будет, если...?».

Исследовались области применения систем поддержки решений: планирование развития предприятий, финансирование отдельных типов работ, сбыта различных видов продукции, оперативное управление, принятие решений в аварийных ситуациях и т. д. Системы различаются предметными областями, структурой решаемых задач, регулярностью применения, их использование обуславливает резкое возрастание качества инженерного труда в условиях его интенсификация.

Наряду с системами поддержки решений рассматривались службы поддержки решений, которые имеют три составные части:

1. Лица, принимающие решения, и главные «владельцы проблем», наделяемые соответствующими правами и ответственностью;

2. Компьютерные системы (техническое и программное обеспечение), предоставляющие возможности моделирования и анализа;

3. Специалисты — эксперты по технологии принятия решений, помогающие «владельцам проблем» формулировать и структуризовать проблему.

Согласно данным апробации указанной методики, только на предприятиях Минсельхозмаша СССР, в условиях экономической реформы при увеличении активности специалистов, более качественном выполнении их специфических обязанностей целесообразно сокращение численности ИТР и служащих по функционирующим отделам и службам управления на 10—15%.

По мере развития научно-технического прогресса и совершенствования системы хозяйственных отношений будут возникать новые особенности в проблеме резервов производства, однако на современном этапе хозяйствования решение вопросов совершенствования учета трудоемкости управления, использования систем мотивационных образований при организации труда работников, оптимизации системы распределения доходов в соответствии с результатами труда, применения средств вычислительной техники для моделирования задач экономики и управления является весьма актуальным для обеспечения интенсификации инженерного труда и требуют более тщательного исследования и совершенствования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пигорин Г. С., Тарак Ю. Н., Бельгольскин В. П. Интенсификация инженерного творчества. — М.: Профиздат, 1989.
2. Полякова С. И., Буревкова Е. Н. Экономический анализ в системе внутрихозяйственного расчета. — М.: Финансы и статистика, 1989.
3. Синх Л. С. Управление производительностью: планирование, измерение и оценка, контроль и повышение. — М.: Прогресс, 1989.
4. Экономика автоматизации: организация, методы, эффективность / Фр. Плешак, Э. Дорн, Э. Курц и др. — М.: Экономика, 1989.
5. Викарин Л. С., Князевич Л. А., Рубакович М. А. Опыт использования ЭВМ в управлении объединениями промышленности. — М.: Стройиздат, 1989.

УДК 336.45.086

Для ускорения экономической реформы

В выставочном методическом центре ВЦСПС «Советские профсоюзы» на ВДНХ СССР открылась постоянно действующая выставка «Экономические методы — народному хозяйству» (по рекомендациям Всесоюзного экономического общества).

На выставке представлен опыт работы многочисленных организаций Всесоюзного экономического общества: по вы-

явлению и анализу перспективных предложений, направленных на ускорение социально-экономического развития страны; по подготовке крупных проектов, нацеленных на решение проблем управления экономикой, развития регионов; по созданию общественных объединений, клубов, экспертно-консультационных хозяйственных центров, домов экономиста, временных творческих коллективов; по

организации непрерывного производственно-экономического образования трудящихся.

Первый раздел выставки знакомит посетителей с местом и ролью Всесоюзного экономического общества (ВЭО) в системе экономических институтов страны, с его структурой, уставом, задачами, методами и формами работы. А задача экономического общества — мобилизация усилий экономической общественности на решение коренных проблем радикальной экономической реформы.

Второй раздел экспозиции посвящен проблемам совершенствования хозяйственного механизма, действующего в организациях, объединениях, на предприятиях страны. В нем представлены разработки территориальных правлений и научных секций ВЭО по вопросам управления и планирования народного хозяйства, экономического стимулирования труда, участия трудящихся в управлении экономикой. Даются методические рекомендации по переводу регионов, предприятий объединений, научно-исследовательских институтов, проектных организаций и структурных подразделений внутри них на хозрасчет, а также предложена диалоговая система управления нагрузкой производственных мощностей при реализации программы конверсии.

Вопросы совершенствования системы непрерывного производственно-экономического образования отражены в третьем разделе выставки. В нем можно ознакомиться с методическими рекомендациями, подготовленными для организаторов, преподавателей и слушателей школ производственно-экономического обучения, с деловыми играми.

В четвертом разделе экспозиции показана организация региональных правлений и научных секций ВЭО на примере Украинской республиканской и Свердловской областной организаций, основными направлениями деятельности Киргизской республиканской организации ВЭО и Союза хозяйственных работников Латвии.

Можно ознакомиться также с коммерческой деятельностью Киевской научно-экономической хозрасчетной фирмы «Эко», Пермского консультационно-учебного бюро «Куб», Хозрасчетного координационно-методического центра Тульского правления ВЭО, клуба деловых игр «Эко» (Алма-Ата), Центра социалистического хозяйствования (г. Саратов) и Центра «Информатика» в Москве.

Необходимым условием успешной перестройки управления экономикой во всех сферах народного хозяйства является повышение экономического знания как руководителей организаций, предприятий, работников среднего звена, так

и рабочих. Сегодня экономические общества призваны решать эти задачи, оказывать всемерную помощь организациям и предприятиям в совершенствовании механизма хозяйствования, в выборе наиболее оптимальной для предприятий модели хозрасчета, т. е. содействовать проведению в жизнь радикальной экономической реформы в стране.

Так, на Рижской кафедре Ленинградского филиала Всесоюзного института повышения квалификации в области стандартизации, метрологии и управления качеством продукции по заказу НЭО Латвийской ССР выполняется методическая разработка «Экономический механизм полного хозяйственного расчета (термины, определения, их формализация, механизм принятия решений)».

Методология позволяет применять экономические методы управления при переходе предприятий народного хозяйства на принцип полного хозрасчета, обосновать реальное экономическое состояние предприятия и оценить его способность к работе в соответствующих условиях.

Группа специалистов Союза хозяйственных работников Латвии разработала Положение и Методические указания по внедрению цехового хозрасчета во вспомогательных цехах (службах) предприятия, объединения любой отрасли народного хозяйства.

Комплект методических указаний к Положению в цеховом хозрасчете включает методические указания по определению расчетных цен, исчисления норматива оборотных средств, распределения экономии материальных затрат цеха, по определению и использованию хозрасчетного дохода, по применению хозяйственных претензий.

Предложенная модель цехового хозрасчета (подряда) проходит апробацию на Клайпедском предприятии по остаткам нефтепродуктов на экспорт.

Кафедра управления экономикой Межотраслевого института повышения квалификации при Совете Министров Латвийской ССР разработала Методику определения оптимальной модели хозяйственного механизма экономической деятельности предприятий, объединений, организаций в условиях хозрасчета и самофинансирования (определение финансово-экономических условий и механизмов принятия решений), в частности для завода железобетонных изделий, кирпичного завода и других предприятий.

Активной формой экономического образования трудящихся служат деловые игры, позволяющие опробовать новые формы экономического поведения, характерные для современного хозяйствен-

ного механизма. Знания в деловых играх приобретаются не только по экономике, но и в таких областях, как менеджмент, маркетинг, рыночное ценообразование и др.

Деловая игра «Спрос — предложение» моделирует деятельность нескольких предприятий в условиях конкуренции и формирования цен в зависимости от спроса и предложения. Комплект такой деловой игры предлагает клуб «Эко», созданный при Казахском Республиканском правлении Всесоюзного экономического общества.

На выставке «Экономические методы — народному хозяйству» можно познакомиться с методическими разработками, касающимися принципов внутрипроизводственного хозрасчета, определения условий перехода объединений и предприятий на полный хозрасчет и самофинансирования. На основании предложенных методик специалисты плановых отделов предприятий могут самостоятельно подготовить обоснование нормативных значений прибыли, необходимой для реализации условий самоukupности и самофинансирования, определения потребности в топливно-энергетических ресурсах регионов на тринадцатую пятилетку и перспективу до 2005 г. и др.

Методика предложена группой ученых и специалистов ВИСМ Госстандарта СССР и МИНХ Совета Министров Латвийской ССР.

Во всех разделах экспозиции предлагаются схемы, фильмы подборки книг, причесендовая литература, разработки региональных правлений и научных секций по проблемам экономики и экономического образования трудящихся.

Книги Стройиздата

Сорокин И. И., Подъяков П. Е. Интенсификация производства в промышленности строительных материалов. — М.: Стройиздат, 1989. — 268 с.: ил. — 95 к.

Рассмотрены пути интенсификации производства на основе эффективного использования производительности ресурсов, повышения производительности труда, снижения материальных затрат, внедрения методов материального стимулирования, улучшения организации управления трудом. Изложен ряд организационных мер, способствующих ускорению научно-технического прогресса в отрасли.

Книга предназначена для инженерно-технических работников промышленности строительных материалов.

УДК 668.8.041.84

В. И. ЯНУЛИС, инж., Э. И. МИЛЮКАС, инж., А. Т. ШАКМАНАС, канд. техн. наук,
Ч. А. ВАЛЮКЯВИЧИУС, канд. хим. наук (ВПНИИтеплоизоляция)

Система сжигания жидкого топлива в кольцевой печи со съемным сводом

В ВПНИИтеплоизоляции была создана оригинальная система отопления кольцевых печей, работающих на жидком топливе [1]. Система отопления работает по принципу объемного дозирования топлива, а распыление его осуществляется воздухом, паром или паровоздушной смесью. Такими системами сжигания жидкого топлива оборудовано большинство кольцевых печей керамических заводов Литвы, а также некоторые заводы в РСФСР [2].

В связи с появлением новых эффективных высокотемпературных теплоизоляционных материалов на основе каолиновой ваты в конструкции свода стали применять съемные теплоизоляционные щиты [3], что позволило механизировать погрузку и выгрузку обжигаемой продукции. Однако для таких печей не был решен вопрос подачи и сжигания жидкого топлива. В ВПНИИтеплоизоляции на основе апробированной на практике разработки [4] создан новый вариант системы отопления жидким топливом кольцевой печи со съемным сводом. Этот вариант системы впервые введен на новой кольцевой печи кирпичного цеха Туринского целлюлозно-бумажного завода и на реконструированной кольцевой печи Уссурийского завода строительных материалов.

Передвижную систему дозированной подачи и сжигания мазута (рис. 1) кольцевой печи Туринского завода составляют два топливоподающие агрегата, имеющие по 8 переносных паромазутных форсунок. Дозирующие агрегаты гибкими связями подсоединяются к магистралям мазута, пара, электроэнергии. Каждый агрегат (рис. 2) смонтирован на тележке, передвигаемой по рельсам, проложенным на прямых участках печи с обеих сторон обжигательного канала. Оба агрегата имеют автономные пульты управления, дозирующее устройство, комплект переносных форсунок.

Расход мазута регулируется с пульта управления путем изменения числа

оборотов двигателя дозирующего устройства. Для распыления мазута применяется водяной пар, способствующий интенсификации процесса горения топлива, снижающий температуру факела.

На Уссурийском заводе основное обо-

рудование системы отопления кольцевой печи приспособлено для распыления мазута воздухом. Дозирующий агрегат укомплектован вентилятором и мазутными форсунками с воздушным распылением.

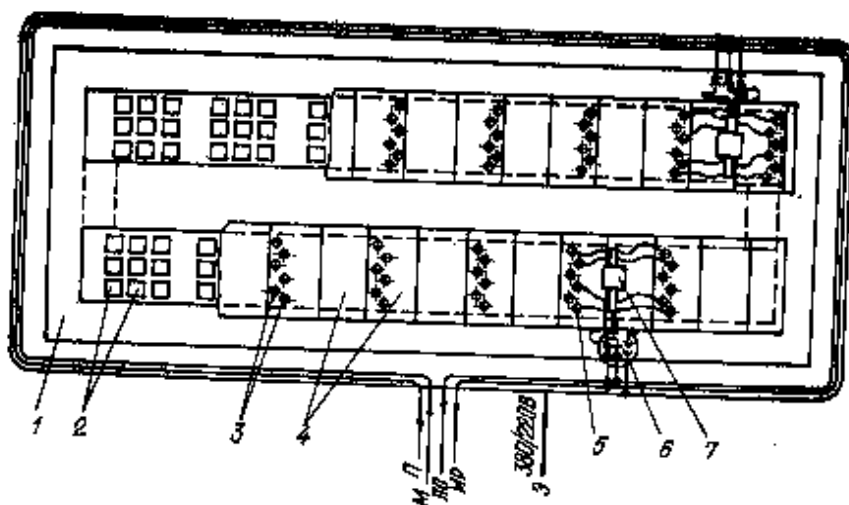


Рис. 1. Принципиальная схема системы отопления кольцевой печи со съемным сводом
1 — печь; 2 — пакеты кирпича; 3 — топливные трубочки; 4 — съемные щиты; 5 — мазутная форсунка; 6 — узел присоединения мазута, пара и электроэнергии к дозирующему агрегату; 7 — дозирующий агрегат; П — пар; М — мазут; ПО — пар (обратный); МР — мазут (циркуляющая); Э — электротабель

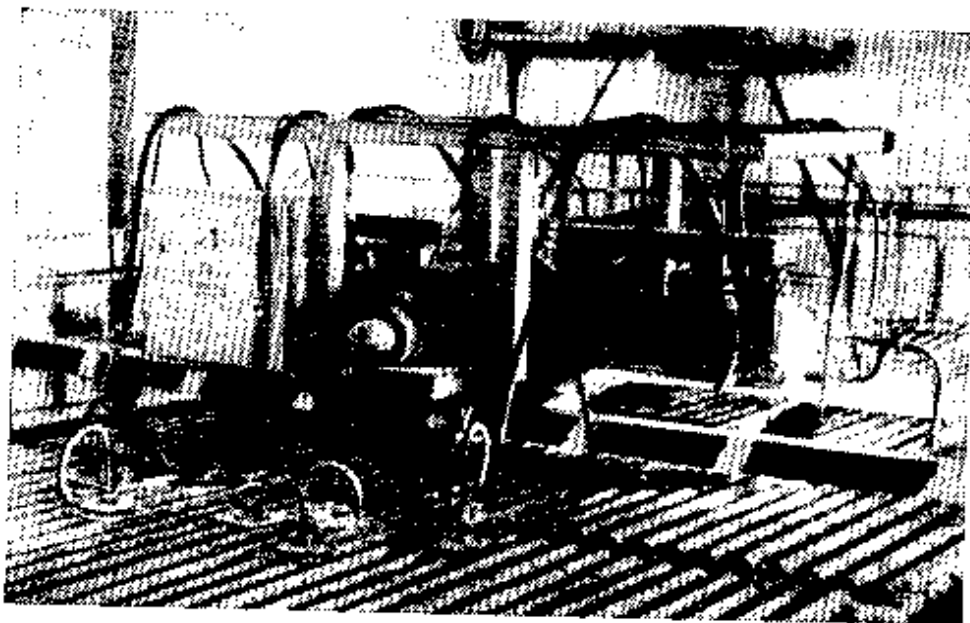


Рис. 2. Общий вид дозирующего агрегата

Особенностью эксплуатации кольцевых печей со съёмным сводом является механизированная погрузка и выгрузка обжигаемой продукции, осуществляемая через свод при помощи мостового крана. Это в свою очередь требует свободного пространства над сводом печи. На обоих заводах применяются однотипные захваты, позволяющие перемещать пакеты кирпича размерами 750×750×1200 мм. Такие пакеты, вмещающие 276 шт. кирпича, используются на Туринском заводе. На Уссурийском заводе применяется частично разряженная садка: 240 шт. кирпича в пакете того же размера.

Количество подаваемого на обжиг кирпича зависит от размеров обжигательного канала печи, поэтому по ширине канала печи Туринского завода размещаются 3 пакета, в печи Уссурийского — 4, а по поперечному сечению канала при двухъярусной загрузке — 6 и 8 пакетов соответственно.

Технические характеристики печей

	Кирпичный цех Туринского целлюлозно-бумажного завода	Уссурийский завод строительных материалов, печь № 2
Размеры обжигательного канала, м:		
Длина	56,6	104,2
Ширина	3,2	4
Высота	2,6	2,4
Сечение обжигательного канала, м ²	6,72	9,6
Расстояние между осями топливных трубочек вдоль канала печи (одна позиция), м	5,95	3,8
Количество пакетов кирпича в одной позиции печи, шт.	18	24
Количество кирпича в одном пакете, шт.	276	240
Распыление мазута	паровое	воздушное

При пакетной садке важен способ размещения топливных трубочек в своде для обеспечения равномерности температурного поля при обжиге продукции. На основе опыта эксплуатации кольцевых печей расстояние между осями смежных рядов трубочек вдоль канала подобрано с таким расчетом, чтобы одним агрегатом обжигалось не более трех рядов пакетов кирпича.

Зону обжигательного канала между смежными рядами топливных трубочек условно можно наименовать позицией, пределы которой не всегда совпадают с пределами камеры печи (Уссурийский завод). Длина позиции зависит от размеров пакетов и величины свободного пространства между ними, в том числе и оставляемого под форсунками для сжигания мазута. При обжиге один дозирующий агрегат охватывает одну позицию печи. Поэтому два последовательно размещенных агрегата образуют зону обжига, состоящую из трех позиций. Сжи-

гание мазута в этой зоне осуществляется посредством 16 мазутных форсунок.

Температура обжига измеряется стационарными и переносными термомпарами. Одна из переносных термопар устанавливается в ближайшем свободном ряду топливных трубочек по направлению движения огня (в зоне подготовки). Ее показания служат для оценки и регулирования допустимой скорости нагрева изделий и соответственно скорости движения огня в печи. По показаниям второй термопары, устанавливаемой между агрегатами, регулируется тепловая мощность второго агрегата. Эта же термопара показывает и максимальную температуру обжига.

Тепловая мощность каждого агрегата и системы отопления в целом определяется в зависимости от конструктивных особенностей печи, а также вида обжигаемых изделий и технологических свойств сырья. В период освоения систем отопления печей выпускался полнотелый кирпич пластического формования (ГОСТ 530—80). Изделия формовались из керамических масс на основе местных легкоплавких глин и добавок.

Отработку параметров обжига вели с учетом свойств используемых керамических масс и производственно-технологических условий на этих заводах. Оптимальная скорость движения огня вдоль обжигательного канала составила около 1 м/ч. Корректирование тепловой мощности в период освоения системы отопления выполнялось путем изменения скорости вращения дозирующих насосов на каждом агрегате. Оценка тепловой мощности осуществлялась по производительности мазутных форсунок.

На Туринском заводе производительность каждой паромазутной форсунки была установлена в пределах 1,7—17 л мазута в час. Плавное регулирование в указанном диапазоне обеспечивалось посредством электродвигателя постоянного тока. В системе отопления печи Уссурийского завода были успешно применены двухскоростные электродвигатели. Для каждой форсунки определены две производительности 13,9 и 18,7 л/ч мазута (последняя — при увеличении числа сырья на 800 шт. на одной позиции).

Параметры работы печей после внедрения предложенной системы отопления

	Кирпичный цех Туринского целлюлозно-бумажного завода	Уссурийский завод строительных материалов, печь № 2
Производительность печи по мазуту, л/ч мазутной форсунки	1,7—17	13,9; 18,7

Дозирующего агрегата	13,9—136	111,2; 149,6
общая для системы отопления	27,2—272	222,4; 299,6
Давление мазута в кольцевой магистральной, МПа	0,2—0,4	0,2—0,4
Давление пара в кольцевой магистральной, МПа	0,1—0,4	—
Расход пара на распыление 1 кг мазута, кг	1	—
Установленная мощность дозирующего агрегата, кВт	1,4	2,4
Продолжительность цикла обжига, ч	56	56
Максимальная температура обжига, °С	940	1000
Температура наружной поверхности свода в зоне обжига, °С	40	60

Производственные испытания, проведенные на предприятиях, подтвердили надежность предложенной системы отопления и ее универсальность при регулировании тепловой нагрузки кольцевых печей.

