

## Содержание

### К ФОРМИРОВАНИЮ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ

- ГРИЗАК Ю. С. Технический уровень и основные направления развития  
асбестоцементной промышленности ..... 2
- ПРОУРЗИН И. С. В интересах защиты прав потребителей  
(Некоторые итоги лицензирования строительной деятельности) ..... 5

### ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ

- ТАРАСЕВИЧ Б. П. Оптимальные варианты производства кирпича  
(Моделирование схемы жесткого формования) ..... 7
- ФЕДНЕР Л. А., САВОСТЬЯНОВ В. П., СУХАНОВ М. А. Использование отходов  
химической промышленности и теплоэнергетического комплекса для производства цемента ... 12
- ДЕМИДОВ С. В., ГРЫЗЛОВ В. С. Экспресс-метод оценки зернового состава заполнителя. .... 14
- ШЛЕГЕЛЬ И. Ф., БОБРОВ А. П., ШАЕВИЧ Г. Я., МАТВЕЕВ А. И., ШЛЕГЕЛЬ Ф. И. Новый  
пресс для керамической плитки. .... 15

### МАТЕРИАЛЫ

- ГЕДЕОНОВ Л. П., ЮДИНА Л. В. Золоминеральные композиции на основе отходов  
топливной промышленности для дорожного строительства ..... 16
- ТИХОМИРОВ А. П., ЗАДАЧИН Ф. Д. Вяжущие вещества из отходов  
сталеплавильного производства ..... 19
- ХВОСТЕНКОВ С. И. О теплотехнических характеристиках материалов ..... 20
- КЕЙДИЯ Г. Ш., ВЕЛИЕВ А. Х., ДЖАФАРОВ С. М., ЕРЕМЕНКО Е. М.,  
ЗЕЛЕНЕВ Ю. В. Улучшение свойств полимерных строительных материалов  
конструкционного и декоративного назначения ..... 21
- ЕЛФИМОВ А. И. Асбестоцементные трубы для питьевого водоснабжения ..... 23

### КАДРЫ ДЛЯ ОТРАСЛИ

- РУМЯНЦЕВ Б. М., ФЕРРОНСКАЯ А. В. 50 лет — школе технологов ..... 24
- Ученый, педагог, наставник ..... 27

## К ФОРМИРОВАНИЮ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ

*Настоящая статья является изложением доклада, с которым ее автор выступил в ноябре 1993 г. в г. Пекине на симпозиуме, организованном фирмой «Фойт» (Австрия), НПО «Асбестоцемент» (Россия) и Академией строительных материалов (КНР). В результате встречи, проведенной в интересах развития международного сотрудничества, намечено создание совместного предприятия по экспериментированию и производству партий экструзионных изделий на заводе цементных труб в г. Нанкине (КНР).*

Ю. С. ГРИЗАК, генеральный директор НПО «Асбестоцемент»

### Технический уровень и основные направления развития асбестоцементной промышленности

В наши дни все основные показатели капитального строительства — сроки возведения зданий и сооружений, степень индустриализации строительно-монтажных работ, их трудоемкость, стоимость, качество — в решающей мере определяются эффективностью применяемых материалов, изделий и конструкций заводского изготовления. Поэтому все больше и больше возрастают требования к промышленности строительных материалов, к свойствам, экономичности и архитектурным достоинствам продукции ее предприятий.

Асбестоцементная промышленность выпускает обширный ассортимент изделий: кровельный шифер, конструкционные листы — волнистые и плоские, плитки для облицовки и отделки зданий, комплектующие детали, трубы различного назначения и многое другое.

Асбестоцементная промышленность России в настоящее время насчитывает 23 предприятия, из которых 12 производят листовые материалы и трубы, 10 — только листы шифера и 1 — трубы. Раньше это были государственные заводы и комбинаты в системе централизованного управления. Теперь часть из них приватизирована трудовыми коллективами.

На предприятиях отрасли действуют 133 шиферных технологических линий и 35 — трубных. Структура производства листовых изделий характеризуется такими цифрами: приходится на долю кровельных волнистых листов — 77%, конструктивных листов — 15%, плоских, предназначенных для строительства сельских производственных зданий, изготовления панелей, перегородок и других конструктивных элементов, а также

наружной и внутренней облицовки зданий — 8%.

Созданию и динамичному росту асбестоцементной промышленности способствовал ряд факторов.

Асбестоцемент популярен как очень экономичный материал, обладающий универсальными качествами, благодаря чему он находит широкое применение во всех областях строительства, особенно жилищного, сельскохозяйственного, социально-бытового. Известны многие его ценные свойства: долговечность, огне- и биостойкость, устойчивость к атмосферным, химическим воздействиям и др.

Производство асбестоцемента имеет прочную сырьевую базу. Это — крупные месторождения асбестовых руд и горнообогатительные комбинаты на Урале и Востоке страны, а также развитое практически во всех регионах производство цемента.

Достаточно проверенная и надежная, сравнительно не сложная и не связанная с большими затратами труда технология (имеется в виду известный способ Гатчека), позволяет получать на круглосеточных машинах многие виды листовых кровельных и других изделий.

В предыдущие годы накоплен научно-технический потенциал как результат широко проводимых в течение ряда лет исследований и опытно-конструкторских, а также проектно-исследовательских работ по выбору оптимальных рецептур сырьевых компонентов, совершенствованию технологических режимов, модернизации действующего и созданию вместе с машиностроителями нового оборудования.

Этими проблемами занимается Научно-производственное объединение, образованное на базе созданного

в первые послевоенные годы специализированного института цементно-волоконных строительных материалов — ВНИИпроектасбестоцемент.