При ритмичной работе печей гарантируется высокое качество обжигаемой продукции, а также повышение их производительности. Применение системы обеспечивает качественное сжигание мазута, что позволяет уменьшить загрязненность окружающей среды и улучшает условия работы обслуживающего персонала.

Опыт эксплуатации кольцевых печей со съёмным сводом на Туринском и Уссурийском заводах позволяет рекомендовать разработанную систему отопления при реконструкции аналогичных тепловых агрегатов на других предприятиях страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- А. с. 571689 СССР, МКИ F 27 В 9/18. Система отопления кольцевой печью/А. Ю. Скрябина, Э. Ю. Миллюкас, В. И. Януляс, Л. В. Пранскаявичюс/БИ. — № 33. — 1977.
- Януляс В. И., Скрябина А. Ю., Миллюкас Э. Ю. Новые системы сжигания мазута в печах. — М.: ВНИИЭСМ, 1982. — Сер. 4. Промышленность керамических строительных материалов и пористых заполнителей. Технология строительных материалов. Экспресс-информ. Вып. 2.
- А. с. 662878 СССР, МКИ F 04 В 1/74. Тепловая установка/А. Н. Абызов, А. Н. Чернов, Ю. А. Колпаков и др./БИ. — № 18. — 1979.
- Миллюкас Э. Ю., Януляс В. И., Скрябина А. Ю. Опыт применения системы дозированной подачи мазута на обжиговых печах/Строит. материалы. 1980. № 1.

Совершенствование технологии и организации производства

УДК 66.047.3.66.066.666.71/72

А. А. БУЗОВ, канд. техн. наук, В. А. ШВАДЧИН, инж., Т. П. ЛЕОНОВА, инж.
(ВНПО станочных и вязущих материалов), А. А. ПОЛТАВЦЕВ, канд. техн. наук
(Калининский политехнический институт)

Система автоматического управления режимом сушки в многозонных сушильных агрегатах непрерывного действия

Анализ процесса конвективной сушки керамических изделий в агрегатах непрерывного действия позволяет определить зависимости, связывающие качество высушенных изделий с режимными параметрами процесса, и показать, что структурно-механические свойства материала и кинетика объемно-структурного состояния его в процессе сушки однозначно определяют интенсивность сушки. Предельно допустимая интенсивность сушки является функцией влажности изделий и распределена по длине сушильного агрегата. Если за критерий оптимальности режима сушки принять качество высушенных изделий, то необходимо обеспечить интенсивность сушки на каждой позиции, близкую к предельно допустимой. Тогда задача управления режимом сушки в агрегатах непрерывного действия сводится к стабилизации заданного распределения режимных параметров в сушильном агрегате, обеспечивающих выполнение этого условия. При такой постановке задачи управления туннельную сушилку необходимо рассматривать как многосвязный объект с распределенными параметрами.

Теоретическая модель туннельной сушилки с продольной подачей теплоносителя и направленным перемещением высушиваемых изделий описывается системой уравнений тепломассоперекаса в приближении относительно стационарного режима, состоящей из тринадцати дифференциальных уравнений в полных и частных производных [1].

Ввиду своей сложности такая модель процесса сушки не нашла применения для разработки алгоритмов при реализации систем управления. Тем не менее расчет систем управления таким объектом может быть выполнен при наличии адекватной математической модели, отражающей динамику процесса сушки в автоматизируемом агрегате.

Одним из путей решения поставленной задачи является сведение задачи управления объектом с распределенными параметрами к задаче управления объектом с сосредоточенными параметрами. С этой целью предлагается строить математическую модель процесса на базе ячеечной модели гидродинамических потоков в агрегате и рассматривать каждую ячейку как многосвязный объект управления (рис. 1), управляющими величинами которого являются расходы компонентов теплоносителя (горячего воздуха $G_{атм}$, рециркулята $G_{ред}$ и атмос-

ферного воздуха $G_{атм}$), а выходными величинами — параметры теплоносителя в сушильном объеме (температура t , влажность X и расход G).

Такое представление позволяет свести задачу управления объектом с распределенными параметрами к задаче стабилизации параметров сушки в каждой ячейке. Модель динамики процесса сушки в каждой ячейке в этом случае может быть представлена в виде матрицы пе-

редаточных функций $W = W(i, j)$ между i -й входной величиной и j -й выходной величиной, соответствующей многосвязному объекту управления в трех входах $G_{л}$, $G_{ред}$, $G_{атм}$ и тремя выходными (t , X , G) величинами (рис. 2).

Предлагаемая модель позволяет провести структурную идентификацию сушильного агрегата как многосвязного объекта управления, спланировать экспериментальные исследования по параметрической идентификации и определить структуру многосвязной системы управления (МСАУ). Параметрическая идентификация в общем случае сводится к определению передаточных функций в представленной модели объекта управления. Структурная схема МСАУ, исходя из предлагаемой модели, может быть представлена в виде системы, включающей в себя несколько отдельных каналов управления и соответствующих явлений, компенсирующих перекрестных связей (рис. 3).

По структурному признаку МСАУ процессом сушки по каждому параметру можно разделить на две части: подсистему, образованную объектом управления и регулятором по отклонению — отдельный канал с замкнутым циклом, и совокупность компенсирующих связей по возмущению, образующих вместе с перекрестными каналами объекта разомкнутый цикл. Таким образом, система относится к классу комбинированных. К вопросу реализации такой системы необходимо рассмотреть в трех аспектах: принципиальной возможности достижения инвариантности в системе с конкретной структурой; отсутствия противоречия между условиями инвариантности и устойчивости; возможности аппаратной реализации компенсаторов.

Представив структурную схему МСАУ в матричном виде (рис. 4), можно рассчитать все звенья системы исходя из принципа автономности [2]. Условием автономности системы является диагональность матрицы замкнутой МСАУ, что обеспечивается за счет выбора структуры многосвязного регулятора. При этом, если объект управления является устойчивым, имеет минимально-фазовые отдельные каналы и минимально-фазовый в целом, можно выбрать структуру многосвязного регулятора, в которой автономность и устойчивость системы обеспечиваются звеньями компенсаторов. В этом случае выполняется условие физической реализуемости компенсаторов

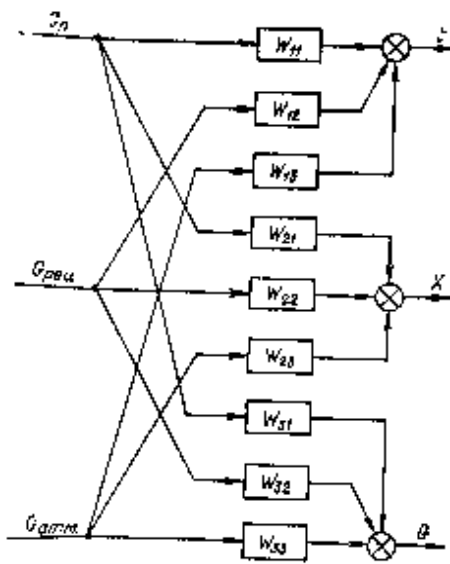


Рис. 1. Структурная схема объекта управления

$$\begin{bmatrix} t \\ X \\ G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_{11}(P) & W_{12}(P) & W_{13}(P) \\ W_{21}(P) & W_{22}(P) & W_{23}(P) \\ W_{31}(P) & W_{32}(P) & W_{33}(P) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} G_{л} \\ G_{ред} \\ G_{атм} \end{bmatrix}$$

Рис. 2. Матрица передаточных функций

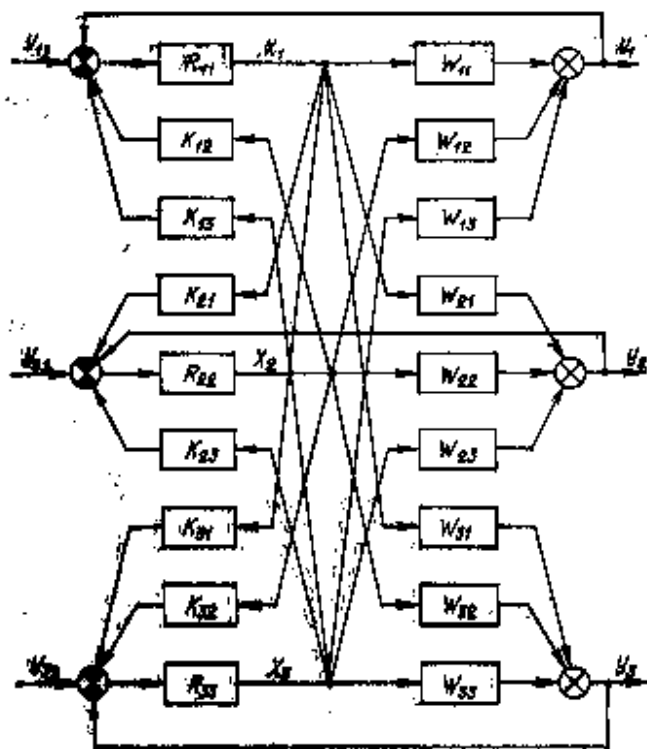


Рис. 4. Структурная схема МСАУ с разным сушкой

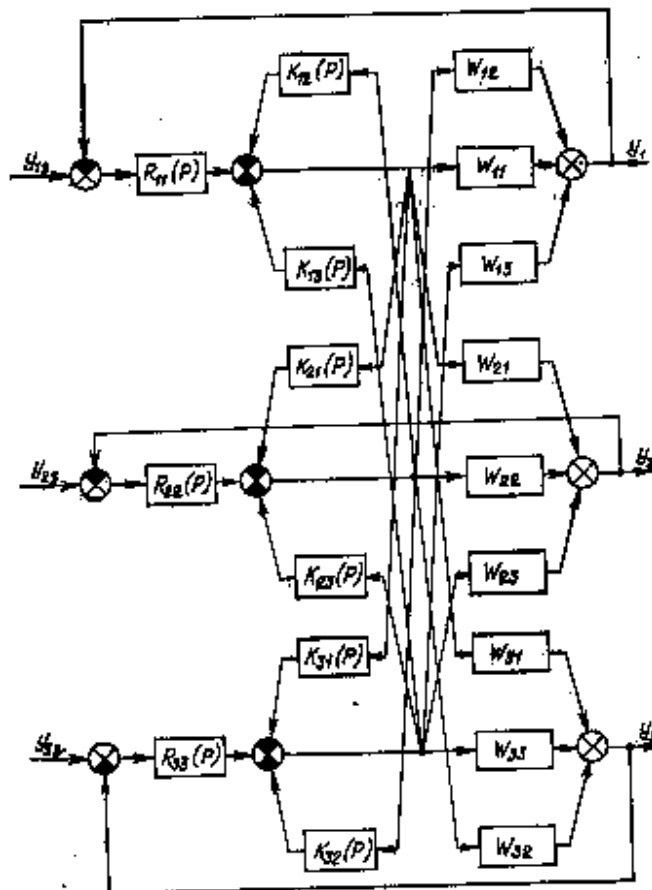


Рис. 5. Преобразованная структурная схема МСАУ режимом сушки

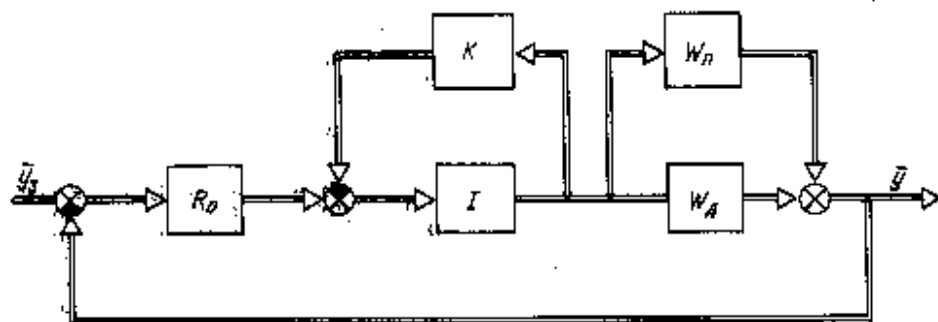


Рис. 6. Матричная форма структурной схемы МСАУ

(рис. 6). Если регулятор представить матрицей:

$$K = \begin{bmatrix} 0 & K_{12} & K_{13} \\ K_{21} & 0 & K_{23} \\ K_{31} & K_{32} & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_0 = \begin{bmatrix} R_{11} & 0 & 0 \\ 0 & R_{21} & 0 \\ 0 & 0 & R_{33} \end{bmatrix}$$

то матрица передаточных функций компенсаторов, обеспечивающих автономность системы, определяется через передаточные функции объекта управления

$$K = -W_d^{-1} \cdot W_n$$

где

$$W_d = \begin{bmatrix} W_{d11} & 0 & 0 \\ 0 & W_{d21} & 0 \\ 0 & 0 & W_{d33} \end{bmatrix}$$

— матрица передаточных функций по отдельным каналам

$$W_n = \begin{bmatrix} 0 & W_{n12} & W_{n13} \\ W_{n21} & 0 & W_{n23} \\ W_{n31} & W_{n32} & 0 \end{bmatrix}$$

— матрица передаточных функций по перекрестным связям

а матрица передаточных функций регулятора по отдельным каналам рассчитывается по матрице передаточных функций объекта управления

$$R_0 = I(W_d)$$

Расчет собственных регуляторов много-связной системы может быть осуществлен исходя из требований к качеству регулирования по отдельным каналам. Так как при управлении режимом сушки в многозонных сушильных агрегатах задача управления сводится к решению задачи стабилизации режимных параметров в каждой зоне, то при расчете регуляторов по отдельным каналам целесообразно в качестве критерия оптимизации принять обобщенный квадратичный интегральный критерий

$$J(x) = \int_0^{\infty} (\dot{x}^2 + \alpha x^2) dt$$

Данный критерий наиболее полно отвечает поставленной задаче управления,

т. е. обеспечивает минимальное рассогласование, а также учитывает физическое ограничение на скорость изменения управляющей величины.

Предлагаемый подход к синтезу МСАУ обеспечивает достаточно простой инженерный метод расчета всех звеньев системы при разработке и внедрении МСАУ на действующих заводах при реконструкции туннельных сушилок а также может быть использован и при проектировании систем управления режимом сушки для вновь строящихся много-зонных сушильных агрегатов, если система реализуется на базе средств цифрового управления, которые обеспечивают широкий выбор функциональных звеньев и возможность изменения структуры МСАУ при наладке.

Разработанная система внедрена на Азербайджанском керамическом заводе, использована в проекте на реконструкцию сушильного отделения Курганского, Бузулукского и других кирпичных заводов, а также при проектировании новых кирпичных заводов Миасского, Красноярского, Полтавского и в типовом проекте на строительство заводов по производству кирпича с использованием углосодержащих отходов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баумштейн И. П. Автоматизированные системы управления тепловых процессами в керамической и стекольной промышленности. — Л.: Стройиздат, 1978.
2. Соболев О. С. Методы исследования линейных многозвонных систем. — М.: Энергоатомиздат, 1985.

А. А. КРУПА, д-р техн. наук (Киевский политехнический институт), Е. Г. ИВАНОВА, инж., Б. М. ДАЦЕНКО, канд. техн. наук (НПО «Стройматериалы»)

Оптимизация формовочных свойств керамических масс для получения крупноразмерных изделий

Осуществление обширной программы жилищного строительства требует применения новых эффективных материалов, которые имели бы большие размеры, малый вес, высокую прочность, долговечность и хорошие теплоизолирующие качества, таких, например, как крупноразмерные пустотелые керамические изделия. Однако значительная деформация подобных крупноразмерных изделий при формовании на вертикальных ленточных прессах является одной из причин, препятствующих их производству. В связи с этим теоретический и практический интерес для изготовления крупноразмерных керамических изделий представляет прогнозирование составов масс, обеспечивающих несминаемость бруса в процессе формования.

Сырье, применяемое для производства керамических материалов, характеризуется различным сочетанием основных глинистых минералов: каолинита, гидрослюда, монтмориллонита, а также смешанослойных образований, что отражает условия их образования и оказывает решающее влияние на технологические свойства глин. В настоящее время для производства керамических стеновых материалов начинают применять отходы углеобогащения, которые содержат глинистую составляющую и в качестве примеси — уголь. Поэтому были рассмотрены модельные системы, состоящие из основных породообразующих глинистых минералов: каолинита Глуховецкого месторождения, гидрослюда и монтмориллонита Дашуковского месторождения, а также угля Свердловской ЦОФ. Глинообразующие минералы получали отмучиванием и центрифугированием из природных глин.

Химический состав породообразующих минералов, % по массе: глуховецкий каолинит — SiO_2 — 46,27; Al_2O_3 — 38,61; Fe_2O_3 — 0,42; CaO — 0,75; п. п. п. — 13,69; дашуковская гидрослюда — SiO_2 — 76,28; Al_2O_3 — 9,94; Fe_2O_3 — 5,65; TiO_2 — 0,36; CaO — 0,9; MgO — 2,69; SO_3 — 0,19; Na_2O — 0,17; K_2O — 3,27; п. п. п. — 4,24; дашуковский монтмориллонит — SiO_2 — 60,58; Al_2O_3 — 18,47; Fe_2O_3 — 7,14; TiO_2 — 0,97; CaO — 2,75; MgO — 1,47; SO_3 — 0,5; K_2O — 0,08; п. п. п. — 8,57.

Установлено, что несминаемость бруса обеспечивается при достижении им после формования пластической прочности 0,2—0,4 МПа, поэтому определялись оптимальные составы на основе породообразующих минералов с пластической прочностью в указанных пределах

(верхний предел прочности сырья лимитируется невозможностью резки бруса струной при формовании на ленточных прессах).

Для приготовления опытных образцов сырья измельчали в бегунах до прохождения через сито с отверстиями 0,5 мм, затем увлажняли до формовочной влажности 25%. Изделия формовали на лабораторном гидравлическом прессе. Пластическую прочность сырья P_m определяли методом пенетрации по сопротивлению внедрению индикатора.

В исследованиях применен симплекс-решетчатый метод планирования эксперимента. В качестве контролируемых переменных модельного состава приняты, %: каолинит — X_1 , гидрослюда — X_2 , монтмориллонит — X_3 , уголь — X_4 . После реализации матрицы для четырех компонентной системы по значениям исходного параметра получено уравнение регрессии следующего вида:

$$P_m = 0,39 X_1 + 0,88 X_2 + 0,65 X_3 + \\ + 0,01 X_4 - 0,86 X_1 X_2 - 1,12 X_1 X_3 - \\ - 0,2 X_1 X_4 + 1,02 X_2 X_3 - \\ - 1,18 X_2 X_4 - 0,96 X_3 X_4 - \\ - 4,14 X_1 X_2 X_3 - 3,18 X_1 X_2 X_4 - \\ - 0,72 X_1 X_3 X_4 - 6,99 X_2 X_3 X_4.$$

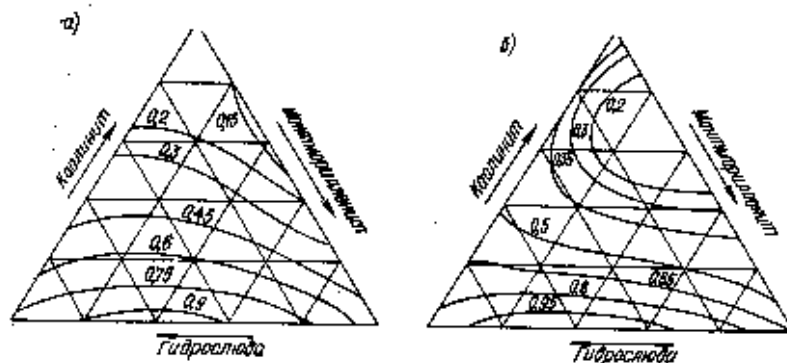


Рис. 1. Диаграмма изменения пластической прочности в системе а) каолинит — гидрослюда — монтмориллонит; б) то же, при 10% угля

Адекватность модели устанавливали по критерию Фишера в двух контрольных точках.

По рассчитанным значениям пластической прочности построены диаграммы, описывающие зависимость пластической прочности от минералогического состава сырья при отсутствии угля (рис. 1, а) и при содержании угля 10% (рис. 1, б).

На основании полученных данных определена область оптимальных соотношений породообразующих минералов, где пластическая прочность сырья составляет 0,2—0,4 МПа: каолинит — 30—60%, гидрослюда — 20—60%, монтмориллонит — 10—50% (для модельной системы без угля). При наличии в системе 10% угля эта область: каолинит — 30—55%, гидрослюда — 25—50% и монтмориллонит — 0—45%.

Результаты исследований показали, что определяющее влияние на снижение пластической прочности сырья оказывает каолинит, а соотношение гидрослюда и монтмориллонита не влияет на изменение прочностных свойств. Зависимость пластической прочности от содержания каолинита линейная: с увеличением содержания каолинита уменьшается пластическая прочность. Наименьшей прочностью обладают массы, содержащие более 60% каолинита, наибольшей (0,9 МПа) — массы с содержанием гидрослюда 40—80% и монтмориллонита 20—60%. Присутствие угля не оказывает существенного влияния на изменение пластической прочности сырья. Таким образом, кроме традиционного сырья — глин для производства крупноразмерных строительных изделий, можно применять отходы углеобогащения.

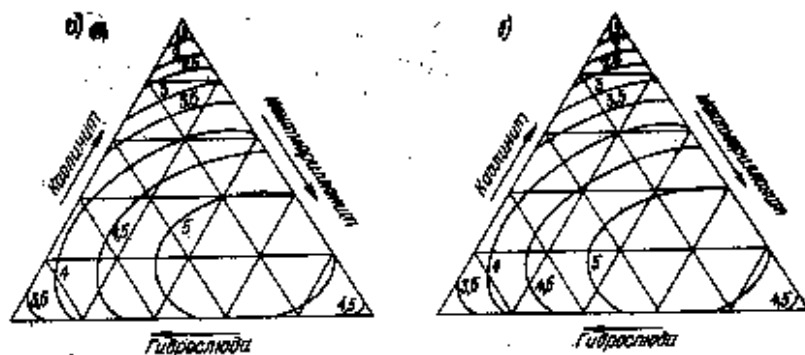


Рис. 2. Диаграмма применения предела прочности при сжатии после сушки в системе а) каолинит — гидрослюда — монтмориллонит; б) то же, при 10% угля

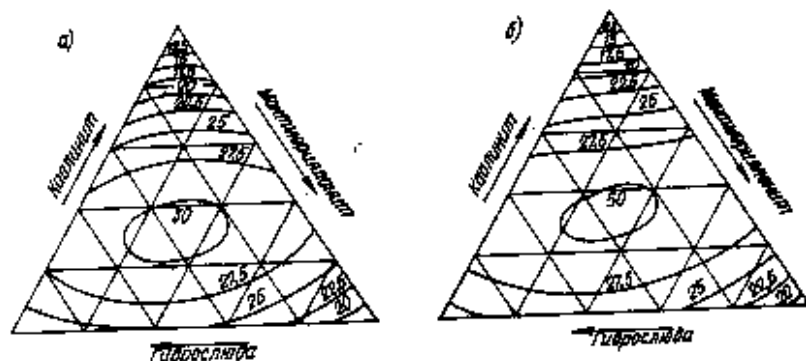


Рис. 3. Диаграмма применения предела прочности при сжатии после обжига в системе а) каолинит — гидрослюда — монтмориллонит; б) то же, при 10% угля

температуре обжига 950°C) от минералогического состава сырья.

Анализ диаграммы, описывающих зависимость предела прочности при сжатии после сушки и обжига от минералогического состава (рис. 2, 3), показал следующее. Наиболее высокие прочностные

показатели после сушки обеспечивает соотношение минералов: каолинит — 10—40%, гидрослюда — 10—50%, монтмориллонит — 40—80%. Наименьшую прочность (1,5—2,5 МПа) имеют составы с высоким содержанием каолинита. Присутствие в массе до 10% угля не

изменяет показателя пластической прочности после сушки.

При температуре обжига 950°C область соотношений минералов с максимальными прочностными показателями находится в пределах: каолинит — 25—40%, гидрослюда — 20—50%, монтмориллонит — 20—45%. Наименьшую прочность (1,2—1,5 МПа) имеют составы с высоким содержанием каолинита. Уголь (до 10%) не влияет на изменение прочности после обжига.

Соотношение минералов, при котором обеспечивается бездефектное формование (каолинита — 30—55%, гидрослюда — 25—50%, монтмориллонита — 0—45%, угля — 10%), позволяет получить образцы с пределом прочности при сжатии 3,5—5 МПа после сушки и с 25—30 МПа после обжига.

Закономерности структурообразования на различных переделах технологии были использованы при разработке составов шихты для производства керамических блоков размерами 290×300 мм и высотой до 1000 мм.

В качестве основного сырья для изготовления блоков использовались отходы углеобогащения Павлоградской ЦОФ и глина Артемовского месторождения. Соотношение основных глинистых минералов в сырьевых материалах для отходов углеобогащения, % по массе: каолинита — 39, гидрослюда — 61, угля 10%, для глины Артемовского месторождения: каолинита — 80, гидрослюда — 40.

На Клевском экспериментально-исследовательском заводе и Харьковском керамическом заводе выпущены партии блоков из шихты на основе 100% отходов углеобогащения Павлоградской ЦОФ и каолинит-гидрослюдистых глин Артемовского месторождения с добавкой шамота. Полученные блоки соответствуют требованиям ТУ 21 УССР 180-10-89, марка изделий — М125—150.

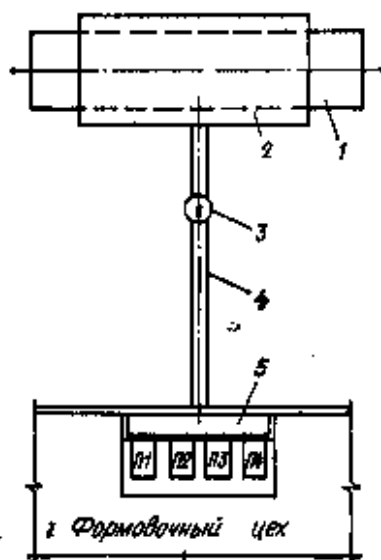
УДК 666.662.987.68.041.491.004.8

Утилизация тепла вращающейся печи

На Владимирском заводе КВД в цехе шунгизитового гранита установлена вращающаяся печь ПВ 2,5×40. При ее работе большое количество тепла сжигаемого топлива расходуется непроизводительно. Происходят потери тепла с отходящими газами и через корпус за счет излучения и конвекции. Снижение потерь тепла через корпус печи может быть достигнуто либо при увеличении толщины слоя футеровки, либо при устройстве кожуха над печью.

Принципиальная схема утилизации тепла корпуса печи и подачи теплого воздуха в формовочный цех

1 — печь вращающаяся ПВ 2,5×40; 2 — кожух над печью; 3 — вентилятор В 2,3—130; 4 — воздуховод; 5 — приточная вентиляция формовочного цеха



Отделением «Промстройпроект» ТСО «Владимирстрой» выполнен проект утилизации тепла корпуса печи путем устройства кожуха над печью (см. рисунок). Наружный воздух, проходя в пространстве между печью и кожухом, нагревается и по системе воздуховодов вентилятором подается к приточным системам близ расположенного формовочного цеха. Подача нагретого воздуха к узлам воздухозабора позволяет в переходный период исключить, а в зимнее время значительно сократить расход тепла на нагрев приточного воздуха.

А. П. КУРНЫКОВ, инж.,
Н. С. ТОЛСТИКОВА, инж.
(«Промстройпроект» ТСО
«Владимирстрой»)

В журнале № 8 за 1988 г. опубликована статья о способе борьбы с налипанием грунта в перегрузочных устройствах роторных комплексов (авторы В. Г. Кузнецов, А. М. Глазков, В. П. Жуков, В. К. Гончарук), разработанным в МИСИ им. В. В. Куйбышева, заинтересовавшая специалистов различных отраслей промышленности. В развитие этой темы ниже публикуется материал о предотвращении налипания доломитов на стенках накопительных бункеров.

УДК 622.368.24.002.3.004.5

Б. В. МИШУЛИН, инж., В. П. ЖУРАВЛЕВ, инж. (Судогодское карьероуправление),
В. Г. КУЗНЕЦОВ, инж., С. В. ИЛЬЧЕНКО, инж. (МИСИ им. В. В. Куйбышева),
О. Б. СИНЕЛЬНИКОВ, инж. (ВНИИЭСМ)

Способ предотвращения налипания мучнистых доломитов на металлические стенки бункера

Судогодское карьероуправление выпускает 4 млн. т известняковой муки в год. Запасы доломитов составляют около 120 млн. т, среднегодовой расход 5 млн. т.

Доломиты имеют суммарное содержание $(CaCO_3 + MgCO_3)$ 84—95%; естественную влажность 11—21%; объемную плотность 1,9—2,4 т/м³; предел прочности при сжатии 100—500 кгс/см²; коэффициент разрыхления 1,42—1,67.

При прохождении через пересыпные течи, приемные и накопительные бункера (рис. 1) (их установлено в производстве 10) увлажненный доломит налипает на металлические стенки, образуя на них значительной толщины наросты. Наиболее интенсивно налипание перегружаемого дробленого доломита происходит в период с октября по апрель. В это время, особенно при минусовой температуре, бункера работают всего лишь около 2 ч, а затем после полной их застройки технологическая линия останавливается и производится очистка бункеров.

Существует много способов борьбы с налипанием породы на металлические рабочие поверхности пересыпных течей, бункеров и другого технологического оборудования. Тем не менее при очистке узлов в основном применяется малопроизводительный ручной труд.

При эксплуатации толщина налипшего слоя доломита составляет 300 мм (~15% расстояния между стенками бункера в центральной части), а в осенне-весенний период зачастую достигает в среднем 1000 мм на каждой стенке.

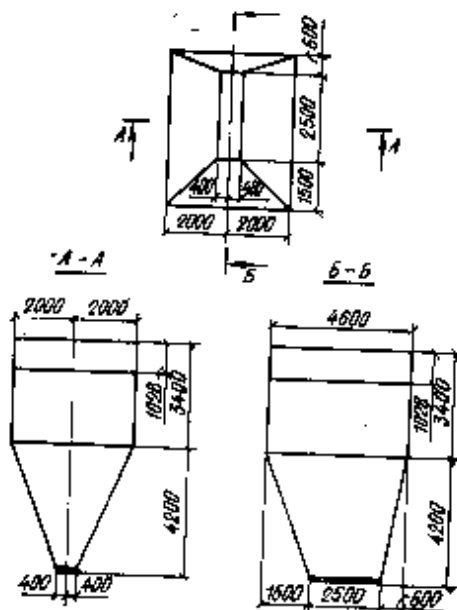
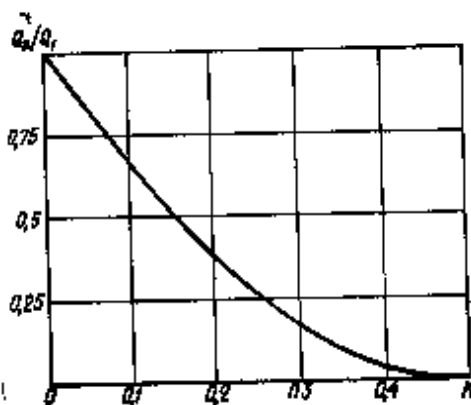


Рис. 1. Типовая схема накопительного бункера



Пропускная способность бункера зависит от площади его проходного сечения и скорости движения дробленого мучнистого доломита. При постоянной высоте падения породы скорость потока в определенном сечении также можно считать постоянной. Отношение величин пропускной способности Q_1 и Q_2 двух однотипных бункеров пропорционально отношению площадей их проходных сечений

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{b_2^2}{b_1^2}$$

где B — ширина бункера.

Толщину слоя t дробленого доломита, налипшего на одну из металлических стенок бункера, можно выразить через значение B и соответствующий коэффициент пропорциональности K , т. е. $t = K \cdot B$. При сравнении пропускной способности бункера с налипшим слоем доломита Q_2 и чистого бункера получим

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{(B_1 - 2K \cdot B_1)^2}{B_1^2} = (1 - 2K)^2$$

Установлено существенное влияние толщины налипшего слоя горной массы на пропускную способность бункера (рис. 2). При толщине слоя 300 мм пропускная способность бункера снижается примерно в 2 раза по сравнению с пропускной способностью чистой конструкции, а при толщине слоя 800 мм соответственно в 10 раз.

В этой связи можно сделать вывод, что пропускная способность металлических накопительных бункеров, входящих в технологическую нитку оборудования Судогодского карьероуправления, всегда в 2 раза ниже проектной, не учитывая налипания увлажненных доломитов на стенки бункеров.

В Судогодском карьероуправлении прошел опытно-промышленные испытания и рекомендован к внедрению способ борьбы с налипанием мучнистых доломитов на металлические стенки бункеров. Он состоит в применении листового толстостенного полимерного материала, изготовленного на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена. К металлическим стенкам бункера крепится при помощи установочных болтов полимерный гидрофобный и износостойкий плитный материал размером 5000 ×

Рис. 2. График изменения пропускной способности металлического бункера при налипании грунта

×500×50 мм. Причем плитки укладываются торцами с наибольшими размерами по направлению движения дробленого доломита (рис. 3).

Основные физико-механические свойства листового полимерного облицовочного материала:

Плотность, г/см ³	0,94
Молекулярная масса, млн. ед.	2
Предел текучести при растяжении, МПа	20
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа	45
Модуль упругости при растяжении, МПа	1300
Твердость по Бринеллю, МПа	62
Относительное удлинение при разрыве, %	500
Коэффициент трения по стали	0,13—0,16
Температура плавления, °С	132—136
Интервал рабочих температур, °С	-50+80

За время эксплуатации (с октября 1989 по май 1990 г.) бункера, облицованного полимерным материалом, через него было перегружено без остановки около 400 тыс. т увлажненного дробленого доломита. В углах сопряжения стенок бункера образовались небольшие скопления материала, которые, не увеличиваясь в размерах, периодически обрушались и не влияли на режим работы бункера. В результате уменьшения налипания доломита на стенках бункера при применении облицовочного по-

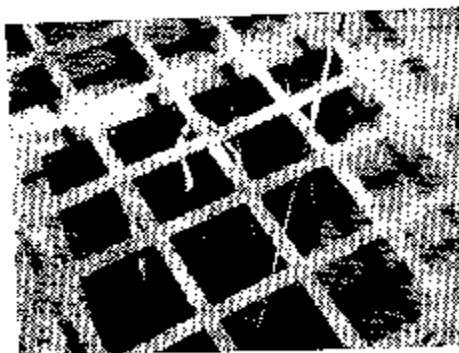


Рис. 3. Установка листового полимерного облицовочного материала в накопительном бункере (показано стрелкой)

лимерного материала пропускная способность бункера увеличилась в среднем в 1,8 раза, по сравнению с необлицованным бункером.

Фактический годовой экономический эффект от внедрения в Судогодском карьероуправлении только одного накопительного бункера, оборудованного листовым гидрофобным износостойким полимерным материалом, составил около 30 тыс. р.

Средний темп изнашивания $T_{ср}$ облицовки из полимерного материала 1 мм на 100 тыс. т перегруженного дробленого доломита, срок службы при этом листовой полимерной облицовки (сквозной износ до металлического основания) накопительного бункера составит около 8—10 лет эксплуатации при перегрузке 5—7 млн. т дробленого доломита.

Таким образом, для уменьшения налипания дробленых доломитов (или другой аналогичной горной массы) на металлические стенки накопительных бункеров и увеличения их пропускной способности рекомендуется применять листовую толстостенную полимерную облицовку, изготовленную на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена.

Облицовка должна набираться из отдельных листов с укладкой их торцами наибольших размеров по направлению движения потока горной массы. Крепление полимерной облицовки к металлическим стенкам накопительных бункеров должно осуществляться при помощи болтов М16 длиной 40 мм по всему периметру плиты с установочным шагом 350—400 мм.

УДК 621.928.2—261.004.69

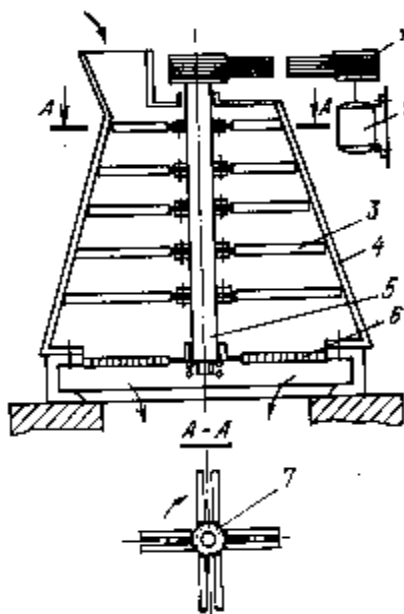
В. Н. ГОРДИЕНКО, канд. техн. наук, А. А. ШУМИЛОВ, канд. техн. наук (Запорожский машиностроительный институт им. В. Я. Чубаря), М. В. КАЛЕНДО, инж. (ПО «Запорожстройматериалы»)

Методы повышения срока службы роторных дробилок угля

При производстве керамического кирпича на заводах строительных материалов в глину добавляется 15% молотого угля с размерами частиц до 200 мкм. Для размолва угля используются молотковые мельницы типа ДА-10612, представляющие собой усеченный конус 4 с расположенным внутри вертикальным ротором 5, на котором шарнирно закреплены била 3, по восемь в каждом поясе (рис. 1). Причем, короткие била расположены сверху, где производится подача угля на размол, а наиболее длинные располагаются в нижнем ярусе мельницы.

Техническая характеристика дробилки ДА-10612

Производительность, т/ч	16
Число оборотов ротора, С-1	16,7
Количество рядов бил, шт.	5
Минимальный радиус, мм	500
Зазор между билами к бровью, мм	5



Конструктивно била представляют собой цилиндр из стали Ст. 3 диаметром 50 мм (рис. 2), имеющий проушину для крепления к валу дробилки с помощью вертикального пальца, что обеспечивает била возможность перемещаться в горизонтальной плоскости.