В состав объединения входят: головной научно-исследовательский институт с филиалом в г. Красноярске, инженерно-технический центр по композиционным цементно-волоконным материалам, в том числе безасбестовым, проектно-конструкторское бюро и опытно-производственное предприятие.

Научные подразделения института специализированы по производственному признаку — изготовлению листовых материалов, труб, конструкций и профилей, производимых экструзионным способом, декоративных изделий и др. Вместе с конструкторско-экспериментальным отделом они ведут работы по модернизации оборудования и совершенствованию технологических процессов с участием архитекторов и строителей, разрабатывающих изделия новых видов и типоразмеров.

В инженерно-техническом центре работают специалисты, занимающиеся физико-механическими испытаниями новых изделий, изучением свойств разных волокон и выбором рациональных рецептур для композиционных материалов, а также техническим нормированием, патентно-лицензионной работой, информацией, анализом экономики промышленности.

Проектно-конструкторское бюро обеспечивает отрасль технической документацией для строительства, расширения и реконструкции предприятий, а также всеми необходимыми проектными решениями по установке и модернизации оборудования, по осуществлению разных новшеств в организации и технике

производства, предлагаемых для внедрения в промышленность.

Опытно-производственное предприятие НПО имеет техническую оснащенность, аналогичную условиям промышленных предприятий, благодаря чему может выполнять большой объем работ по созданию объектов новой техники, выпуску крупных партий эффективных изделий для непосредственного применения на стройках. Предприятие не только реализует инженерно-конструкторские разработки объединения, но и изготавливает отдельные виды технологического оборудования и оснастки.

Таким образом, НПО располагает возможностями для всестороннего воздействия на развитие отрасли с учетом возрастающих требований к ассортименту и качеству продукции, к технико-экономическим показателям работы предприятий в условиях перехода к рыночным отношениям, когда на первый план выдвигаются проблемы конкурентоспособности продукции.

Основным видом продукции асбестоцементной промышленности были и остаются волнистые листовые изделия (около 80% общего объема производства). Шифер, как кровельный материал, не имеет себе равных по экономичности, удобству применения в строительстве и эксплуатационным характеристикам. Покрытия из него составляют 82—85% всех кровель малоэтажных домов.

Нельзя не сказать о том, что в прошлые годы резко сократился выпуск мелкогабаритного шифера, который в больших количествах требуется широкому рынку для удовлетворения спроса сельского строительства и ремонтно-бытовых нужд населения. Сейчас усиленно ведутся работы по созданию оборудования для этой цели. Планируется создание силами НПО полного комплекта документации для строительства малых предприятий производительностью 15—20 млн. плиток шифера в год. Такие предприятия уже построены и строятся в ряде районов России.

Наряду с совершенствованием техники и технологии, освоением новых видов листового асбестоцемента для жилищного, всех сфер социально-культурного и бытового строительства, проведен большой цикл исследований, закончившихся недавно оригинальными инженерными разработками по организации производства крупногабаритных конструктивных листов оптимального профиля для покрытия промышленных зданий, производственных объектов сельского хозяйства, автостоянок, укрытий для техники, складских помещений.

Совместно со специалистами ин-

ститута строительных конструкций создан тип листов ВК профиля 135/350 размером 3300×1220×10 мм, выдерживающих высокие несущие нагрузки и пригодных для применения в любых климатических зонах. Изготовлено и прошло испытание экспериментальное оборудование для изготовления таких листов. Использование их обеспечивает безопасную эксплуатацию кровель и дает значительную экономию за счет увеличения пролетов перекрытия несущих конструкций зданий, намного сокращает затраты труда на стройках.

Длительное время у нас не решалась проблема массового производства окрашенного шифера. В большинстве стран, где выпускается только шифер, для этой цели используются акриловые краски, которыми наша промышленность не располагает в достаточном количестве. В связи с этим проведены изыскания по подбору составов и режимов нанесения на листы, предназначенные для широкого потребления, устойчивых и вполне доступных декоративно-защитных покрытий разных цветов на основе жидкого стекла. Создано необходимое для этой цели компактное оборудование в виде поточных линий, которые могут быть изготовлены и пущены на действующих заводах.

Серьезное внимание уделяется повышению и стабилизации физико-химических свойств асбестоцемента путем обеспечения тщательной распушки волокон, подготовки однородных суспензий, усовершенствования основных узлов листоформовочных машин, в частности, прессовой и вакуумной систем, установки дополнительного (4-го) цилиндра, что, кстати, увеличивает на 15—18% выход готовой продукции. Все это проверено, подтверждено в заводских условиях и дало существенные результаты. Институтом разработан специальный комплекс оборудования нового заводского типа в виде модуля с четырьмя смонтированными агрегатами (бегунов и гидропушителя нового типа, турбомесителя и дозатора). Такие модули значительно повышают технический уровень предприятия, культуру производства и надежность всего технологического процесса.

Многообещающим направлением в технологии асбестоцемента является внедрение экструзионного способа изделий и конструкций, применение которых в большой мере способствует решению коренных задач технического прогресса, снижению массы зданий и сооружений, средств и затрат труда на их возведение, повышению теплозащитных свойств.