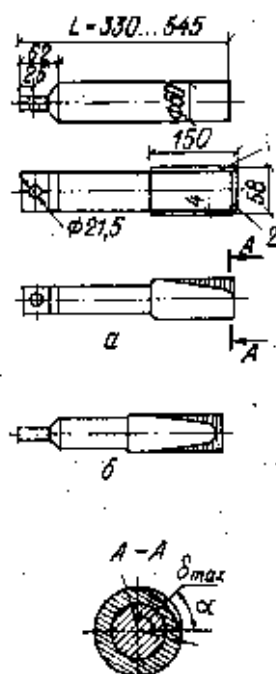
В связи с высокой зольностью углей (до 60%), а также их абразивностью вследствие содержания большого количества неорганических соединений кварца, глинозема, гранита, магнетита, при эксплуатации мельницы происходит интенсивное разрушение мелющих органов, что снижает межремонтный период и качество помола. При этом наиболее сильно подвержена изнашиванию кон-

Рис. 1. Схема конической дробилки ДА-10612: 1 — клиноременная передача; 2 — электродвигатель; 3 — била; 4 — конус; 5 — ротор; 6 — сито; 7 — крепежный палец

© Гордиенко В. Н., Шумилов А. А., Календо М. В., 1990

Материал	Химический состав						Твердость HRC ₂	Потери массы за 84 ч, кг
	C	Cr	W	B	Ti	Si		
T-620	2,9—3,5	22—24	—	0,5—1,5	0,5—1,5	2,2	58—61	0,21
Рэлит	3,7—4	—	95,5—96	—	—	0,07	90HR A	0,36
ЭН-ИТС-01	3,2—3,6	30—32	—	1,4—1,6	—	—	58—60	0,25
ЭН-180X1 4P4	1,5—1,8	13—14	—	4—5	—	0,3—0,4	62—65	0,1

Рис. 2. Схема наплавки и характер изнашивания била молотковых мельниц: 1 — участок боковой поверхности била; 2 — торцевой; а — схема разрушения била в горизонтальной плоскости; б — схема разрушения била в вертикальной плоскости



цевая часть била на расстоянии 150 мм от торца.

В связи с тем, что износостойкость сплавов при ударно-абразивном изнашивании зависит от большого числа факторов, таких как: скорость соударения, размер зерен абразива и их форма, угол атаки, температура, соотношение твердости абразива и материала, на первом этапе исследований были проведены испытания ряда стандартных и опытных износостойких сплавов в промышленных условиях (см. таблицу). Для этой цели опытные била наплавлились разными способами по всей поверхности на расстоянии 150 мм от торца (рис. 2, а). Структура наплавленного металла представлена на рис. 3.

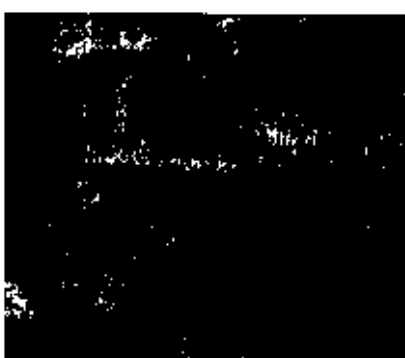
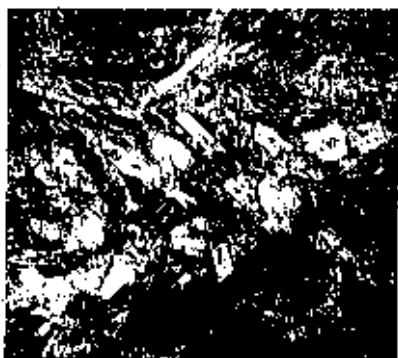
Рис. 3. Микроструктура испытанных материалов (X300)
а — рэлит; б — T-620; в — ЭН-ИТС-01; г — ЭН-180X14P4



а



б



Опытные била были установлены в верхнем поясе мельницы. Результаты испытания показали, что срок службы заводских бил составил в среднем 36 ч.

В то же время потери массы опытных деталей после работы в течение 84 ч составила 1—5%, а линейный износ не более 5%, а сами опытные била были вполне пригодны для дальнейшей эксплуатации.

По мере увеличения износостойкости испытанные материалы расположились в следующий ряд: рэлит, ЭН-ИТС-01, T-620, ЭН-180X1 4P4. Кроме этого, установлено, что разрушение рабочего органа происходит в районе торца с одной стороны (рис. 2, сеч. А-А). Угол точки с максимальным линейным износом составляет 40—45°. Остальные участки наплавки практически не изнашиваются. Для увеличения времени работы мельницы можно использовать реверсирование двигателя и поворот била на 180°. Это позволит полностью использовать ресурс, заложенный в наплавленном слое и сохранить требуемую глубину помола.

Для определения ресурса мельницы при наплавке била наиболее износостойким стандартным наплавочным материалом на Запорожском заводе строительных материалов и изделий были проведены промышленные испытания мельницы ДА-10512, на которой устанавливался полный комплект бил, наплавленных сплавом T-620 по технологии Запорожского машиностроительного института.

В результате испытаний при реверсивной работе дробилки установлено, что опытные била проработали 30 сут, при этом их износ по площади наплавленного металла составил всего 40%. Но вследствие ухудшения характеристик помола угля из-за неблагоприятной геометрии рабочей поверхности, образовавшегося в ходе испытаний, они были сняты с мельницы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что применение износостойкой наплавки рабочих органов дробилок угля электродами T-620 позволяет повысить срок службы в 8 раз. Применение для их защиты опытного сплава ЭН-180X14P4, разработанного в институте, позволит увеличить срок службы мельницы в 10—12 раз. Экономический эффект от внедрения разработанной технологии составил 11,75 тыс. р. на одну дробилку.

Разработанная технология упрочнения рабочих органов мельниц может быть реализована не только на заводах-изготовителях, но и в условиях ремонтных участков предприятий строительных материалов.

По желанию заказчика наплавка может выполняться штучными электродами вручную, полуавтоматами типа А-765 и любыми дуговыми аппаратами.

Опыт применения ВНВ вяжущего в производстве мозаичных плит

Наиболее производительной и экономичной технологией плит пола, из освоенных к настоящему времени, является кассетная. Однако мозаичные плиты пола, полученные по кассетной технологии на основе портландцемента, имеют ряд существенных недостатков. Это — наличие поверхностной пористости и раковин, большой процент боя плит при распалубке кассет, сколы граней и углов, недостаточная высокая износостойкость и декоративная выразительность, относительно высокие расход цемента и энергозатраты на тепловлажностную обработку плит.

Одним из перспективных направлений повышения качества и долговечности плит пола, а также снижения энергозатрат на их производство является применение вяжущего низкой водопотребности (ВНВ).

Высокая активность и минимальная водопотребность (НГ-16—18 %), по сравнению с другими вяжущими, позволяет получать плиты пола на его основе повышенной плотности, прочности, водостойкости и износостойкости.

Сравнение свойств плит с мраморной крошкой на основе разных видов ВНВ с традиционными мозаичными плитками на основе портландцемента (СНиП 3.04.01-87) представлено в таблице.

Вид вяжущего	Расход вяжущего 3 кг на 1 м ²	В/Ц	О. К., см	Прочность при сжатии, МПа	R _{сж} , МПа
ВНВ-100	400	0,29	12—13	68	0,51
ВНВ-50	400	0,3	17—18	53	0,67
ВНВ-30	440	0,29	15—16	59	0,61
ВНВ-30	420	0,28	11—12	89	1,39
ВНВ-30	480	0,29	15—16	43	1,24
Портланд-цемент М400	530	0,51	12—14	30	2,2

Одним из важнейших эксплуатационных показателей плит пола общественных зданий с особо интенсивным движением является износостойкость. Существенное увеличение износостойкости в 3—4 раза плит пола при применении ВНВ-50 и ВНВ-100 может быть объяснено более плотной упаковкой новообразований в процессе гидратации ВНВ и более высоким уровнем адгезии и когезии бетона.

Как показали эксперименты, использование ВНВ-50 в мозаичных плитках является наиболее рациональным, так как применение ВНВ-100 не позволяет существенно повысить износостойкости плит, что может быть объяснено относительно высокой истираемостью крупного заполнителя — мраморной крошки. Кроме того, применение ВНВ-100 при сравнительно высоком для ВНВ В/Ц = 0,29—0,31 связано с обильным выделением пузырьков воздуха и образованием на поверхности плит раковин. Это может быть объяснено более высоким содержанием С-3, чем в ВНВ-50 и ВНВ-30. А применение ВНВ-30 не позволяет существенно улучшить свойства плит, по сравнению с традиционными плитками на основе обычного портландцемента.

Высокая активность ВНВ-50 позволяет существенно сократить расход вяжущего, по сравнению с портландцементом М400, и тем самым увеличить насыщенность поверхности плит декоративным заполнителем, что повышает декоративную выразительность плит.

Эффективность применения ВНВ-50 для производства плит пола подтвердилась при выпуске нами опытно-промышленной партии плит по кассетной технологии на комбинате «Стройдеталь» (г. Москва). Применение ВНВ-50, полученного со Здольновского цементного завода, на комбинате «Стройдеталь» взамен портландцемента М400 позволило существенно сократить расход вяжущего на 1 м² с 530 до 400 кг, или на 24,5 %; снизить В/Ц с 0,51 до 0,3, улучшить удобоукладываемость (с изменением осадки конуса с О.К. = 12—14 до О.К. = 17—18 см), повысить прочность плит при сжатии почти в 2 раза и снизить показатель по истираемости более чем в 3 раза (с 2,2 до 0,67 г/см²).

Более высокая пластичность бетонной смеси, подвижность и низкая водопотребность позволила получить плиты с четкими гранями и углами, улучшить качество поверхности, значительно уменьшить количество раковин, каверн, сколов.

Увеличение распалубочной прочности плит позволило существенно сократить их бой при распалубке кассет, шлифов-

ке и транспортировке.

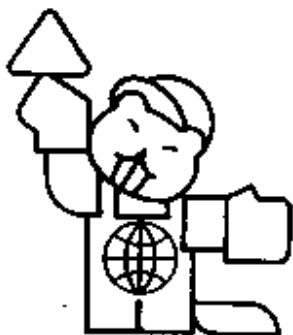
Учитывая высокую активность ВНВ-50 и интенсивный набор прочности в первые сутки бетона на его основе при выпуске опытной партии плит, с целью выявления возможности существенного снижения энергозатрат и упрощения технологии была исключена тепловлажностная обработка плит. После суток твердения в нормальных условиях плиты были извлечены из кассет и имели кубиковую прочность 38 МПа (R_{сж} = 53 МПа), что значительно превышает требования к марочной прочности аналогичных плит на портландцементе, которая должна составлять 30 МПа. Проведенное нами опытно-промышленное апробирование подтверждает возможность промышленного получения плит пола без тепловлажностной обработки.

На основе анализа результатов выпуска опытно-промышленной партии плит пола на комбинате «Стройдеталь» можно считать целесообразным применение вяжущего ВНВ для производства плит пола на предприятиях стройиндустрии.

Водостойкая шпатлевка «Талак»¹

При изготовлении изделий полной заводской готовности на предприятиях промышленности строительных материалов и шпатлевочным составам применяются требования, в частности по водостойкости и морозостойкости, а также по возможности нанесения на горячие поверхности строительных изделий. Исходя из требований к шпатлевочным составам, выполнение которых гарантирует при их применении повышение степени заводской

¹ Водостойкая шпатлевка «Талак» для отделки железобетонных изделий / П. А. Смирнов, Р. И. Горбунов, М. С. Максимов и др. // Строит. материалы. 1990. Вып. 2.



Инженерно-коммерческий центр «ИНТЕРСТРОЙПРОГРЕСС»

В период с 5 по 20 сентября 1990 г. Госстрой СССР проводит в Москве на территории Выставочного строительного комплекса на Фрунзенской наб., 30 3-ю Международную ярмарку научно-технических достижений в строительстве «НТД-90».

На ярмарке будут представлены научно-технические разработки (от проектов до готовых объектов, сдаваемых «под ключ») по всем вопросам строительства и архитектуры, строительной индустрии, промышленности строительных материалов, строймеханизации.

К участию в ярмарке приглашаются строительномонтажные, научно-исследовательские, конструкторские, проектные, технологические и другие производственные организации и предприятия строительного профиля, в том числе вневедомственные ассоциации, концерны, арендные, кооперативные и другие организации, союзы, общества, центры, средние специальные и высшие учебные заведения, изобретатели, рационализаторы, совместные предприятия, зарубежные фирмы, организации.

**УСТРОИТЕЛИ ЯРМАРКИ — ГОССТРОЙ СССР,
ИНЖЕНЕРНО-КОММЕРЧЕСКИЙ ЦЕНТР
«ИНТЕРСТРОЙПРОГРЕСС»**

(119146, МОСКВА, ФРУНЗЕНСКАЯ НАБ., 30).

ТЕЛЕФАКС: 230-26-01.

ТЕЛЕФОНЫ ДЛЯ СПРАВОК: 242-89-04, 242-89-03.

готовности изделий, специалисты КТБ Мосоргстройматериалы разработали ряд рецептов отделочных составов, включающих в себя недефицитные, нетоксичные материалы. При этом ставилась задача не только сохранить принятый технологический процесс, но и значительно его упростить. Последнее достигается при применении роторно-пульсационного аппарата, в этом случае увеличивается и производительность процесса изготовления шпатлевки.

Рецептуру отделочного материала отработывали с учетом повышения его жизнеспособности, что необходимо для решения вопроса о централизованном

изготовлении шпатлевого состава.

КТБ Мосоргстройматериалы разработало водостойкую шпатлевку «сталак» на основе пластичного компонента, который смешивают в определенном соотношении с цементом или другим микронаполнителем. Жизнеспособность пластичного компонента в закрытой таре составляет около 9 мес, жизнеспособность рабочего состава шпатлевки (готовится на рабочем месте путем смешивания пластичной части с цементом) — 1,5—2 ч.

Физико-механические показатели шпатлевки: плотность 1600—1700 кг/м³; время высыхания на поверхности, мин: на холодной (10—20°C) — 60, на горячей

(40—60°C — 10—15: прочность сцепления с бетоном не менее 5 кгс/м²; водостойкость 40 циклов; морозостойкость 40 циклов; удобоукладываемость 1,5—2 ч; предел прочности при сжатии 75—100 кг/см².

Цветные составы с мелким наполнителем могут быть использованы для декоративной отделки поверхностей внутренних помещений в построечных условиях.

Затраты на обработку 1 м² поверхности строительных изделий шпатлевым «сталак» составляют от 0,52 р. при одноцветной отделке и 1,04 р. при двухцветной.

Результаты научных исследований

УДК 66.361.002.51

А. И. БИРЮКОВ, канд. техн. наук (Макевский инженерно-строительный институт)

Новый подход к совершенствованию круглосеточных машин асбестоцементного производства

В асбестоцементной промышленности листовые изделия изготовляют на точных линиях СМ-1155, СМ-1157 и СМА-170, оснащенных трехцилиндровыми машинами СМ-942, СМ-943 и СМА-160. На предприятиях асбестоцементных труб действуют новые комплексы СМА-256. Производительность формовочных машин этих комплексов превышает мощность действующих агрегатов на 30—40%.

Диаметр сетчатых цилиндров формовочных машин равен 1 м. Эти формовочные машины [1, 2], являясь результатом осуществления ВНИИпроектасбестоцементом и СКБ «Асбодеммаш» концепции модернизации формовочного оборудования, разработанной в конце 50-х и начале 60-х годов. Основа этой концепции заключается в одновременном повышении скорости движения технического сукна (или скорости вращения сетчатого цилиндра) и концентрации асбестоцементной суспензии с целью повышения производительности формовочного оборудования.

Повышение производительности современных формовочных машин было обеспечено рядом усовершенствований. Конструкторы ослепили сеточную часть валами оптимальной конфигурации, гребенчатыми мешалками (осцилляторами), сегментными мешалками и последовательной системой питания вали с установкой сетчатых цилиндров на одном уровне и переливом избытка суспензии. Была развита система обезвоживания асбестоцементной пленки на сукне и усилена прессовая часть машины как по мощности, так и по числу пресс-валов. Это в целом позволило повысить производительность машины в 1,5—2 раза в течение 15—20 лет.

В машине СМА-160 увеличен диаметр сетчатого цилиндра, что позволило снимать накат с полезной шириной до 2,5 м, благодаря этому ее производительность примерно на 60% выше производительности машин СМ-942 и СМ-943. Дальнейшая модернизация листоформовочных машин идет за счет

установки 4-го цилиндра, а новые технологические линии для производства асбестоцементных труб будут комплектоваться только двухцилиндровыми трубоформовочными машинами [1].

Диаметр и конструкция сетчатых цилиндров, уровень суспензии в ваннах остались практически без изменений. Хотя были исследования и рекомендации по увеличению диаметра сетчатого цилиндра до 1,4—1,6 м [2]. (В Индии создана листоформовочная машина с диаметром сетчатого цилиндра 3 м).

Увеличение диаметра сетчатого цилиндра [2] требует решения ряда сложных конструктивных вопросов, связанных с изменением в большую сторону размеров ванны и ухудшением условий перемешивания суспензий. Такой осторожный вывод обоснован тем, что концепция повышения производительности формовочного оборудования не содержала сведений о влиянии напора, а И. И. Берней, автор уравнения фильтрации на сетчатом цилиндре [3], предлагал даже устанавливать сетчатые цилиндры малого диаметра взамен цилиндров диаметром 0,8 и 1 м.

Чтобы выявить, при каких условиях работа формовочной машины будет эффективной, проанализируем известные уравнения фильтрации, дадим ответ на вопрос: стоит ли увеличивать диаметр сетчатого цилиндра?

Фильтрационный напор является движущей силой процесса фильтрации. Роль напора давно подтверждена экспериментально как для фильтрации через слой, так и для фильтрации с образованием слоя на фильтр-прессах и вакуумных фильтрах [4, 5, 6].

В середине прошлого века Акри Дарси выполнял четыре серии опытов (всего 23 опыта) по фильтрации воды через слой природного и обогащенного (промытого) песка и получил эмпирическое уравнение для фильтрационного напора P и расхода воды Q [4]:

$$P = 0,30145 Q + 0,002124 Q^2. \quad (1)$$

Годом позже с участием инженера М. Риттера были получены формулы скорости фильтрации q :

$$q = K \frac{S}{l} [h + e \pm h_0]; \quad (2)$$

или при $h_0 = 0$

$$q = K \frac{S}{l} [h + e], \quad (3)$$

где $q = Q/\tau$; e — толщина слоя песка; S — площадь фильтра; h — высота столба воды над слоем песка; h_0 — давление под фильтром; K — коэффициент, зависящий от проницаемости слоя; l — манометрическое давление воды в системе.

Величина $[h + e \pm h_0]$ представляет собой фильтрационный напор P , а $K \frac{S}{l}$ — удельную проницаемость слоя, обратную полному сопротивлению слоя ($rh = R_{nc}$). В дальнейшем в работах [2, 3] уравнение (3), названное законом Дарси, приведено в виде линейной зависимости:

$$\frac{V}{\tau} = q = \mu = \frac{P}{r h} = \frac{P}{R_{nc}}. \quad (4)$$

На базе уравнения (4) И. И. Берней аналитико-экспериментальным методом, принимая ряд априорных допущений, получил уравнение фильтрации на сетчатом цилиндре [3]:

$$\frac{\tau}{q_\phi} = \left(\frac{\mu r_{cx} \alpha^2 P_c^2}{P_c} \right) q_\phi^2 + \mu \frac{r_a r_y}{P_c} = A_\phi q_\phi^2 + B_\phi, \quad (5)$$

где $q_\phi = \frac{V}{F}$; P_c — среднее давление (фильтрационный напор) за один оборот фильтра.

Преобразуя уравнение (5) и учитывая, что

$$B_\phi / A_\phi = (r_a - r_y) / r_{cx} \alpha^2 P_c^2, \quad \text{получим}$$

$$P_c = \frac{\mu r_{cx} \alpha^2 P_c^2}{\tau} \left(\frac{B_\phi}{A_\phi} q_\phi + q_\phi^2 \right), \quad (6)$$

или

$$P_c = K_1 q_\phi + K_2 q_\phi^2. \quad (7)$$

Полученная математическая модель (7) отличается от эмпирической модели Дарси (1). В то же время В. Б. Колган [6] развешивая модель Дарси для того же процесса фильтрации с образованием слоя осадка и учетом сопротивления перегородки R_a , применил уравнение (4) в виде

$$\omega = \frac{dV}{F d\tau} = \frac{P}{\mu (r h + R_n)}, \quad (8)$$

где r — удельное сопротивление слоя; h — его толщина, которая зависит от объема фильтрата и концентрации су-

пензии. Эта связь выражается соотношением:

$$Vx = Fh, \text{ или } h = \frac{V}{F}x,$$

где x — объем осадка, получающегося на единицу объема фильтра.

Тогда уравнение (8) приобретает вид

$$\frac{dV}{F d\tau} = \frac{P}{\mu \left(\frac{V}{F} \bar{r} x + R_n \right)} \quad (9)$$

Для несжимаемого осадка \bar{r} — величина постоянная и уравнение (9) интегрируется при изменении τ и V в пределах от 0 до τ и от 0 до V , что дает

$$V^2 + 2 \frac{R_n F}{\bar{r} x} V = 2 \frac{P F^2}{\mu \bar{r} x} \tau,$$

или

$$q^2 + \frac{2 R_n}{\bar{r} x} q = \frac{2 P}{\mu \bar{r} x} \tau. \quad (10)$$

В книге «Разделение суспензий в химической промышленности» [6] принято, что объем образующегося осадка пропорционален объему полученного фильтра:

$$u = \frac{h F}{V} = \frac{h}{q} = \text{const}, \quad (11)$$

Подставив в уравнение (8) значение h из соотношения (11), они получили выражение

$$\frac{dq}{d\tau} = \frac{P}{\mu (\bar{r} q u + R_n)} \quad (12)$$

после интегрирования которого от 0 до τ и от 0 до q и некоторых преобразований было получено уравнение, аналогичное уравнению (10):

$$q^2 + \frac{2 R_n}{\bar{r} u} q = 2 \frac{P}{\mu \bar{r} u} \tau. \quad (13)$$

Уравнения (12) и (13) могут быть представлены в виде

$$P = K_1 q + K_2 q^2. \quad (14)$$

Это уравнение аналогично эмпирическому — (1) и характеризует процесс фильтрации с образованием несжимаемого осадка.

Расчет процесса фильтрации асбестоцементных и других суспензий с образованием сжимаемого слоя заключается в использовании уравнений, описывающих кинетику фильтрации с образованием несжимаемых слоев, и средних значений удельного сопротивления слоя. Это означает, что вид образующегося на сетке слоя не меняет вид уравнения, а сами процессы — подобны.

Так, фильтрацию с образованием сжимаемого слоя можно рассматривать как более общий случай уравнения Пуазейля с постепенно увеличивающейся длиной капилляров. Радиус капилляров и их число на 1 м² слоя можно

принять как средние величины для всего цикла фильтрации, хотя в период процесса с уносом они изменяются при образовании на сетке слоя. В установившемся период процесса фильтрации при получении dV фильтра масса слоя возрастает на αdV , а его толщина увеличится на dl . Объем капилляров возрастет и составит:

$$dV_k = N_k \pi r^2 dl.$$

С другой стороны этот элементарный объем можно выразить через массу слоя (αdV), плотность ($\rho_{сл}$) и относительную пористость слоя ($\epsilon_{сл}$):

$$dV_k = \frac{\alpha dV}{\rho_{сл}} \epsilon_{сл}.$$

Приравняв правые части этих уравнений, найдем:

$$dV = N_k \frac{2 \pi r^2 \rho_{сл}}{\alpha \epsilon_{сл}} dl. \quad (15)$$

Принтегрировав уравнение (15) в пределах от l_k до l , и при условии, что средняя скорость фильтрации при этом будет равна $w = V/\tau$ или $\omega \tau = V$, можем записать

$$\omega = N_k \frac{\pi r^2 \rho_{сл}}{\alpha \epsilon_{сл}} (l - l_k). \quad (16)$$

В то же время, согласно уравнению Пуазейля, $\omega = N_k \mu P r^4 / 8 \mu l$, что позволяет записать

$$N_k = \frac{\pi r^2 \rho_{сл}}{\alpha \epsilon_{сл}} (l - l_k) = N_k \frac{\pi P r^4}{8 \mu l}.$$

Преобразуя это выражение, получим фильтрационный напор:

$$P = \frac{8 \mu \rho_{сл}}{\alpha \epsilon_{сл}} \frac{l}{r^2} (l - l_k), \quad (17)$$

или

$$P = -K'_1 l + K'_2 l^2. \quad (18)$$

Сравнивая уравнения (14) и (18), видим их идентичность. Учитывая, что для принятого в асбестоцементной промышленности способа формирования асбестоцементного слоя $l_k = 0$, получим

$$\frac{\tau}{l^2} = \frac{8 \mu \rho_{сл}}{P \alpha \epsilon_{сл} r^2}. \quad (19)$$

Аналогично преобразуем уравнения (6, 10 и 13), так как в уравнении (6) соотношение V_k/A_ϕ мало и равно 0,2—0,5, а в уравнении (13) сопротивление фильтровальной перегородки мало ($R_n \approx 0$) по сравнению с сопротивлением слоя асбестоцемента (\bar{r}). Получим

$$\frac{\tau}{q_\phi^3} = \frac{\mu \bar{r}_{сл} \alpha^2 P_c^2}{P} \quad (20)$$

и

$$\frac{\tau}{q^2} = \frac{\mu \bar{r} x}{2 P} = \frac{\mu \bar{r} u}{2 P}. \quad (21)$$

Далее найдем относительное изменение параметров процесса фильтрации для машин с различной производительностью, используя уравнения (19, 20 и 21). Для двух различных процессов, при равенстве характеристик жидкой фазы (суспензии) и слоя асбестоцемента, можем записать, например, для уравнения (20)

$$\frac{\tau_1}{q_{\phi 1}^3} = \frac{\mu \bar{r}_{сл} \alpha_1^2 P_c^2}{P_1} \quad (22)$$

и

$$\frac{\tau_1}{q_{\phi 1}^3} = \frac{\mu \bar{r}_{сл} \alpha_1^2 P_c^2}{P_1}. \quad (23)$$

где τ_1 , α_1 , P_1 — оптимальные параметры современных формовочных машин; τ , α , P — параметры проектируемых машин с заданной производительностью.

Относительное изменение производительности машин (n) произойдет при изменении скорости фильтрации или скорости нарастания асбестоцементного слоя на фильтрационной перегородке и составит $n = q_1/q$ или $n = l_1/l$.

Найдем аналитическое значение n , поделив выражения (23) на (22).

$$n = \sqrt[3]{\frac{P_1}{P} \frac{\tau_1}{\tau} \left(\frac{\alpha_1}{\alpha} \right)^3}. \quad (24)$$

Аналогично поступив с уравнениями (19) и (20), получим

$$n = \sqrt{\frac{P_1}{P} \frac{\tau_1}{\tau} \frac{\alpha_1}{\alpha}} \quad (25)$$

и

$$n = \sqrt{\frac{P_1}{P} \frac{\tau_1}{\tau} \frac{\alpha_1}{\alpha}}. \quad (26)$$

При стабилизации одного или двух переменных параметров из трех получаем частные случаи числа n . Все возможные значения « n » и будут соотношениями перехода для конкретных условий.

Анализ соотношений перехода показывает, что получение равной относительной величины повышения производительности (числа n) по уравнению (24) достигается при более резком изменении параметров процесса, чем по уравнениям (25) и (26), которые дают одинаковые значения. Это указывает на малую точность математической модели процесса фильтрации, описываемой уравнением (5) И. И. Бернея, и, следовательно, малую связь с концепцией повышения производительности формовочных машин. Так, известная концепция осуществляется за счет изменения длительности цикла фильтрации и концентрации суспензии (τ и α) при сохранении без изменения фильтрационного напора (P). При этом длительность цикла фильтрации уменьшалась за счет увеличения скорости технического сушка. Практика ра-

боты на современных листоформовочных машинах по такому режиму интенсификации показывает, что нет реального снижения скорости фильтрации при повышении концентрации асбестоцементной суспензии. Указанное явление объясняется не только снижением длительности цикла процесса, но и увеличением смыва отфильтрованного слоя асбестоцемента при повышении скорости сушка.

Причиной смыва, по нашему убеждению, является малый фильтрационный напор ($P=4022$ Па или 41 г/см²), который находится на одном уровне с величиной предельного напряжения сдвига асбестоцементной суспензии с неразрушенной структурой. Если сохранить или увеличить длительность цикла фильтрации, то согласно уравнению

$$n = \sqrt{\frac{\tau_2}{\tau_1} \frac{\alpha_2}{\alpha_1}}$$

произойдет устойчивое повышение производительности. Достижение таких условий возможно при увеличении диаметра сетчатого цилиндра современных формовочных машин. Одновременно увеличится и фильтрационный напор.

Таким образом, мы приходим к новой, более широкой концепции повышения

производительности формовочных машин за счет повышения концентрации суспензии, фильтрационного напора и рационального изменения длительности цикла фильтрации (регулируемые параметры — α , P , τ). Возможны еще три варианта частных концепций, включающие в качестве регулируемого параметра фильтрационный напор (P , α , P , τ и P). Этот параметр в предыдущих исследованиях [2, 3] при решении задач совершенствования формовочного оборудования и повышения производительности в явном виде не учитывался.

Воспользуемся вариантом повышения производительности только за счет повышения фильтрационного напора при постоянных и оптимальных значениях концентрации суспензии к длительности цикла. Относительное повышение фильтрационного напора, найденное по формуле $P_1/P_2 = n^2$ и соответствующее повышению производительности в 1,5; 2; 2,5 и 3 раза, составит 2,5; 4; 6,25 и 9 раз. Справедливость этой формулы, показывающей влияние напора на производительность была подтверждена экспериментально при фильтрации суспензии на камерном фильтре (см. таблицу).

Анализ результатов экспериментов по-

казывает также, что относительное увеличение производительности по фильтрату за счет увеличения фильтрационного напора мало зависит от состава асбестоцементных суспензий, т. е. от вида асбеста и от введения синтетических волокон. Удельный унос твердой фазы с фильтратом при интенсификации фильтрации в среднем уменьшается на 28%. Для суспензий, содержащих синтетические волокна, унос при интенсивной фильтрации примерно в 2 раза меньше, чем при фильтрации под действием гидростатического напора. Такое же явление характерно и для суспензии с добавлением джеттаринского асбеста. В целом основные показатели фильтрационного процесса улучшаются.

Для сравнения отметим, что предлагаемое [2] увеличение диаметра сетчатого цилиндра с 1 до 1,5 м позволит повысить фильтрационный напор в 1,69 раза (с 4090 до 6906 Па) без учета его снижения за счет действия центробежных сил. Если же предположить возможность прогнозируемого увеличения концентрации суспензии до 18%, что выше средней по промышленности в 1,8 раза, то предполагаемый рост производительности составит 1,3 раза вследствие увеличения фильтрационного напора и 1,74 раза от увеличения напора и концентрации.

Таким образом, диаметр сетчатого цилиндра следует увеличивать примерно пропорционально квадрату значения относительного роста производительности. Это не только усложнит конструкцию машин, но приведет к увеличению габаритов и материалоемкости ее сеточной части.

Наиболее рациональным является увеличение фильтрационного напора без изменения габаритов сеточной части формовочных машин. Такой подход к проблеме был впервые предложен в 1976 г. в устройстве для формирования пленки из суспензии волокнистого материала [7], а затем развит для образования пленки заданной толщины [8] и многослойной пленки в одной ванне [9], а также для снижения уноса твердой фазы с фильтратом [10].

Модернизация формовочных машин типа СМ-942, СМ-943 и др. предложена без увеличения диаметра сетчатых цилиндров.

В результате проведенных исследований разработана новая концепция повышения производительности формовочных машин, показывающая, что увеличение фильтрационного напора — это эффективный технологический прием, позволяющий совершенствовать их при интенсивной, энерго- и материалосберегающей технологии;

№ суспензии	Состав твердой фазы асбестоцементных суспензий, %				Длительность цикла, с	Объем фильтрата		Унос твердой фазы	
	Асбест		Синтетические волокна			в л, мл	относительный, отн. ед.	в г/л, г	на 100 кг фильтрата, г
	ВП-Б-65 ДП-Б-80	Цемент	Анард	Полупропилен					
1	13,32	—	—	86,68	3 3,02	270 45	6	6,4 0,7	2,37 1,56
2	10,86 2,88	—	—	86,48	3 2,73	235 38	6,2	2,2 1,33	0,94 3,3
3	13,32	0,1	—	86,58	3,04 3,08	273 33	6,3	2,75 0,47	1 1,42
4	13,32	0,25	—	86,43	3 3,06	280 47	6	3,57 0,89	1,27 1,47
5	13,32	0,5	—	86,18	3,02 3	276 44	6,3	2,2 0,6	0,8 1,86
6	13,32	0,75	—	85,93	3,02 3,06	285 41	7	2,05 0,58	0,72 1,37
7	13,32	1	—	85,68	3,04 3	343 54	6,4	9,03 0,78	2,64 1,44
8	13,32	—	0,1	86,58	2,98 3	272 34	6	4,27 0,43	1,57 1,26
9	13,32	—	0,25	86,43	3 3,01	270 34	6	2 0,58	0,74 1,55
10	13,32	—	0,5	86,18	2,99 3,0	315 41	7,7	2,48 0,63	0,78 1,64
11	13,32	—	0,75	85,93	3,04 2,99	280 40	7	2,05 0,71	0,73 1,78
12	13,32	—	1	85,68	2,98 3,08	323 45	7,2	2,39 0,61	0,74 1,35
Среднее значение					3,008 2,997	—	7,008	—	1,19 1,64

Примечания: 1. Над чертой — данные при фильтрации с вакуумированием, под чертой — то же, при гидростатическом напоре суспензии. 2. Каждое приведенное значение показателей процесса фильтрации является средним из десяти замеров.

получена более точная математическая модель процесса фильтрации асбестоцементной суспензии, кинетика которого описывается уравнением (19) — уравнением скорости образования слоя асбестоцемента;

найдена простая методика расчета параметров процесса фильтрации для проектируемых машин на основе соотношений перехода. Показана нецелесообразность увеличения диаметра сетчатых цилиндров современных формовочных машин. Вниманию специалистов предложены варианты осуществления новой

концепции повышения производительности формовочных машин асбестоцементного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грязлик Ю. С. Асбестоцементные изделия и конструкции/Строит. материалы, 1989, № 4.
2. Мороз П. С., Ткачев Л. Н. Новое в конструкции листоформовочных асбестоцементных машин. — Сер. «Машины и оборудование для промышленности строительных материалов»/ЛНИИТЭстроймаш. — М., 1976.
3. Беркей И. И. Технология асбестоцементных изделий. — М.: Высшая школа, 1977.
4. Houpert A. Elements de mécanique des fluides dans les milieux poreux. — Paris, 1975.
5. Коган В. Б. Теоретические основы типовых процессов химической технологии. — Л.: Химия, 1983.

6. Малиновская Т. А., Кобринский И. А., Кирсанов О. С., Рейнфарт В. В. Разделение суспензий в химической промышленности. — М.: Химия, 1983.
7. А. с. № 802370 (СССР), МКИ В 28 В 1/52/С04 В 13/16. Устройство для формирования пленки из суспензии волокнистого материала/А. И. Бирюков (СССР)/Открытие. Изобретения. — № 14. — 1978.
8. А. с. № 840736 (СССР), МКИ В 28 В 1/52/С04 В 13/16. Устройство для формирования пленки из суспензии волокнистого материала/С. В. Бударов (СССР)/Открытие. Изобретения. — № 42. — 1981.
9. А. с. № 1423304 (СССР), МКИ В 28 В 1/52. Устройство для формирования пленки из суспензии волокнистого материала/А. И. Бирюков (СССР)/Открытие. Изобретения. — № 34. — 1988.
10. А. с. № 1527000, МКИ В 28 В 1/52. Устройство для формирования пленки из суспензии волокнистого материала/А. И. Бирюков (СССР)/Открытие. Изобретения. — № 45 — 1989.

УДК 666.821.925/.927.061.24

В. С. СЕВОСТЬЯНОВ, канд. техн. наук, В. С. БОГДАНОВ, д-р техн. наук
Ю. М. СМОЛЯНОВ, инж., С. И. ХАНИН, инж. (ВТИСМ им. И. А. Гршшманова)

Исследование кинематических параметров мельниц, оснащенных лопастными энергообменными устройствами

Тонкое измельчение материалов, широко применяемое в различных производствах промышленности строительных материалов, является одним из наиболее энергоемких процессов. В цементной промышленности, например, на его долю приходится около 40—50% всей электроэнергии, затрачиваемой на получение конечного продукта. В то же время к.п.д. грубых шаровых мельниц (ТШМ) не превышает 2—5%. Реализация неиспользуемых резервов ТШМ является важным источником экономии и энергоресурсов.

Результаты исследований и практики многолетней эксплуатации трубных шаровых мельниц [1—4], оснащенных различными лопастными энергообменными устройствами (ЛЭУ) (наклонными межкамерными перегородками, лопастными эллипсными сегментами и др.) позволили выявить преимущества модернизированных помольных агрегатов по сравнению с обычными.

Например, энергообменные устройства обеспечивают такие преимущества в процессе помола как секционированный режим измельчения по длине помольных

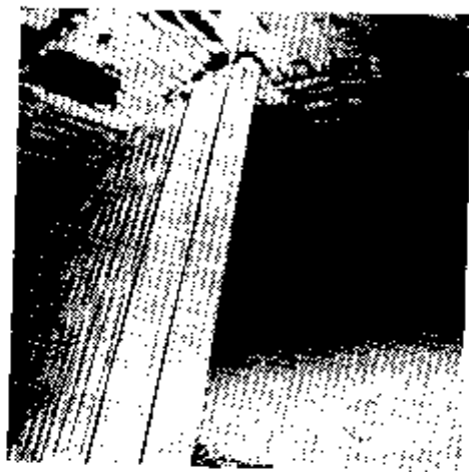


Рис. 2. Лопастные энергообменные устройства в мельнице размером 4x13,5 м

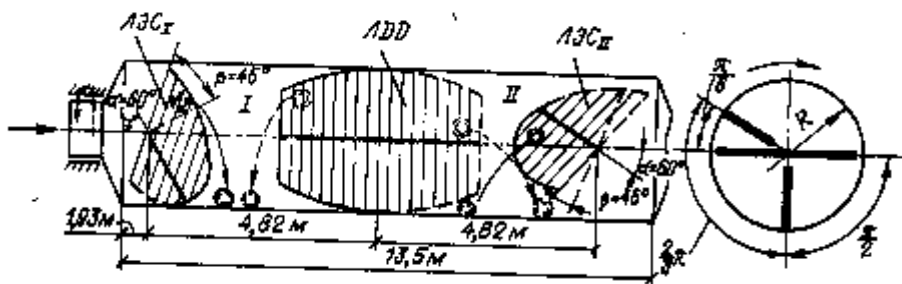


Рис. 1. Схема установки лопастных энергообменных устройств в мельнице

© Севостьянов В. С., Богданов В. С., Смолянов Ю. М., Ханин С. И., 1990

агрегатов (от интенсивного ударно-истирающего воздействия мелющих тел на измельчаемый материал до интенсивного раздавливающего-истирающего воздействия в поперечно-продольном направлении барабана мельницы) при использовании мельной монозагрузки; разрушение застойной зоны мелочей загрузки по всей длине мельницы, дополнительное включение в работу до 40—50% мелющих тел; снижение (до 20—30%) массы мелющих тел с одновременным уменьшением диаметра средневзвешенного шара на первой стадии измельчения; интенсивный внутренний рецикл измельчаемого материала лопастными энергообменными устройствами, совмещение в одном помольном агрегате процессов измельчения и смешения с одновременной классификацией готового продукта; повышение срока службы внутримельничных устройств из легированной марганцевистой стали (лобовых бронеплит, разгрузочной решетки) за счет демпфирующего эффекта ЛЭУ и др.