Преимущества экструзионной технологии состоят в том, что с

использованием низких сортов асбеста можно на одном и том же оборудовании — шнековом прессе — путем смены оснастки (формующих мундштуков) выпускать изделия самой широкой номенклатуры, причем большой длины и сложной конфигурации поперечного сечения, таких как многослойные стеновые панели, перегородки, швеллеры, декоративные плиты, подоконные доски, наличники, водоотливы, любые погонажные изделия, блоки для прокладки кабельной коммуникации, элементы несъемной опалубки и т. п. Конструкторами и технологами НПО «Асбестоцемент» разработана вся техническая документация на универсальный комплекс по выпуску таких изделий производительностью 600 тыс. м<sup>2</sup> в год, что позволяет обеспечить потребность любого региона в долговечных конструкциях и деталях для строительства при немалой экономии цемента, металла и снижении трудоемкости работ.

В асбестоцементной промышленности имеется крупное трубное производство. Продукция его составляет 10—12% баланса всех труб, потребляемых в стране. Экономические расчеты показывают, что наибольший эффект в производстве и строительстве дает выпуск асбестоцементных труб диаметром 100—500 мм. Именно такие трубы, заменяющие стальные для транспортировки разных жидкостей в трубопроводных системах напорностью до 15 атм и выше, производятся преимущественно предприятиями отрасли.

В связи с резким сокращением объемов работ по мелиорации в сельском хозяйстве, где потреблялось около половины всего выпуска асбестоцементных труб, очень важное значение приобрел вопрос о расширении областей их применения. Настойчиво ведутся работы по выпуску труб для теплоснабжения, газификации, прокладки сетей связи и др. Сейчас проводятся испытания труб, изготовленных для использования в качестве опор линий электропередачи в районах Крайнего Севера.

Самое серьезное внимание уделяет НПО решению экологических проблем. Многие предприятия по нашим рекомендациям перешли на замкнутый цикл использования технологической воды. Внедрена система возврата мокрых (сырых) отходов из рекуператоров в производство. Сконструированы установки по восстановлению токсичной шестивалентной окиси хрома в нетоксичную трехвалентную форму с добавлением железного купороса; вместе с цементниками принимаются меры к поставке нашим предприятиям бес-

хромового вяжущего, а также по использованию сточных вод асбестоцементного производства для приготовления шлама на расположенных поблизости цементных заводах. Устанавливаются более эффективные обеспыливающие устройства (рукавные фильтры, мультициклоны и др.), реконструируются приточно-вытяжные вентиляционные системы, чтобы довести концентрации пылевидных частиц до принятых санитарных норм. На многих заводах организована переработка и возвращение в производство для использования в сырьевой смеси твердых отходов механической обработки изделий.

Ученые и специалисты знают, что с недавних пор появились разного рода суждения, как правило, тенденциозные о, якобы, небезопасности или даже вредности применения в строительстве асбестоцементных материалов.

Строительные асбестоцементные изделия представляют собой ничто иное как прочный камень, в котором волокна асбеста монолитно связаны с цементным и не могут в нормальных условиях служить источником вредности асбестовой пыли. Этого не отрицают даже серьезные специалисты в США, откуда начались в 50-е годы «атаки» на асбест.

Стало быть, нет оснований противопоставлять асбестоцемент каким-либо другим цементно-волокнистым материалам. Вместе с тем, положение дел на мировом рынке не позволяет ослаблять внимание к развитию про-

изводства новых композиционных материалов, в том числе безасбестовых, с учетом максимального использования действующего оборудования предприятий асбестоцементной промышленности.

Именно в этом направлении НПО «Асбестоцемент» по утвержденной государственной научно-технической программе провело широкомасштабные работы по изучению разных волокон (природного происхождения и искусственных) с целью выявления технологических возможностей организации производства с их применением эффективных цементно-волокнистых изделий.

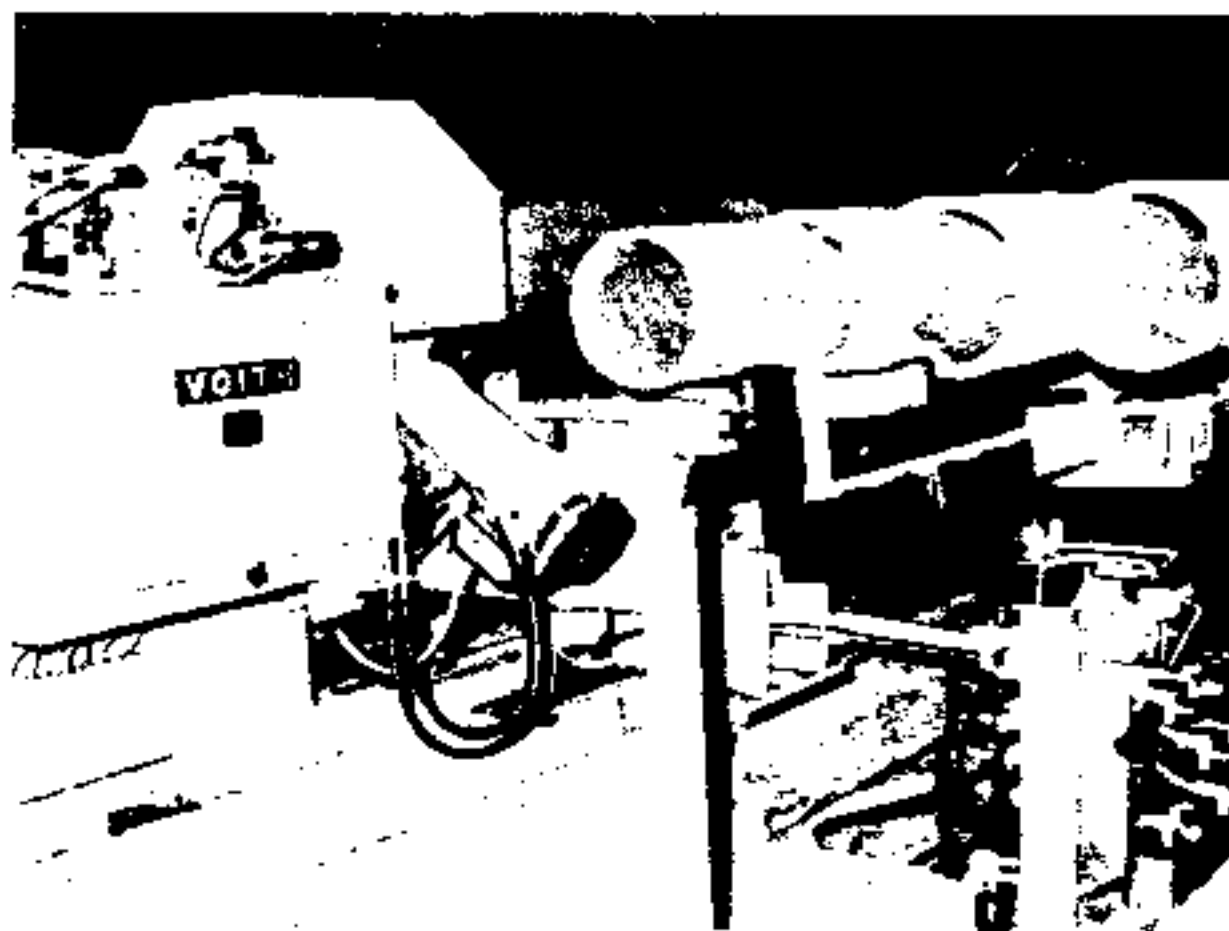
Глубокие исследования этих проблем и мировой практики использования различных волокнистых веществ подтвердили, что полноценного заменителя природного асбеста, обладающего ценнейшими свойствами, не существует. Выпускать надежные, качественные изделия можно только на основе смеси волокон, причем чаще всего путем использования химических добавок.