Названные преимущества подтверждены опытом эксплуатации сырьевых и цементных мельниц размером 4x13,5 м, оснащенных ЛЭУ, Карачаево-Черкесского цементного завода, [3—4].

Взаимное расположение ЛЭУ в мельнице (рис. 1—2) (ЛЭС — лопастных эллипсных сегментов, ЛДЛ — лопастей двухстороннего действия) обусловлено как необходимостью создания секционированного режима измельчения по длине помольного агрегата, так и исключения выхода некондиционного продукта из мельницы, а также предохранения внутримельничных устройств от интенсивного износа за счет буферного действия ЛЭУ.

Геометрические параметры ЛЭУ и место их установки в сырьевой мельнице размером 4x13,5 м представлены на рис. 1.

Энергообменные устройства готов-

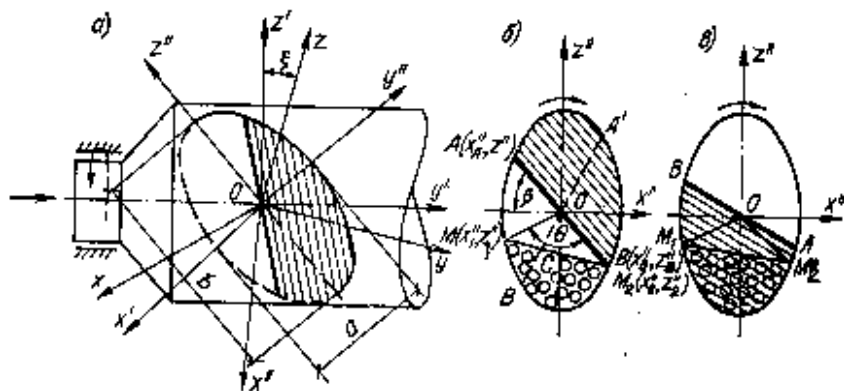


Рис. 3. Схема к расчету площади контакта энергообменных устройств с мелюшей нагрузкой

лены из прутков диаметром 0,1 м (материал — сталь Ст. 3) и закреплены в барабане мельницы с помощью прокатной футеровки профиля 2Ц. Зазор между прутками — $(10-15) \cdot 10^{-3}$ м. Мелюшая нагрузка мельницы — рельсовая высека размером $1 \times b \times h = (40 \times 30 \times 18) \cdot 10^{-3}$ м.

Исходный грубомолотый (в стержневых мельницах) известняково-глинястый шлам имел следующие характеристики: тонкость помола $R_{0,2} = 29,6-42,2$ %; $R_{0,08} = 40,6-52,6$ %; титр-Т = 68,7-80,4 %; плотность — $\rho = (1,62-1,64) \cdot 10^3$ кг/м³ при влажности $W = 38-39$ %. Тонкость помола конечного продукта: $R_{0,2} \leq 6$ %; $R_{0,08} \leq 15$ %.

Промышленные испытания мельниц показали, что использование ЛЭУ обеспечивает не только повышение (на 22,7 %) производительности помольного агрегата, но и снижение расхода (на 14 %) электроэнергии. Так, до внедрения лопастных энергообменных устройств мельница имела следующие показатели: производительность $Q = 277$ т в 1 ч; удельный расход электроэнергии $g = 9,3$ кВт·ч на 1 т при массе мелющих тел G м·т = 210 т (коэффициент заполнения $\varphi = 0,3$). После внедрения показатели изменились: $Q = 340$ т в 1 ч; $g = 8$ кВт·ч/на 1 т при G м·т = 190-200 т ($\varphi = 0,27-0,29$).

Годовая экономия электроэнергии при коэффициенте использования мельницы $K_{лев} = 0,56$ составила более 1,5 млн. кВт·ч.

Анализ работы мельниц с различными схемами установки ЛЭУ (ЛЭС наклонные от торцевых днищ; ЛЭС — наклонные к торцевым днищам, ЛЭС-ЛДД) в течение длительного периода эксплуатации (с мая 1987 г.) показал, что на режим эксплуатации помольных агрегатов значительное влияние оказывает площадь контакта энергообменных устройств с мелющими телами (М.Т.), определяющая характер динамического

воздействия загрузки на измельчаемый материал и энергетические показатели помольного агрегата. Поэтому для оценки энергетических показателей модернизируемых мельниц различных типоразмеров, а также для проектирования новых помольных агрегатов с энергообменными устройствами необходимо знать кинематику взаимодействия лопастных энергообменных устройств с мелющими телами.

Геометрический профиль ЛЭС описан эллипсным контуром и ограничивающей его линией среза (образующей). Направление и величина среза (угол β), а также направление и величина наклона ЛЭС к продольной оси мельницы (угол α) определяют режим динамического воздействия М.Т. на материал — ударно-истирающее или раздавливающее-дстирающее воздействие.

Рассмотрим кинематические параметры грубой шаровой мельницы, оснащенной ЛЭУ. Положение эллипсного контура (ЛЭС) фиксируется в неподвижной системе координат $Oxyz$, при повороте на угол ξ вокруг горизонтальной оси барабана мельницы — в подвижной системе координат $Ox'y'z'$. С ЛЭС связана еще одна подвижная система координат $Ox''y''z''$ (рис. 3, а).

Для оценки площади контакта ЛЭС с мелюшей нагрузкой необходимо определить координаты точек пересечения эллипсного контура с поверхностью загрузки (точки M_1 и M_2 , рис. 3, б), углы входа и выхода ЛЭС из мелющей нагрузки.

Решая систему уравнений:

$$\begin{cases} (x'')^2 + (z'')^2 \sin \alpha = R^2 - & \text{уравнение эллипсного контура;} \\ x'' \sin \xi + z'' \sin \alpha \cos \xi = -H - & \text{уравнение поверхности загрузки;} \end{cases} \quad (1)$$

где R — радиус мельницы; α — угол наклона ЛЭС к горизонтальной оси барабана мельницы; H — расстояние от центра сечения барабана мельницы до поверхности загрузки,

находим координаты точек:

$$\begin{cases} x'_{1,2} = -H \sin \xi \mp \sqrt{R^2 - H^2 \cos^2 \xi}; \\ z'_{1,2} = (-H \cos \xi \pm \sqrt{R^2 - H^2}) \sin \xi / \sin \alpha \end{cases} \quad (2)$$

Угол входа ЛЭС в нагрузку определяется из условия:

$$\frac{z'_1}{x'_1} = \operatorname{tg} \beta = \frac{z'_B}{x'_B} \quad (3)$$

Подставляя значения (2) в (3) получим:

$$\frac{H \cos \xi - \sqrt{R^2 - H^2 \sin^2 \xi}}{H \sin \xi + \sqrt{R^2 - H^2 \cos^2 \xi}} = \sin \alpha \operatorname{tg} \beta. \quad (4)$$

Соответственно, для условий выхода ЛЭС из мелющей загрузки:

$$\frac{z'_2}{x'_2} = \frac{z'_A}{x'_A} = \operatorname{tg} \beta; \quad (5)$$

$$\frac{H \cos \xi + \sqrt{R^2 - H^2 \sin^2 \xi}}{H \sin \xi - \sqrt{R^2 - H^2 \cos^2 \xi}} = \sin \alpha \operatorname{tg} \beta. \quad (6)$$

Окончательно

$$\begin{cases} \xi_{1x} = \operatorname{arctg}(\sin \alpha \operatorname{tg} \beta) - \frac{\theta}{2}; \\ \xi_{1yx} = \xi_{1x} + \theta + \pi. \end{cases} \quad (7)$$

Для реальных условий работы мельницы размером $4 \times 13,5$ м при $R = 1,985$ м; $\gamma = 0,3$; $\alpha = 60^\circ$; $\theta = 142,7^\circ$ и $\beta = 45^\circ$ значения углов входа и выхода равны:

$\xi_{1x} = -22^\circ$; $\xi_{1yx} = 300,6^\circ$; для $\beta = -45^\circ$; $\xi_{2x} \approx 60^\circ$; $\xi_{2yx} \approx 382^\circ$.

Для определения площади контакта лопастных эллипсных сегментов с мелющими телами необходимо знать, кроме координат точек M_1 и M_2 , координаты точки C — пересечения образующей ЛЭС с поверхностью загрузки (рис. 3, в):

$$\begin{cases} x'' \sin \xi + z'' \sin \alpha \cos \xi = -H; \\ x'' = x'' \operatorname{tg} \beta. \end{cases} \quad (8)$$

Откуда

$$\begin{cases} x''_c = -\frac{H}{\sin \xi + \sin \alpha \cos \xi \operatorname{tg} \beta}; \\ z''_c = -\frac{H \operatorname{tg} \beta}{\sin \xi + \sin \alpha \cos \xi \operatorname{tg} \beta}. \end{cases} \quad (9)$$

Кинематика изменения площади контакта ЛЭС ($S_{к ЛЭС}$) с нагрузкой при вращении барабана мельницы зависит от соотношения между полярными углами точек M_1 и M_2 (соответственно t_1 и t_2) и углом β .

Например, максимальное $S_{к ЛЭС}$ при $\beta < t_1 < \pi + \beta$ и $\beta < t_2 < \pi + \beta$ (рис. 3, в) равно

$$S_{к ЛЭС} = S_{\text{сектор } OM_1 M_2} - S_{\Delta OM_1 M_2} \quad (10)$$

где

$$S_{\text{сектор } M_1 M_2} = \frac{R^2}{2 \sin \alpha} \int_0^{\alpha} \rho^2(t) dt =$$

$$= \frac{R^2}{2 \sin \alpha} [\arctg(\tg t_2 \sin \alpha) -$$

$$- \arctg(\tg t_1 \sin \alpha)].$$

$$\text{а } S_{\Delta OM_1 M_2} = \frac{1}{2} |x_1'' \cdot z_2'' - x_2'' \cdot z_1''|.$$

Координаты точек А и В, требуемые для численных расчетов, определяются из решения системы уравнений эллипса и прямой:

$$\begin{cases} (x'')^2 + (z'')^2 \sin^2 \alpha = R^2; \\ z'' = x'' \tg \beta. \end{cases} \quad (11)$$

УДК 680.814.5.543.712.001.5

В. М. КАЗАНСКИЙ, д-р техн. наук, В. И. ТАРАСЕВИЧ, инж., Ю. Г. ГАСАН, канд. техн. наук (Киевский инженерно-строительный институт)

Измерение сухой массы гипсобетонов

Все строительно-технические свойства материалов зависят от влажности, а получение сопоставимых данных для их характеристики возможно только при одинаковом измерении сухой массы используемых образцов.

Ранее [1] было показано, что измерение сухой массы цементных бетонов, керамических изделий и других строительных материалов после их сушки при 105°C (ГОСТ 12730.2—78, ГОСТ 12852.6—77, ГОСТ 9758—77, ГОСТ 7025—78, ГОСТ 17177—87, ГОСТ 19592—80) не обеспечивает достаточной воспроизводимости результатов в разных лабораториях. Был также предложен простой путь корректирования способа измерения сухой массы строительных материалов, который гарантировал повышение точности без усложнения испытательной аппаратуры.

Гипсобетоны и другие композиционные материалы, в которых основным вяжущим компонентом является гипс, представляют большой класс строительных материалов. Точное измерение сухой массы их не менее важно, чем цементных бетонов.

Действующий ГОСТ 23789—79 для гипсобетонов имеет те же недостатки, что и названные выше, однако предусматривает сушку при 50°C (а не при 105°C, как рекомендовано в остальных стандартах). Поэтому рекомендации [1] по уточнению способа измерения сухой

Используя программное обеспечение, мы можем рассчитать значения S_k ЛЭС для различных углов поворота ξ ЛЭС. Например, при $\xi_{\text{вх}}=60^\circ$ и $\xi_{\text{вых}}=382^\circ$ и угле поворота ЛЭС $\Delta\xi=250-270$ $S_{k \text{ макс}}=4 \text{ м}^2$.

Полученные значения площади контакта ЛЭС с загружаемым материалом S_k с достаточной точностью совпадают с реальными значениями, замеренными по площади износа ЛЭС. Кроме того, данные зависимости $S_k=f(\xi \text{ ЛЭС})$ нужны для оценки характера динамического воздействия мелющих тел на измельчаемый материал в трубной шаровой мельнице, оснащенной лопастными энергообменными устройствами, и для опре-

деления энергетических показателей номинального агрегата и его эксплуатационной надежности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. с. 1404110 (СССР), В 62 С 13/06. Трубно-шаровая мельница/В. С. Севостьянов, В. С. Богданов, Н. С. Богданов и др.//Открытия, Изобретения. — 1988. — № 23.
2. Сырьевые мельницы мокрого измельчения с внутренним рециклом материала/В. С. Севостьянов, С. И. Ханяк, Ю. Г. Редько и др.//Информ. ВНИИЭСМ. Сер. Цементная пром-сть. — М., 1988. Вып. 2.
3. Сырьевая мельница с лопастными сегментами/В. С. Севостьянов, В. С. Богданов, В. С. Платонов и др.//Цемент. 1989. № 6.
4. Неиспользуемые резервы тонкого измельчения сырьевых материалов в трубных мельницах/В. С. Севостьянов, В. С. Богданов, В. С. Платонов и др.//Цемент. 1990. № 1.

ного давления паров воды в сушащем воздухе можно фиксировать только один параметр — химический потенциал паров воды, при этом достаточно хорошо воспроизводить одинаковые условия сушки.

Первое положение справедливо для любых материалов, но для гипсобетонов оно приобретает особое значение, поскольку в составе его содержится большое количество воды, связанной в кристаллогидратах двуводного гипса, так называемой слабохимически связанной воды. Именно эта особенность гипсобетонов вынуждает измерять сухую массу при пониженных температурах, т. е. при меньших значениях химического потенциала водяного пара в сушащем воздухе.

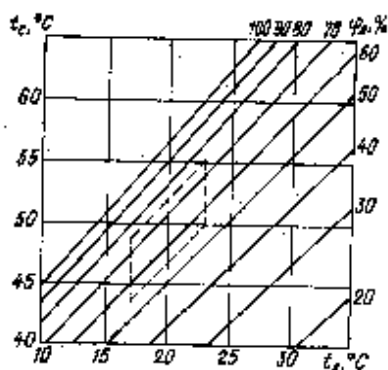
Справедливость второго положения вытекает из следующего. Прямые опыты по сушке гипсобетона при разных постоянных температурах показывают, что удаление кристаллогидратной воды двуводного гипса начинается при атмосферном давлении и температурах 90—95°C, что соответствует химическому потенциалу водяных паров в сушащем воздухе 0,5—0,55 кДж/г. Сушка же при 50°C (по ГОСТ 23789—79) не затрагивает кристаллогидратную воду, а приводит лишь к частичному удалению капиллярной воды. Для этих видов воды малая зависимость химического потенциала от температуры, такая описана ранее [1], подтверждена многочисленными экспериментами.

Учитывая сказанное, авторы предлагают проводить сушку гипсобетона до «сухой» массы при постоянном значении μ (а не при постоянной температуре, как это предписывает ГОСТ 23789—79). Температуру сушки в зависимости от температуры и влажности воздуха в лаборатории следует устанавливать по номограмме (рис. 1), которая отличается

массы гипсобетонов непосредственно не пригодны.

Авторы предлагают уточненный способ измерения сухой массы гипсобетонов. Он, как и рекомендованный ранее [1], базируется на двух основных положениях. Первое состоит в том, что удалить из материала всю воду, в том числе и гидратную, практически невозможно без его разрушения. Поэтому «сухой» массой приходится считать массу материала, высушенного в строго определенных условиях, т. е. до равновесия с окружающим воздухом при заданных температуре и парциальном давлении паров воды.

Второе положение заключается в следующем: вместо температуры и парциаль-



Номограмма для выбора температур сушки гипсобетона t_c в зависимости от температур t_x и относительной влажности ϕ_d в лаборатории

от номограммы, предложенной ранее [1] — при ее построении уровень химического потенциала воды в сушищем воздухе («уровень сушки») выбран другим.

Действительно, ГОСТ 23789—79 предусматривает сушку гипсобетона при температуре $50 \pm 5^\circ\text{C}$, при температуре и влажности воздуха в лаборатории соответственно $20 \pm 3^\circ\text{C}$ и $65 \pm 10\%$. При этих условиях химический потенциал паров воды μ в сушильном шкафу, рассчитанный по известной формуле

$$\mu = \frac{RT}{M} \ln \frac{1}{\varphi},$$

изменяется в пределах от 268 до 456 Дж/г, а средним значениям показателей, нормируемых ГОСТ 23789—79 (температура сушки 50°C , температура воздуха в лаборатории 20°C и его влажности 65%) соответствует $\mu = 310$ Дж/г. Это значение μ предлагается принять в качестве базового «уровня обезвоживания» для гипсобетона, чтобы получаемые результаты можно было сравнивать с результатами, установленными в соответствии с ГОСТ 23789—79.

Предлагаемая номограмма позволяет выбирать температуру сушки материала в зависимости от температуры и влажности воздуха в лаборатории таким образом, что значение μ для водяного пара в термостате всегда остается равным 310 Дж/г.

Параметры воздуха в лаборатории		Температура сушки, $^\circ\text{C}$		Масса пробы гипсобетона (над чертой г; под чертой, %)	
Температура, $^\circ\text{C}$	Влажность, %	По ГОСТ 23789—79	По предлагаемую способу	По ГОСТ 23789—79	По предлагаемую способу
24	76	50	57	84,34	83,54
				101,1	100,1
20	66	50	50	83,43	83,43
				100	100
17	58	50	46	82,75	83,2
				99,2	99,8

Пользование номограммой состоит в том, что выбирают наклонную прямую, соответствующую значению влажности воздуха в лаборатории, а затем на этой наклонной прямой выбирают точку, соответствующую температуре воздуха в лаборатории (по нижней горизонтальной оси). Координата выбранной точки на левой вертикальной оси дает значение температуры сушки, при которой в термостате достигается требуемое значение $\mu = 310$ Дж/г. На номограмме также ограничена область значений температуры сушки и температуры и влажности воздуха в лаборатории, допускаемая ГОСТ 23789—79.

В качестве примера показаны значения массы одной и той же пробы гипсобетона из строительного гипса Г-5, высушенного в разных условиях. (см. таблицу). Из данных таблицы видно, что предлагаемый авторами способ измерения сухой массы гипсобетона обеспечивает повышенную точности.

Уточненная методика измерения сухой массы гипсобетона не связана с усложнением аппаратуры, требуемой по действующим ГОСТам, и поэтому может быть рекомендована заводским лабораториям. Однако наиболее важно такое уточнение в научных исследованиях. Так, после сушки при температурах около 50°C в материале остается значительная часть адсорбированной воды. И хотя количество ее невелико (часто менее 2—3%), измерять его необходимо, так как именно эта вода существенно влияет на прочность и ползучесть материала.

Учитывая, что предлагаемая методика измерения сухой массы материала обеспечивает повышение его точности при одновременном расширении допускаемых условий в лаборатории и без усложнения аппаратуры, считаем целесообразным внести соответствующие коррективы при очередном пересмотре ГОСТ 23789—79.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Квасневский В. М. Измерение сухой массы строительных материалов // Строит. материалы. 1984. № 2.

ВНИМАНИЮ РУКОВОДИТЕЛЕЙ ПРЕДПРИЯТИЙ, ОБЪЕДИНЕНИЙ!

ВСЕСОЮЗНЫЙ ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АССОЦИАЦИИ «СОЮЗСТРОЙМАТЕРИАЛОВ»

РАЗРАБОТАЛ КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ ПО ПЕРЕВОДУ
ПРЕДПРИЯТИЙ, ОБЪЕДИНЕНИЙ НА АРЕНДУ,
А ИХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ — НА АРЕНДНЫЙ ПОДРЯД.