С привлечением работников многих специализированных институтов и организаций были разработаны рецептуры, технологические режимы и осуществлены полупромышленные выпуски опытных партий листовых материалов из композиций разных волокон. Они показали возможность организации производства новых волокнистых материалов на имеющемся оборудовании.

Разработаны соответствующие регламенты по технологии и проек-

тная документация. Все это отнюдь не противопоставляется общепринятому способу производства асбестоцементных изделий. Наоборот, возможности его расширяются. Предприятия смогут на мощностях, которые они имеют, выпускать современные волокнистые материалы (типа фиброцементных) с использованием заменителей асбеста (полным или частичным), применяя смеси доступных армирующих волокон. Это дает возможность значительно расширить ассортимент продукции для внутреннего потребления и экспорта без крупных инвестиций в создание новых производственных мощностей.

Асбестоцементная промышленность испытывает в настоящее время немалые трудности, вызванные продолжающимся кризисом в экономике страны. За 1990—1992 гг. выпуск шифера снизился почти на 10%, надо сказать, что это гораздо меньше, чем падение производства других строительных материалов (на пример, цемента — уменьшение на 27—28%), металла, древесины, энергетических ресурсов. Мы убеждены, что курс, взятый на приоритетное развитие жилищного и гражданского строительства, переустройства сельского хозяйства несомненно вскоре повысит спрос на материалы для малоэтажного строительства. Поэтому отрасль выйдет из кризиса, начнет наращивать производство шифера и других изделий нужных стран и населению.



*В асбестоцементной промышленности накоплен значительный опыт эксплуатации оборудования фирмы «Фойт». На предприятиях установлено 25 технологических линий по выпуску листов и труб. Главная отличительная особенность оборудования фирмы — сочетание современного технического уровня и простота эксплуатации. Его высокая надежность позволяет длительное время работать без снижения качества выпускаемых изделий, в ряде случаев даже улучшать физико-технические показатели продукции.*

На снимке: автомат фирмы «Фойт» для проточки асбестоцементных труб.

## В интересах защиты прав потребителей

(Некоторые итоги лицензирования строительной деятельности)

Два года назад Совет Министров РСФСР принял постановление «О введении государственного лицензирования строительной деятельности на территории РСФСР». Это постановление принято с целью защиты прав и интересов потребителей строительной продукции.

К строительной деятельности, подлежащей лицензированию, относятся: выполнение проектных и строительно-монтажных работ, инженерных изысканий, производство строительных материалов, изделий и конструкций и в последнее время, в порядке накопления практического опыта, отнесены инженеринговые услуги, например, организация выставок, торгов, обучение кадров.

Всю организационную работу по лицензированию, а также методологическое обеспечение осуществило Управление лицензирования в строительстве Госстроя России. Новое дело начиналось практически с нуля. За два года создана и в настоящее время действует система лицензирования строительной деятельности на всей территории России.

Разработана нормативная и методологическая документация, в том числе:

- примерное положение о центре лицензирования строительной деятельности республики в составе Российской Федерации, края, области, автономной области и автономных округов, городов Москвы и Санкт-Петербурга;
- порядок приостановления действия или аннулирования лицензии;
- очередность осуществления лицензирования строительной деятельности на территории Российской Федерации и другие.

На местах органами исполнительной власти созданы 88 территориальных лицензионных центров. В большинстве своем (80 из 88) они созданы при главах администрации. Основными функциями лицензионных центров являются рассмотрение заявлений субъектов лицензирования о выдаче лицензии; организация экспертизы; установление сроков действия выдаваемых лицензий; выдача лицензий или мотивированных в письменной форме отказов в выдаче лицензий; принятие решений о лишении или приостановлении действия лицензии.

При Госстрое России создан и действует Федеральный лицензион-

ный центр. Утвержден перечень видов предприятий (организаций), подлежащих лицензированию Федеральным лицензионным центром. В перечень входят:

- предприятия (организации) иностранных государств, в том числе государства СНГ, предприятия с иностранными инвестициями, имеющие намерение осуществлять или выполняющие строительную деятельность на территории Российской Федерации;
- предприятия (организации) Российской Федерации, имеющие намерение осуществлять или выполняющие строительную деятельность за рубежом, в том числе в странах СНГ;
- предприятия (организации), имеющие намерения осуществлять или выполняющие строительную деятельность на территории Российской Федерации, обосновавшие необходимость получения лицензии не в территориальном лицензионном центре по месту Государственной регистрации предприятия, а в Федеральном лицензионном центре при Госстрое России. Это, в основном, относится к осуществлению крупных предпринимательских замыслов, значение которых выходит за рамки отдельных регионов, широко-масштабных проектов государственных программ и т.п.

Одновременно с выдачей лицензий Федеральный лицензионный центр ведет банк данных (Реестров) о выданных, приостановленных и аннулированных лицензиях на всей территории Российской Федерации.

После изучения рынка систем управления базами данных (СУБД) и практики разработки аналогичных автоматизированных поисковых систем (АИС), Федеральный лицензионный центр выбрал для разработки собственной АИС и Федеральной автоматизированной информационной системы лицензирования строительной деятельности PARADOX 4.0. Этот выбор обусловлен следующими факторами:

- СУБД семейства PARADOX (компания Borland International) является одной из самых популярных систем в мире и успешно конкурирует на мировом рынке СУБД;
- она русифицирована и снабжена подробнейшей методологиче-

ской документацией на русском языке, что делает ее легко доступной для разработчиков и пользователей, не владеющих английским языком;

- мощность и гибкость системы позволяют без внесения программных изменений решить практически все задачи, стоящие перед территориальными лицензионными центрами;
- доступна в освоении непрограммируемыми пользователями;
- обеспечивает возможность разработки АИС собственными силами;
- наличие в России ассоциации пользователей дает возможность оперативно получать консультации высококлассных специалистов;
- имеет высокую производительность и быстродействие;
- защищена лицензионно.

К настоящему времени Госстроем России на конкурсной основе аккредитовано более 500 специализированных экспертных базовых центров,\* осуществляющих выдачу экспертных заключений о возможности выполнения субъектами лицензирования сложных видов работ.

Эти заключения учитываются при выдаче лицензии. Определен перечень видов строительной деятельности и работ, по которым необходимо заключение аккредитованных специализированных экспертных базовых центров для получения лицензий, в том числе при производстве строительных материалов, конструкций и изделий:

- вяжущих, полимерных, кровельных материалов, асбестоцементных изделий, санитарно-технического оборудования;
- стальных и алюминиевых строительных конструкций;
- несущих конструкций из железобетона;
- спецжелезобетона.

К числу аккредитованных специализированных экспертных базовых центров, где можно получить заключение по производству строительных материалов, относятся, например:

- Российское акционерное общество по развитию промышленности строительных материалов и предметов домоустройства — АО «Росстром» — производство сте-

\* «Бюллетень строительной техники» №№ 9, 11, 12 — 1992 г., №№ 1, 3—5, 11, 12 — 1993 г.

повых, вяжущих, теплоизоляционных, нерудных материалов, мягкой кровли, полимеров, строительного стекла, санитарно-строительных и санитарно-технических изделий, изделий из натурального камня;

— УралНИИСтромпроект — производство вяжущих, теплоизоляционных материалов, керамзита, вспученного перлита, вермикулита, минераловатных изделий, изделий из натурального камня;

— Московский государственный строительный университет — производство вяжущих, полимерных, кровельных материалов, несущих конструкций из железобетона, спецжелезобетона;

— Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона НИИЖБ — производство несущих железобетонных конструкций, вяжущих, заполнителей, химических добавок.

С момента организации лицензирования строительной деятельности было подано 70,5 тыс. заявлений,

выдано лицензионными центрами более 61 тыс. лицензий, или 86% от числа поданных заявлений, 1600 субъектам лицензирования частично или полностью отказано в выдаче лицензии. Одной из основных причин в отказе является отсутствие контроля качества, необходимых машин и оборудования, соответствующих специалистов. Это вынуждает субъектов лицензирования восстанавливать службы контроля качества, строительные лаборатории, привлекать соответствующих специалистов.

Важное значение имеет взаимодействие органов лицензирования с другими контрольными органами в строительстве — Госархстройнадзором, Госгортехнадзором, Центром сертификации строительной продукции и т.п. Эти органы систематически осуществляют контроль технологических процессов, соответствия оборудования, качества продукции и могут оперативно воспрепятствовать появлению опасных производственных ситуаций или выходу брака. По их представлению такие предприятия могут быть лишены права выпу-

ска продукции путем лишения лицензии.

По предварительным оценкам в настоящее время около половины субъектов лицензирования имеют лицензии и в ближайшее время ожидается активизация деятельности по выдаче лицензий в установленные сроки, но это не должно повлиять на снижение качества лицензирования. Тщательная проверка представленных материалов, контроль на местах, позволяют достоверно оценить возможности субъектов лицензирования и при необходимости по обоснованным причинам отклонить заявления на выдачу лицензий.

Следует напомнить, что срок получения лицензий для предприятий, начавших свою деятельность до 1 января 1989 г., истек 31 декабря 1993 г.