Заинтересованным организациям предлагаются:

- Договор аренды предприятия — цена 25 р.
- Устав арендного предприятия — цена 25 р.
- Рекомендации по анализу финансово-экономического положения и переводу предприятия (объединения) на аренду
- Положение о внутрихозяйственном арендном подряде — цена 85 р.

НА ДОГОВОРНЫХ ПЛАТНЫХ УСЛОВИЯХ ИНСТИТУТ
ВЫПОЛНЯЕТ МЕТОДИЧЕСКУЮ, ПРАКТИЧЕСКУЮ
ПОМОЩЬ ВО ВНЕДРЕНИИ АРЕНДЫ,
АРЕНДНОГО ПОДРЯДА И КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ.

Для приобретения всего комплекта или отдельных документов необходимо перечислить деньги на расчетный счет ВППК № 381704 в Промстройбанке банковского платёжного поручения и заказ направить по адресу: 140060, Московская обл., Люберецкий р-н, пос. Красково, ул. Школьная, 2, ВППК.

Из опыта строительства за рубежом

УДК 624.01.73.001.2(-87)

Б. П. СЕРКОВ, канд. техн. наук (ЦНИИПромзданий)

Зарубежный опыт применения полимерных материалов в светопрозрачных конструкциях

В зарубежном строительстве при устройстве заполнения световых проемов зданий и сооружений различного назначения получали широкое применение изделия на основе светопропускающих полимерных материалов. Хорошие оптические качества пластмасс, сочетающиеся с высокой ударной прочностью, теплоизолирующей способностью, технологичностью, позволяют создавать на их основе эффективные виды светопрозрачных конструкций, превосходящие по эксплуатационным качествам, индустриальности и экономичности аналогичные конструкции из силикатного стекла.

Среди используемых в строительстве светопропускающих пластмасс наибольшей известностью пользуются термопласты — полиметилметакрилаты, поливинилхлориды и их сополимеры, поликарбонаты, а также терморезистивные материалы — стеклопластики на основе ненасыщенных полиэфирных смол.

Полиметилметакрилаты (ПММА) являются продуктами полимеризации метилового эфира метакриловой кислоты. Выпускаются под названиями «плексиглас» (ФРГ, США), «перспекс» (Великобритания), «ведрил» (Италия) и др. Этим материалам при изготовлении светопрозрачных конструкций отдают предпочтение во многих западноевропейских странах [1].

Полиметилметакрилаты — это самые прозрачные полимеры для солнечного света, в том числе для коротковолнового. По сравнению с силикатным строительным стеклом они имеют более высокие значения спектральных коэффициентов на всем диапазоне видимого света. Благодаря стабильности структуры атмосферостойкость ПММА выше, чем других светопропускающих пластмасс.

Поливинилхлориды (ПВХ) являются продуктами полимеризации винилхлорида. Путем добавления в состав ПВХ — смол стабилизаторов, модификаторов, смазок и других ингредиентов получают

материалы, известные под названием «винилпласты», характеризующиеся высокой химической стойкостью, технологичностью переработки в изделия, самозатухаемостью.

Светопрозрачные конструкции из винилпластов [2] получили распространение в ряде стран Западной Европы (Великобритания, Бельгия и др.). Несмотря на большое разнообразие ассортимента выпускаемых иностранными фирмами полиметилметакрилатов и поливинилхлоридов основные показатели их физико-технических свойств находятся в диапазоне: плотность — 1,2—1,4 г/см³, предел прочности при растяжении 40—60 МПа, модуль упругости — 2300—3300 МПа, теплостойкость — 70—95°C, коэффициент светопропускания 85—92%. По атмосферостойкости винилпласты уступают полиметилметакрилатам, однако зарубежными фирмами ведутся работы в различных направлениях их стабилизации и повышения сопротивляемости атмосферным воздействиям [3].

Одним из направлений модификации поливинилхлорида для светопрозрачных конструкций является его сополимеризация с хлорированным полиэтиленом. Сополимер отличается повышенной ударной прочностью и атмосферостойкостью, однако характеризуется меньшим, по сравнению с гомополимером, светопропусканием (около 70%). Фирма «Хелст» (ФРГ), к примеру, выпускает такой материал под названием «Хосталит зет», используемый для изготовления листов и панелей [4].

Поликарбонаты (ПК) — это линейные полиэфирные угольной кислоты, получаемые межфазной поликонденсацией кристаллогидрата натриевой соли дифенилпропана с фосгеном. Ценными свойствами поликарбонатов являются высокие показатели светопропускания, ударной прочности, стойкости к температурным воздействиям, самозатухаемости. Однако по спектральным характеристикам в

ультрафиолетовом диапазоне и атмосферостойкости они уступают полиметилметакрилатам.

Достоинства поликарбонатов как материалов для остекления послужили причиной быстрого расширения их использования в строительстве. Годовой прирост мирового потребления поликарбонатов, известных под названиями «Макролон» (ФРГ), «Лексан» (Великобритания), «саилонд» (Япония), «снивет», «карболукс» (Италия) в 80-х годах составлял примерно 6%, что значительно превышало аналогичные показатели для других светопропускающих пластмасс [5].

Полиэфирные стеклопластики относятся к композиционным реактопластам, основными компонентами которых являются полимерное связующее (60—70%) и стекловолоконистый наполнитель (40—30%). Они отличаются диффузным характером светопропускания и имеют по сравнению с термопластами большую прочность и жесткость. Это позволяет использовать их для изготовления крупногабаритных тонкостенных светопропускающих элементов, совмещающих несущие и ограждающие функции. Производство высококачественных стеклопластиков освоено многими зарубежными фирмами, в том числе «Файлон Пластик Корпорейшен», «Робертсон» (США), «Скобалет Верк» (Австрия), «Исайт» (Италия) и др. Согласно рекламной информации, выпускаемые этими фирмами материалы имеют светопропускание до 90%, теплостойкость — до 140°C, предел прочности при растяжении — до 150 МПа, модуль упругости — до 6000 МПа при плотности — 1,4—1,5 г/см³.

Светопропускающие изделия из пластмасс в виде листов, куполов, секций, ребристых панелей, коробчатых элементов и т. д. в настоящее время находят широкое применение при устройстве заполнения проемов светлых фонарей, окон, солнечных энергетических установок производственных, общественных и жилых зданий, сплошных светопрозрачных ограждений сооружений различного назначения (теплиц, оранжерей, спортивных залов, бассейнов и т. д.), а также ограждений малых архитектурных форм (навесов, козырьков, навальонов и т. д.).

Наиболее простыми и распространенными видами светопропускающих изделий на основе полимеров являются плоские и профилированные листы, которые изготавливаются на высокопроизводительных технологических линиях. Плоские листы редко используют для остекления проемов, ввиду их большой деформативности. Для повышения несущей способности и жесткости им, как правило, придают наиболее целесообраз-

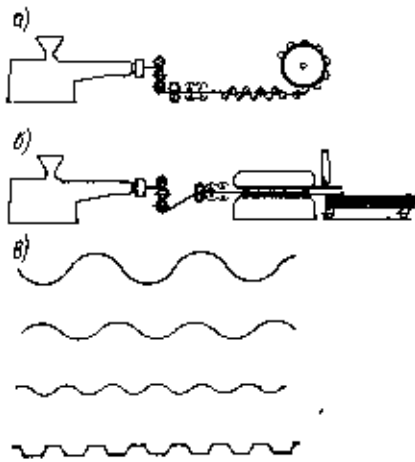


Рис. 1. Схематическое изображение технологических процессов изготовления листов с поперечным (а) и продольным (б) профилированием; примеры поперечных сечений волнистых листов (в) (материал — «хостаплет зе», ФРГ)

ную объемную конфигурацию путем профилирования или формования.

Профилированные листы, выпускаемые с продольным или поперечным расположением гофров (волн), чаще всего используют в виде светопропускающих вставок в стенах и покрытиях неотапливаемых зданий. Такие листы имеют поперечные сечения, соответствующие профилям асбестоцементных или металлических листов, используемых для устройства глухих участков ограждающих конструкций (рис. 1).

Волнистые и гофрированные листы из термопластов и стеклопластиков получили применение также при устройстве сплошных светопрозрачных ограждений. Так, японская фирма «Цуцунака» [6] поставляет для строительства теплиц (рис. 2) волнистые листы из поликарбоната «савалонд ПК». По данным фирмы,

ударная прочность таких листов немногим превосходит аналогичные показатели силикатного стекла и полиметилметакрилата. Листы можно устанавливать по деревянному или металлическому каркасу и крепить к нему с помощью винтов, крючков или клеммер. Листы используют также и для устройства светопрозрачных ограждений с криволинейным контуром.

При устройстве заполнения световых проемов зенитных фонарей отапливаемых зданий применяют изделия в виде куполов (рис. 3) и криволинейных секций, соединяемых в условиях строительной площадки в крупногабаритные конструкции — панели (рис. 4).

Купола и секции могут состоять как из одной оболочки (однослойные конструкции), так и из нескольких, соединенных между собой с образованием промежуточных воздушных прослоек (многослойные конструкции).

Для эксплуатации в условиях умеренного климата отдают предпочтение двухслойным светопропускающим элементам. В суровых климатических условиях применяют элементы с большим числом слоев. Финская фирма «Лохья», например, наряду с двухслойными выпускает трех- и четырехслойные купола, сопротивление теплопередаче которых в 1,3—1,5 раза выше, чем стеклопакетов [7, 8].

Используемые в строительстве купола имеют прямоугольное, квадратное или круглое в плане основание. Их площадь, как правило, не превышает 10 м². В особых случаях для объектов общественного назначения применяют большемерные (диаметром более 5 м) составные купола, собираемые на месте монтажа из изготовленных в заводских условиях секций.

С целью обеспечения необходимых гидроизоляционных качеств и предупреждения отложений снега светопропускающие элементы зенитных фонарей опирают на стаканы, возвышающие их над покрытием на 150—500 мм. Широкое распространение получили индустриальные конструкции трехслойных опорных стоек, паружные слои которых выполнены из стеклопластиков или фибропластов, а внутренние — из эффективных утеплителей — пенопластов, минеральной ваты и т. д. Такие стаканы выпускают, к примеру, западногерманские фирмы «Клаус Эссер» и «Ебершпрехер», поставляющие строительству зе-

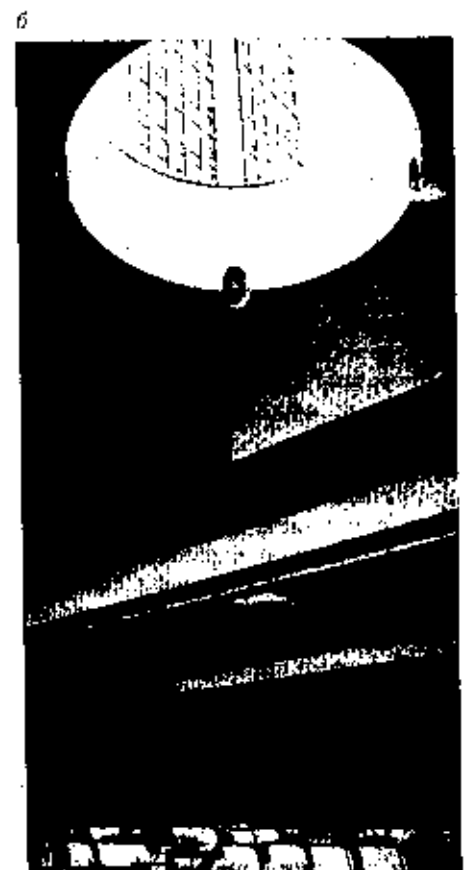


Рис. 2. Светопрозрачные ограждения теплиц из волнистых поликарбонатных листов «савалонд ПК»

Рис. 3. Общий вид покрытия (а) и интерьер помещения (б) с зенитными фонарями с куполами из полиметилметакрилата

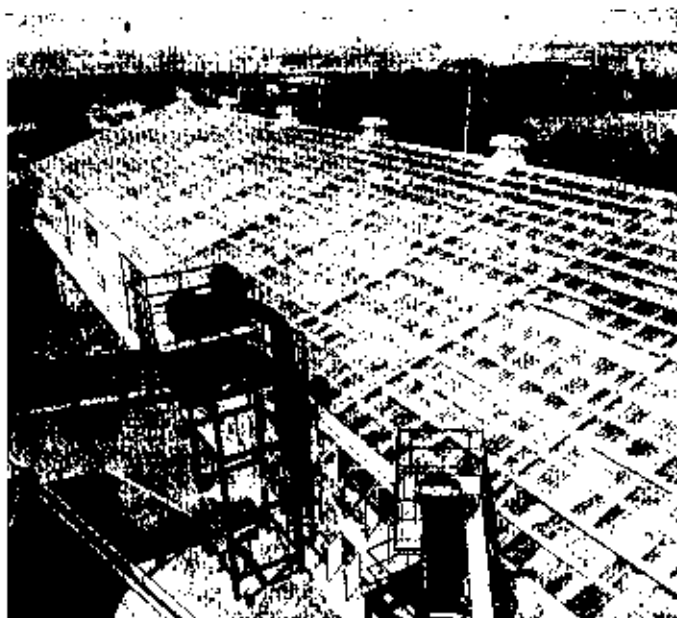




Рис. 4. Секционные зенитные фонари на покрытии производственного здания

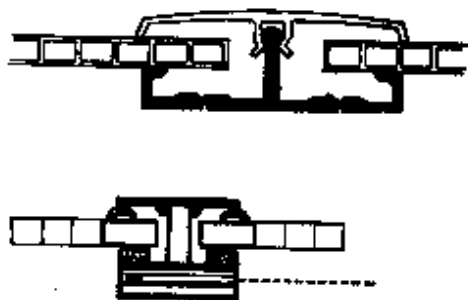


Рис. 6. Решения стыков ребристых панелей

нитные фонари полной заводской готовности, укомплектованные стаканами, куполами, уплотнительными прокладками, крепежными деталями и приборами открывания.

В последние годы в зарубежной практике все большее распространение получают двух- и трехслойные экструзионные ребристые панели из термопластов. Они состоят из тонких фреопальных обшивок, пространство между которыми разделено прозрачными ребрами, шаг которых равен или превышает расстояние между обшивками. Панели при небольшой толщине и материалоемкости значительно превосходят однослойные заполнения из силикатного стекла по теплозащитной способности.

Ребристые панели применяют при устройстве сплошных участков остекления зданий и сооружений, заполнения проемов зенитных фонарей и окон. Наибольший эффект от использования ребристых панелей достигается в теплицах [9, 10, 11]. Изготавливаемые из полиметилметакрилата и поликарбоната ребристые панели чаще всего имеют ширину до 1200 мм, высоту сечения — 16 мм, толщину перегородок — 1—1,5 мм. Панели обладают гибкостью, позволяющей крепить их к изогнутым опорам, а также придавать им форму свода.

Физико-технические качества поликарбоната и особенности технологии его экструдирования обуславливают возможность изготовления ребристых панелей с более тонкими (около 0,5 мм) перегородками, имеющих по сравнению с аналогичными панелями из ПММА на 30—40% меньшую массу.

В Западной Европе применяют также трехслойные ребристые панели с увеличенной (до 40 мм) высотой поперечного

сечения. Это позволяет повысить теплоизоляционные качества панелей и уменьшить их деформативность, что способствует сокращению энергозатрат при эксплуатации теплиц и расхода металла на их возведение.

По данным фирмы «Байер» (ФРГ), использование трехслойных панелей из поликарбоната позволяет снизить расход энергии на отопление на 60% и обеспечить защиту растений от ожогов. С применением ребристых экструзионных панелей построено большое число культурационных сооружений как с плоскими (рис. 5, б) так и со сводчатыми светопрозрачными ограждениями.

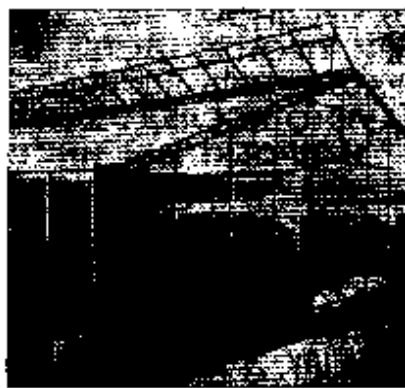


Рис. 5. Общий вид (а) и интерьер (б) теплицы прямоугольной конфигурации со светопрозрачными ограждениями из двухслойных ребристых панелей «двухслойное стекло» фирмы «Рив» (ФРГ)



Рис. 7. Витраж производственного здания, выполненный с использованием профилированных коробчатых элементов фирмы «Хелста» из материала «хосталит бет» (ФРГ)

Для устройства заполнения проемов зенитных фонарей и окон широко используют также экструзионные профилированные коробчатые элементы, отличающиеся от панелей меньшей шириной и большей высотой сечения, а также наличием фигурных кромок (гребней и пазов) для стыковки их между собой по боковым сторонам. Профилированные элементы изготавливают преимущественно из поливинилхлорида и сополимера поливинилхлорида с хлорированным полиэтиленом [11]. Их выпускают фирмы ФРГ, Австрии, Финляндии под названиями соответственно: «Оптилюкс», «Випак», «Еверлит». Высокая ударная прочность, светорассеивающие качества, удобство сборки и монтажа профилированных элементов определяют выбор именно их во многих случаях при устройстве окон (рис. 7) и зенитных фонарей промышленных и гражданских зданий, а также светопрозрачных ограждений сооружений различного назначения.

Для заполнения проемов солнечных энергетических установок — коллекторов применяют различные виды однослойных и двухслойных светопропускающих элементов, аналогичных используемым

в занятых фонарях и окнах зданий. Специфика эксплуатационных воздействий на такие заполнения — интенсивная солнечная радиация, повышенные температуры, динамические нагрузки и т. д. обуславливает использование для их изготовления в первую очередь стеклопластиков и поликарбонатов.

При оценке эффективности применения пластмасс в качестве материалов светопрозрачных конструкций важное значение имеют их долговечность и огнестойкость. Сравнительно небольшой (20—30 лет) срок эксплуатации светопрозрачных конструкций на основе полимеров в мировой практике еще не позволяет судить об их долговечности в зависимости от воздействующих климатических факторов. Однако зарубежные фирмы гарантируют срок службы без существенного изменения первоначальных свойств светопропускающих элементов из полиметилметакрилата не менее 20 лет, полиэфирных стеклопластиков — 10—20 лет, винилпласта — 5—10 лет.

Светопропускающие пластмассы относятся к сгораемым материалам. Но это не является препятствием для использования конструкций на их основе в стенах и покрытиях зданий при условии соблюдения существующих ограничений в отношении удельной площади и массы пластмассовых заполнений, разрывов между сгораемыми конструкциями и обеспечения необходимых противопожарных мероприятий.

Зарубежный опыт использования полимерных материалов в светопрозрачных конструкциях свидетельствует о том, что оно способствует повышению технического уровня строительства, созданию благоприятного микроклимата в помещениях, экономии топливно-энергетических ресурсов при эксплуатации зданий и сооружений, сокращению материальных и трудовых затрат на изготовление и монтаж конструкций.

В нашей стране эта область строительных материалов и конструкций — на основе светопропускающих полимеров находится пока в стадии научно-технических проработок и освоения их выпуска в основном из полиметилметакрилата. Ускоренное развитие отечественного производства светопрозрачных конструкций на основе полимеров с учетом мировых достижений — одно из важных условий улучшения качества строительства.