В связи с этим необходимо пояснить, что в соответствии с действующим законодательством за работу без лицензии предприятиям (организациям) грозит штраф или их ликвидация.

Что, когда, где

## 2-й МЕЖДУНАРОДНЫЙ БИЗНЕС-СЕМИНАР «ЦЕМЕНТНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ И РЫНОК»

Государственный научно-исследовательский институт цементной промышленности НИИЦемент, специализированная фирма «ЦЕМРОС», совместно с фирмой «АСТЕР» проводят с 23 по 27 мая 1994 г. в г. Алушта (Крым) 2-й международный бизнес-семинар «Цементная промышленность и рынок»

Основные направления семинара:

- законодательные основы инвестиций в рыночных условиях;
- конъюнктура рынка цемента;
- современные технологии и оборудование для производства цемента;
- пути реконструкции цементных предприятий;
- посредническая деятельность;
- сертификация и экспорт цемента.

По вопросам участия в бизнес-семинаре просьба обращаться не позднее 20 марта 1994 г.

Адрес для контактов:

Россия, 107014, Москва, 3-й Лучевой просек, 12

Фирма «Цемрос»

Директор фирмы Валюков Евгений Эдуардович

Телефон: (095) 268-27-21; 268-32-25

Факс: (095) 268-27-26; 958-00-39

Б. П. ТАРАСЕВИЧ, канд. техн. наук (Фирма "Поволжстрой").

## Оптимальные варианты производства кирпича (Моделирование схемы жесткого формования)

Одним из оптимальных вариантов производства керамического кирпича (плитки, черепицы) является схема полусухого прессования с пластической переработкой сырья [1]. Вместе с тем, исходя из научно-технических представлений [2] и технико-экономического анализа [3], к категории оптимальных следует отнести и некоторые варианты схем жесткого формования.

Один из таких вариантов [3] в рамках классической схемы жесткого формования с пластической переработкой сырья предусматривает ее модернизацию путем перехода от экструзии и резки жесткого бруса к брикетированию предварительно измельченных жестких глиномасс (с

решением возникающих при этом сопутствующих задач).

Другой вариант [3] является дальнейшим усовершенствованием предыдущего и подразумевает переход от пластической переработки сырья к его шламовой массоподготовке с использованием электрокинетических методов обезвоживания и активации глин.

Предметом настоящей работы является более подробное рассмотрение каждого из упомянутых выше вариантов.

Модернизация традиционной схемы жесткого формования с пластической переработкой сырья — переход от экструзии и резки жесткого бруса к брикетированию пред-

варительно измельченных жестких масс.

Генезис принципиальной блок-схемы предлагаемой линии жесткого формования показан на рис. 1. При построении этой схемы (см. III, рис. 1) в качестве аналогов использованы традиционная схема жесткого формования (см. I, рис. 1), а также схема полусухого прессования с пластической переработкой сырья (см. II, рис. 1).

При этом, как и ранее [1], ставится цель по возможности аккумулировать достоинства и исключить недостатки каждого из исходных аналогов. Так, основной недостаток схемы II — возможность пылеобразования в схеме III будет устранен при переходе от полусухих масс к жестким (как это имеет место в схеме I), а с другой стороны — переход в схеме III к брикетированию предварительно измельченных масс (по аналогии со схемой II) позволит избежать известных затруднений, возникающих при экструзии и резке жесткого бруса по схеме I и связанных с этим большими удельными габаритами, энерго- и металлоемкости оборудования [3].

В итоге схема жесткого формования III оказывается гораздо ближе к схеме полусухого прессования II, чем к традиционной схеме I.

Если бы аналогия распространялась и далее, уже на базовый вариант конкретного аппаратного оформления линии, это означало бы возможность ее быстрого промышленного освоения с использованием уже апробированной [1] компоновки серийного оборудования [4].

Однако на практике с ростом влажности (пластичности) пресс-порошков усиливается и тенденция к запрессовке воздуха в тело изделий, снижается когезия брикета и возрастает его адгезия к пресс-форме. Все это препятствует применению для брикетирования жестких глиномасс серийных прессов полусухого прессования. К тому же последние не имеют особых преимуществ перед агрегатами для экструзии жесткого

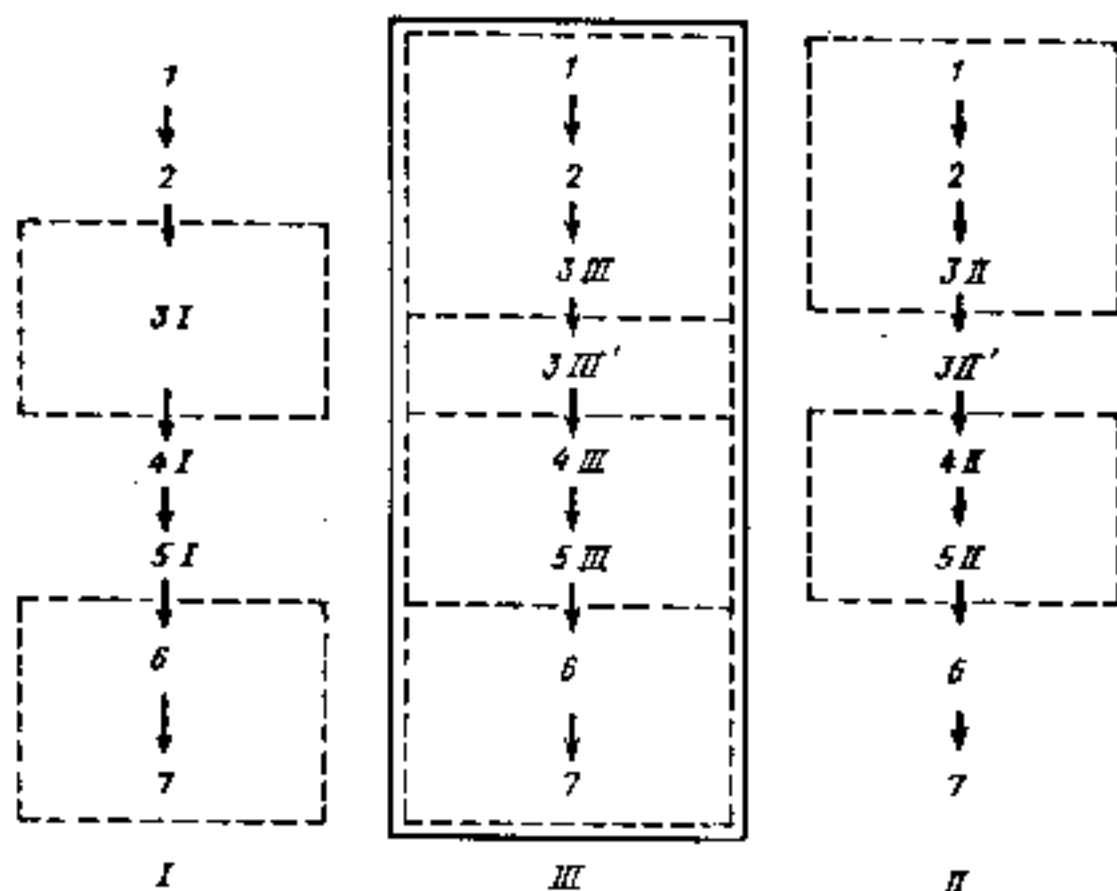


Рис. 1. Генезис принципиальной блок-схемы предлагаемой линии (III — в центре) в сопоставлении с блок-схемами известных линий жесткого формования (I — слева) и полусухого прессования (II — справа) с пластической переработкой сырья  
3I — 1 — первичное рыхление и дозировка сырья; 2 — переработка массы в пластичном состоянии, подсушка или разувлажнение массы до жесткого состояния; 3III — грануляция пластичной массы с дальнейшей подсушкой гранул до влажности  $W=14-16\%$ ; 3II — то же, с подсушкой гранул до влажности  $W=8-10\%$ ; 4I — экструзия бруса из жесткой массы; 4III — измельчение гранул до фракции 1–5 мм; 4II — то же, до фракции 1–3 мм; 5I — резка бруса на изделия-сегменты; 5I и 5II — брикетирование изделий в формах; 6 — укладка и транспортирование изделий на досушку и обжиг; 7 — досушка и обжиг изделий

бруса в части удельных габаритов, энерго- и металлоемкости.

По мере увеличения влажности (пластичности) керамического сырья возрастает и тенденция к его залипанию в стержневой мельнице-смесителе, что тоже затрудняет использование данного аппарата для получения «псевдопорошка» фракции 1–5 мм из жестких масс.

Таким образом, для реализации блок-схемы III на практике необходимо предварительно решить технически две возникающие сопутствующие задачи по поиску альтернативных вариантов выполнения каждой из отмеченных выше операций.

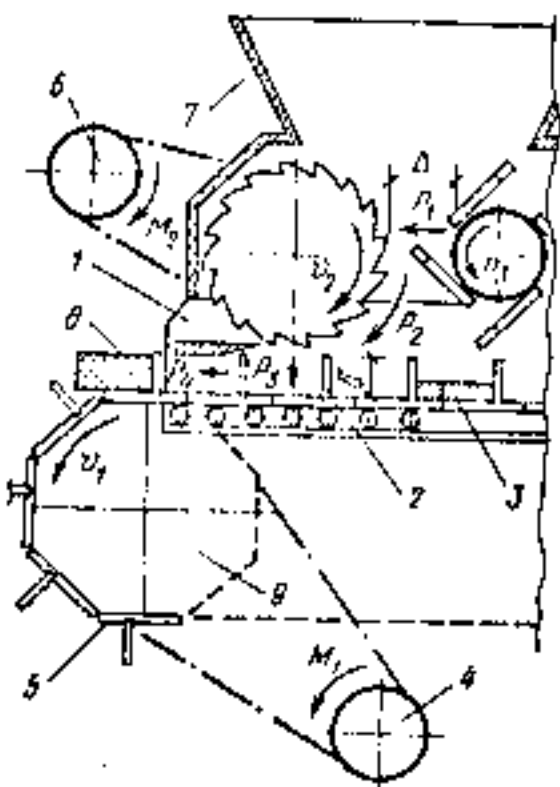


Рис. 2. Схема брикетирования жестких глиномасс

Альтернативный вариант брикетирования жестких глиномасс.

Суть одного из таких вариантов [5] поясняется на рис. 2. Как видно из рисунка, в этом варианте совмещаются 3 типа и 4 этапа компрессии брикетируемого материала:

- первичная прокатка в регулируемом зазоре  $\Delta$  с наложением уплотняющего давления  $P_1$ ;
- центробежное пагнетание с наложением давления  $P_2$ , которое регулируется соотношением  $V_2/V_1$  при  $V_1 < V_2 < V_3$ ;
- вторичная прокатка в зазоре  $\delta$  с наложением давления  $P_3$ ;
- поршневая экструзия заготовки брикета сквозь мушкетер с наложением давления  $P_4$ .