Список литературы

1. Проспект фирмы «Лохья Улипласт», 1989, Финляндия.
2. Kirby D. C. Transparente Oberdahlungen aus PVC-hart in Großbritannien.—Plasticconstruction, 1974, № 1. S. 7—10.
3. Акционерное общество «Соловей и Ко». Метод и оборудование для производства листов из ударопрочного ориентированного в двух направлениях ПВХ — Информ. бюллетень для Международной выставки «Химия-82».
4. Kunststoffe im Bau. 1986, № 2. S. 59.
5. Теплопластичи Апис. — Проспект фирмы «Анич» (Италия). 1983.
6. Sunloid PC corrugated panel. — Проспект фирмы «Тшисунака» (Япония). 1985.
7. Uniterm — фонари верхнего света, экономящие энергию. — Проспект фирмы «Zohja», Финляндия. 1984.
8. Uniplast — акриловые купола для фонарей верхнего света. — Проспект фирмы «Zohja», Финляндия. 1984.
9. Transparente Stegdoppelplatten als wärmedämmende Lichtlauelemente.—«Plasticconstruction», 1973, N 4. S. 173—177.
10. Buck M., Kolbe K. Deglas. Stegdoppelplatte 16 mm. Stegdreilachplatte 16 mm. — Проспект фирмы «Degussa». (ФРГ) 1988.
11. Проспект фирмы «Макроформ ИБХ». ФРГ (1988).

ВНИМАНИЮ

РУКОВОДИТЕЛЕЙ, ПРЕДСЕДАТЕЛЕЙ ПРОФСОЮЗНЫХ КОМИТЕТОВ И СОВЕТОВ ТРУДОВЫХ КОЛЛЕКТИВОВ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОЙИНДУСТРИИ!

ЕСЛИ ВЫ ХОТИТЕ ИЗБАВИТЬ СВОИХ РАБОЧИХ
ОТ ВРЕДНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ВИБРАЦИИ И ШУМА
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА,
ОБРАЩАЙТЕСЬ ВО ВСЕСОЮЗНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ, КОНСТРУКТОРСКИЙ
И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ СТРОЙИНДУСТРИИ
(ВНИПКИСТРОЙИНДУСТРИЯ).

В ИНСТИТУТЕ ВАМ ОКАЖУТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКУЮ
И ПРАКТИЧЕСКУЮ ПОМОЩЬ В РАЗРАБОТКЕ И ВНЕДРЕНИИ
БЕЗВИБРАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМОВАНИЯ
ОБЪЕМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕВАТОРОВ, БЛОКОВ КОМНАТ,
САНТЕХКАБИН, ЛИФТОВЫХ ШАХТ, ПОДЗЕМНЫХ
ПЕРЕХОДОВ, ТРУБ, А ТАКЖЕ ПАНЕЛЕЙ НАРУЖНЫХ СТЕН
ИЗ ПОРИЗОВАННЫХ ЛЕГКИХ БЕТОНОВ И ДЕТАЛЕЙ КРД
КАССЕТНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

НАШ АДРЕС: 350028, г. КРАСНОДАР,
УЛ. СТАРСКУБАНСКАЯ, 114,
ИНСТИТУТ ВНИПКИСТРОЙИНДУСТРИЯ.

ТЕЛЕФОНЫ: 33-19-97, 33-49-71, 33-49-00.

ТЕЛЕТАЙП: 211331 ОПЫТ

УДК 601.510(075.8)

Решать строительно-технологические задачи с помощью ЭВМ

В. А. Вознесенский, Т. В. Ляшенко, Б. Л. Огарко / Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ / Под ред. В. А. Вознесенского. — Киев: Выща школа, 1989, 328 с.

В связи с индустриализацией и интенсификацией строительства деятельность инженера больше, чем когда-либо ранее, должна опираться на широкое использование научных принципов, методов и способов формализации различных прикладных задач. Изданный в конце прошлого года учебник «Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ» содержит конкретные сведения по формализации материаловедческих и технологических задач, выбору методов их решения с использованием ЭВМ и в основном соответствует программе новой дисциплины «Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ», которые изучают студенты, обучающиеся специальности «Производство строительных изделий и конструкций».

Материал учебника изложен четко, доходчивым языком, с учетом уровня физико-математической подготовки студентов и круга задач, решаемых численными методами в отраслевой практике. Книга хорошо иллюстрирована как расчетными схемами, так и конкретными примерами, без которых пользование ей оказалось бы очень затруднительным. Важно, что большинство примеров увязаны с типовыми рецептурно-технологическими ситуациями, и что, кроме алгоритмов, приведены и блок-схемы их реализации на ЭВМ.

В первой главе учебника анализируется ряд простейших понятий и методов численных решений математических задач, на основе которых излагается основной его материал. Во второй — приведены примеры постановки различных задач оптимизации, а также общая их формализация. Рассматриваются методы безусловной и условной оптимизации, формулируется задача линейного программирования.

Элементом математической теории эксперимента посвящена третья глава.

В ней изложены методы построения экспериментально-статистических моделей с учетом знания студентами основных положений теории вероятности и математической статистики.

В четвертой главе читатель познакомится с принципами имитационного моделирования. Основное внимание здесь уделено универсальному численному методу решения математических задач — методу Монте-Карло.

В приложении изложены основные понятия линейной алгебры, аналитической геометрии и теории вероятностей.

Есть замечания по учебнику. Так, например, авторам во второй главе, где они касаются аналитических методов решения задач оптимизации, следовало бы сослаться на метод исследования функций классического анализа, как на наиболее известный студентам (из курса математического анализа)

метод решения несложных оптимизационных задач. Стоило бы более подробно остановиться на моделировании свойств смесей и рассмотреть пример исследования характеристик композиции от постановки задачи до интерпретации полученных результатов.

К сожалению, в решении транспортной задачи, как линейной оптимизационной модели (подраздел П. 7, пример П. 31) в табл. П. 28 есть ошибки (или опечатки), искажающие конечный результат и затрудняющие понимание сути метода.

Имеющиеся замечания не снижают практической и научной ценности учебника, хотя он и появился после введения нового учебного плана подготовки инженеров — технологов, строителей.

Учебник «Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ» полезен не только для обучения студентов всех строительных специальностей, но пригодится и специалистам — инженерам-технологам, так как в нем изложены и новейшие математические методы и примеры решения прикладных строительно-технологических задач.

В. Н. ПУНАГИН, д-р техн. наук,
В. К. ТИМОШЕНКО, канд. техн. наук

По страницам журналов

Чайковский Э. Организация ремонтных служб и проведение планово-предупредительных ремонтов в цементной промышленности на примере цементного завода «Верта» / Цемент-Вално-Гипс, т. XLIII/LVII, 1990, № 1—2.

Представлены принципы организации консервационно-ремонтных работ на цементном заводе «Верта», основанные на действующих технологиях. Обсуждены условия, обеспечивающие правильный ход ремонтов, в частности обязанности и взаимодействие отдельных подразделений цементного завода. Обсуждены также основные понятия, цели и методы проведения планово-предупредительных ремонтов. Приведены факторы, влияющие на износ оборудования и его отдельных частей, а также ремонтные нормативы, принятые в цементной промышленности. Более подробно обсуждены вопросы ремонта обо-

рудования для помола сырья, угля, цемента и извести, а также для обжига цементного клинкера.

Вечорек Г., Кубица С. Жидкая фаза в порках затвердевшего цементного теста с различным содержанием CaCl_2 : расчет коэффициентов активности / Цемент-Вално-Гипс, т. XLIII/LVII, 1990, № 1—2.

Проверена возможность расчета коэффициентов активности ионов с помощью классических уравнений Дебая-Хюккеля-Бронстеда в жидкой фазе теста. Установлено, что в случае добавки хлорида кальция к цементу, он влияет на коэффициенты активности. По этой причине невозможно получить достаточно точных расчетов по указанным уравнениям. Авторы предлагают эмпирическое уравнение, позволяющее проводить расчеты с необходимой степенью точности.

ВНИМАНИЮ ОРГАНИЗАЦИЙ, ПРЕДПРИЯТИЙ, КООПЕРАТИВОВ

Если Вы хотите расширить перечень услуг населению, организовать участок по изготовлению товаров народного потребления или пополнить номенклатуру выпускаемой продукции на таком участке, Вас заинтересует книга «Интерьер балкона», которую готовит к изданию в 1990 г. Стройиздат.

Автор книги В. С. Скрипалов, последователь известных педагогов Б. П. и Л. А. Никитиных продолжает тему ставших популярными его предыдущих изданий «Стадион в квартире», «Наш семейный стадион», «И снова холод полюбить».

В новой книге предлагается использование балконов и лоджий как части нашего жилища: сезонный холодильник, спальня на свежем воздухе, место закаливания детей и взрослых. На страницах книги приводится интересный мате-

риал о том, что даже городской, неидеальный воздух ценен двумя особенностями: наличием отрицательных ионов и прохладой на протяжении трех сезонов года. Оригинальные методики закаливания, воспитание здорового образа жизни из личного опыта делают книгу необходимой каждой семье. Удачный интерьер балкона может стать средством психологической перестройки и аутогенной тренировки людей. Эта книга сочетает использование балкона и тщательное конструирование. В ней даны архитектурные решения с переменной планировкой, конструкции и схемы расположения на балконах мини-мастерской, сезонного овощехранилища, подсобки, навесных столиков и сидений, несколько вариантов кроватей. Более 96 цветных и тоновых рисунков, схем, чертежей, конструкций дополняют текст.

Для широкого читателя книга-проект будет хорошим подарком. По представленным в ней эскизному проекту и дизайн-проекту семьи могут изготовить, а строительные предприятия и кооперативы организовать производство балконных новинок.

Высылается наложенным платежом.

Просим своевременно заказывать эту книгу, тираж которой будет установлен с учетом Вашего заказа и с гарантией его выполнения. Цена книги 5 р.

*Заказы направлять по адресу:
101442, Москва,
ул. Калезевская, 23а.
Стройиздат, редакция
маркетинга.
Индивидуальные заказы
оформлять на почтовых
открытках.*

Рефераты опубликованных статей

УДК 666.654.3.01

Погорелов А. В., Теплова Л. А. Об интенсификации инженерного труда в условиях экономической реформы // Строит. материалы. 1990. № 8. С. 2—3.

Изложены результаты исследования возможности интенсификации инженерного труда, выявлены внутрипроизводственные резервы, определены организационно-экономические пути их реализации. Рассмотрены вопросы совершенствования методики определения трудоемкости управления. Выявлены современные теории трудовой мотивации. Показана возможность применения автоматизированных информационных систем, «систем поддержки решений», а также средств вычислительной техники для моделирования задач экономики и управления на современном этапе научно-технического прогресса. Библи. 5.

УДК 666.3.041.64

Система сжигания жидкого топлива в кольцевой печи со съёмным съёмом / В. И. Явулис, Э. И. Милухас, А. Т. Шакинявас, Ч. А. Валулявичюс // Строит. материалы. 1990. № 8. С. 5—6.

Приведен опыт обжига кирпича в кольцевых печах со съёмным съёмом с привлекением передвижной системы сжигания жидкого топлива (жидута). Представлены особенности процесса обжига, основные технические данные печей и топливоподающих агрегатов. Приведены результаты производственных испытаний агрегатов. Ил. 2, библи. 4.

УДК 66.047.3.63.066.666.71/72

Система автоматического управления режимом сушки в многозонных сушильных агрегатах непрерывного действия / А. А. Бузов, В. А. Шаддани, Т. П. Левова, А. А. Полтавцев // Строит. материалы. 1990. № 8. С. 7—8.

Приведено решение задачи расчета автоматизированной системы управления режимом сушки керамических стеновых материалов в многозонных сушильных агрегатах непрерывного действия и информация об использовании разработанной системы. Ил. 5, библи. 2.

УДК 621.743.43.002.237

Крупя А. А., Ивашова Е. Г., Давыденко Б. М. Оптимизация формовочных свойств керамических масс для получения крупноразмерных изделий // Строит. материалы. 1990. № 8. С. 9—10.

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния минералогического состава сырья на пластическую прочность сырьевых пределов прочности при сжатии после сушки и обжига изделий. Предложены составы масс на основе породообразующих глинистых жидкостей, обеспечивающие бездефектное формование крупноразмерных керамических изделий. Ил. 3.

УДК 621.926.2—261.004.68

Гордиенко В. И., Шумилов А. А., Каленко М. В. Методы повышения срока службы роторных дробилок угля // Строит. материалы. 1990. № 8. С. 12—13.

Исследованы условия изнашивания и характер разрушения бил дробилок типа ДБ-10512. Разработана технология износостойкой наплавки рабочих органов размолов, мельниц и на основании опытно-промышленных испытаний предложены стандартные и опытные сплавы для их зачекки. Исследование характера разрушения бил дробилок позволило выработать рекомендации по увеличению ресурса наплавленного слоя. Установлено, что примененные износостойкие материалы, позволяющие получить в наплавленном металле высокое содержание боридной и карбидной упрочняющей фазы, приводят к увеличению срока службы дробилок не менее чем в восемь раз. Ил. 3, табл. 1.

УДК 666.961.002.51

Бриков А. И. Новый подход в совершенствовании кругосеточных машин абестоцементного производства // Строит. материалы. 1990. № 8. С. 16—18.

Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса фильтрации в технологии абестоцементных изделий. Показано, что увеличение скорости образования слоя абестоцементной является более точной математической моделью процесса фильтрации, чем уравнение скорости фильтрации. Разработана новая концепция повышения производительности формовочных машин и методика расчета параметров процесса фильтрации проектируемых машин. Табл. 1, библи. 10.

УДК 666.621.926/927.001.24

Исследование кинематических параметров формовочных лопастных энергообменных устройств / В. С. Селестяинов, В. С. Богданов, Ю. М. Смолянов, С. И. Хижин // Строит. материалы. 1990. № 8. С. 19—21.

Приведены результаты промышленной эксплуатации мельниц, оснащенных лопастными энергообменными устройствами. Показана техническая целесообразность их использования. Исследованы кинематические параметры холщницы на площадке контакта энергообменного устройства с мелющей загрузкой. Определено ее числовое значение для мельницы диаметром 4 м, длиной 13,5 м. Обозначена практическая значимость выполненных расчетов. Ил. 3, библи. 4.

Pogorelov A. V., Teplova L. A. On intensification of engineering labour under the conditions of economic reform in order to speed up economic reform
Janulis V. I., Miljukas E. I., Shakmanas A. T., Valjukavichjus Ch. A. The system of burning liquid fuel in a ring kiln with removable cupola
Kurnykov A. P., Tolstikova N. S. Utilization of heat of rotary kiln
Buzov A. A., Shvadchin V. A., Leonova T. P., Poltavtsev A. A. The system of automatic control of drying conditions in continuous-action drying plants
Krupa A. A., Ivanova E. G., Datsenko B. M. Optimization of moulding properties of ceramic compounds for production of large-size products
Mishulin B. V., Zhuravilov V. P., Kuznetsov V. G., Ilchenko S. V., Snelnikov O. B. Prevention of sticking of powder-type dolomites to metal bin walls
Gordienko V. N., Shumilov A. A., Kalendo M. V. Methods of increasing the life of rotary coal crushers
Nanazashvili V. I. Use of low water demand binder for mosaic tile production
Birjukov A. I. New approach to the improvement of round-sieve machines for asbestos cement production
Sevostjanov V. S., Bogdanov V. S., Smoljanov Ju. M., Khanin S. I. Investigation of kinematic parameters of the mills provided with blade-type energy exchanging devices
Kazansky V. M., Tarasevich V. I., Gassan Ju. G. Measuring dry mass of gypsum concretes
Serkov B. P. Foreign experience of using polymeric material in translucent structures

Pogorelov A. W., Teplova L. A. Intensivierung der Ingenieurarbeit unter den Bedingungen der ökonomischen Reform
Zur Beschleunigung der ökonomischen Reform
Janulis W. I., Miljukas E. I., Shakmanas A. T., Valjukavitschjus Tsch. A. Verbrennung des flüssigen Brennstoffes im Ringofen mit abnehmbaren Gewölbe
Kurnykov A. P., Tolstikova N. S. Wärmeverwertung des Drehofens
Busow A. A., Schwadtschin W. A., Leonova T. P., Poltavtsev A. A. Automatische Regelung der Trocknung in kontinuierlichen Trockenaggregaten
Krupa A. A., Ivanova E. G. Optimierung der Formgebungseigenschaften von keramischen Massen zur Herstellung von grossformatigen Ofen
Mischulin B. W., Shuravilov W. P., Kuznezov W. G., Iltschenko S. W., Snelnikov O. B. Verbeugung des Festklebens von mehrlartigen Dolomiten zu den metallischen Bunkerwänden
Gordienko V. N., Shumilov A. A., Kalendo M. W. Die Methoden der Erhöhung der Lebensdauer von Kohltrommelbrechern
Nanazashvili W. I. Anwendung von Bindemitteln mit niedrigen Wasserbedarf zur Herstellung von Mosaikplatten
Birjukov A. I. Neue Methode der Verbesserung von Rundsiebmaschinen für Asbestzementherstellung
Sevostjanov W. S., Bogdanov W. S., Smoljanov Ju. M., Khanin S. I. Untersuchung der kinematischen Parameter der mit den Flügelvorrichtungen ausgerüsteten Mühlen
Kazanskij W. M., Tarasevitsch W. I., Gassan Ju. G. Messung der Trockenmasse von Gipsetonen
Serkov B. P. Ausländische Erfahrung der Anwendung von Polymerisationsmitteln in lichtdurchlässigen Konstruktionen

Pogorelov A. V., Teplova L. A. Sur l'intensification du travail d'ingénieur dans les conditions de la réforme économique
Pour accélérer la réforme économique
Janoulis V. I., Milukas E. I., Chakmanas A. T., Valukavitchus Tch. A. Le système de combustion du combustible liquide dans le four circulaire à voûte mobile
Kournykov A. P., Tolstikova N. S. L'utilisation de la chaleur d'un four tournant
Bousov A. A., Chvadtschine V. A., Leonova T. P., Poltavtsev A. A. Le système de commande automatique du régime de séchage dans les séchoirs continus à plusieurs zones
Kroupa A. A., Ivanova E. G., Datsenko B. M. L'optimisation des propriétés de formage des masses céramiques pour la fabrication des produits de grandes dimensions
Michouiline B. V., Jouravlev V. P., Kouznetsov V. G., Ilchenko S. V., Snelnikov O. B. Comment éviter d'adhésion des dolomites farineuses aux parois métalliques des silos
Gordienko V. N., Choumilov A. A., Kalendo M. V. Comment augmenter la longévité des concasseurs à rotor pour le charbon
Nanazashvili V. I. L'utilisation des liants à faible quantité d'eau dans la production des dalles à mosaïque
Birukov A. I. La nouvelle conception des machines à forme ronde pour la production de l'amiante ciment
Sevostianov V. S., Bogdasov V. S., Smoljanov Y. M., Khanine S. I. L'étude des paramètres cinématiques des broyeurs munis de dispositifs d'échange d'énergie à palettes
Kazanski V. M., Tarasevitch V. I., Gassan Y. G. Le mesure de la masse sèche des bétons de plâtre
Serkov B. P. L'utilisation des matériaux polymères dans structures transparentes (expérience étrangère)

Редакционная коллегия:

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

Оформление обложки художника
В. А. Андреева

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

Сдано в набор 20.06.90.
Подписано в печать 28.07.90.
Формат 60×90¹/₁₆. Бумага кн.-журналная
Печать双色 Усл. печ. л. 4,0
Усл. кр.-отт. 8,0 Уч.-изд. л. 5,86.
Тираж 16.078 экз. Зах. 439. Цена 60 к.

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

Подольский филиал ЦО «Периодика»
Государственного комитета СССР по печати
142110, г. Подольск, ул. Кирова, д. 25