При формовании в 1 ручей длину будущих изделий задают шириной направляющего желоба 1 (на рис. 2 видна его задняя стенка) и одинаковой с ней длиной вертикальных перегородок 2, ширину изделий — местоположением этих перегородок, а высоту (толщину) соответственно высотой перегородок, которая при необходимости корректируется вы-

сотой (толщиной) съемных вкладышей 3.

Далее с помощью привода 4 задают нужную линейную скорость  $V_1$  пластинчатого конвейера 5 (т. е. производительность установки). Исходя из заданной производительности установки и требуемой степени уплотнения массы, определяют нужную подачу сырья и устанавливают соответствующий межвалковый зазор  $\Delta$ , а с помощью привода 6 — необходимое соотношение  $V_2/V_1$  при  $V_1 < V_2 < V_3$ . Затем в бункер 7 подают предварительно измельченное сырье и осуществляют пробное формование изделий. В зависимости от внешнего вида и прочности изделий при необходимости корректируют величины  $\Delta$  и  $V_2/V_1$ . После этого переходят на стационарный режим формования.

Съем готовых изделий 8 ведут после автоматической распалубки форм на ведущей звездочке 9, тогда как их автоматическая опалубка осуществляется на ведомой звездочке конвейера (на рис. 2 не указана).

При формовании утолщенных изделий брикет может быть дополнительно подпрессован снизу (по копиру и/или за счет резиновой футеровки дна форм), а для получения пустот возможен ввод в формы пустотообразователей (на рис. 2 не указано).

Принципиальная возможность реализовать способ и работоспособность устройства проверялись применительно к формованию стандартного кирпича  $250 \times 120 \times 65$  мм на экспериментальном образце прессы с габаритами  $2000 \times 1300 \times 2000$  мм и массой 2500 кг. При установленной мощности электродвигателя 45 кВт, заданной производительности 3600 шт. кирпича/час (1 кирпич/с) и влажности глины 16–18% кирпич-сырец имел прочность при сжатии 0,3 МПа. Это позволяет вести его штабельную укладку непосредственно на печную вагонетку.

Следует отметить, что испытания установки брикетирования проводили без вакуумирования и подогрева глиномассы, а сама установка работала без фундамента, будучи установленной на тележке.

Технико-экономические преимущества подобного варианта как в сравнении с технологией экструзии жесткого бруса, так и полусухого прессования описаны ранее [3], что даст возможность сразу перейти к пояснению следующего технического решения.

Среди различных вариантов измельчения жестких глиномасс для работы в паре с прессом (по рис. 2) предпочтение отдается такому способу, суть которого поясняется рис. 3.

В этом варианте совмещаются 3 типа и 4 этапа измельчения:

- первичное (грубое) дробление сырья в регулируемом зазоре  $\Delta$ ;
- центробежная дезинтеграция материала при ударе о бильную плиту;
- вторичный (тонкий) помол сырья в регулируемых зазорах  $\delta$ ;
- турбулентный отрыв частиц глиномассы на выходе из зазоров  $\delta$  при достижении валками определенного критического значения скорости  $v$  ( $v \geq v_{кр}$ ).

Принципиальная возможность осуществить способ и работоспо-

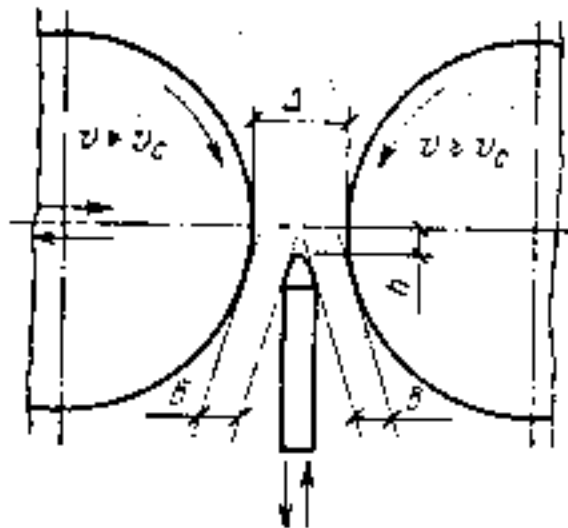


Рис. 3. Схема измельчения жестких глиномасс

собность устройства применительно к получению «псевдопорошка» фракции 1–5 мм проверены с положительным результатом вначале на экспериментальном образце с малыми габаритами, а затем и путем доработки конструкции и режима эксплуатации обычных серийных

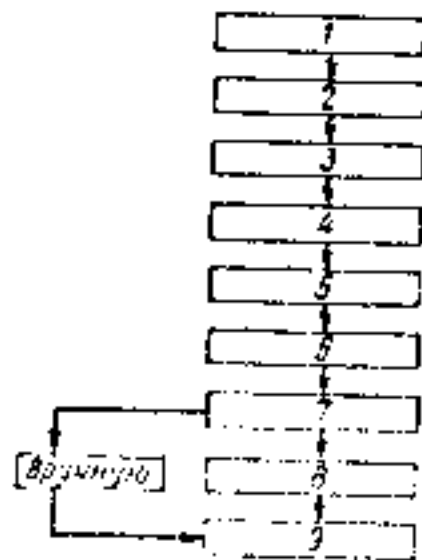


Рис. 4. Вариант конкретного аппаратурного оформления линии по схеме III

1 — глинорыхлитель; 2 — ящичный питатель; 3 — камневыводительные валцы; 4 — глиносмеситель с фильтрующей решеткой; 5 — сушильный барабан; 6 — измельчитель глиномассы (вариант по рис. 3); 7 — пресс жесткого формования (вариант по рис. 2); 8 — автомат-садчик (вновь создаваемый); 9 — печь-сушилка



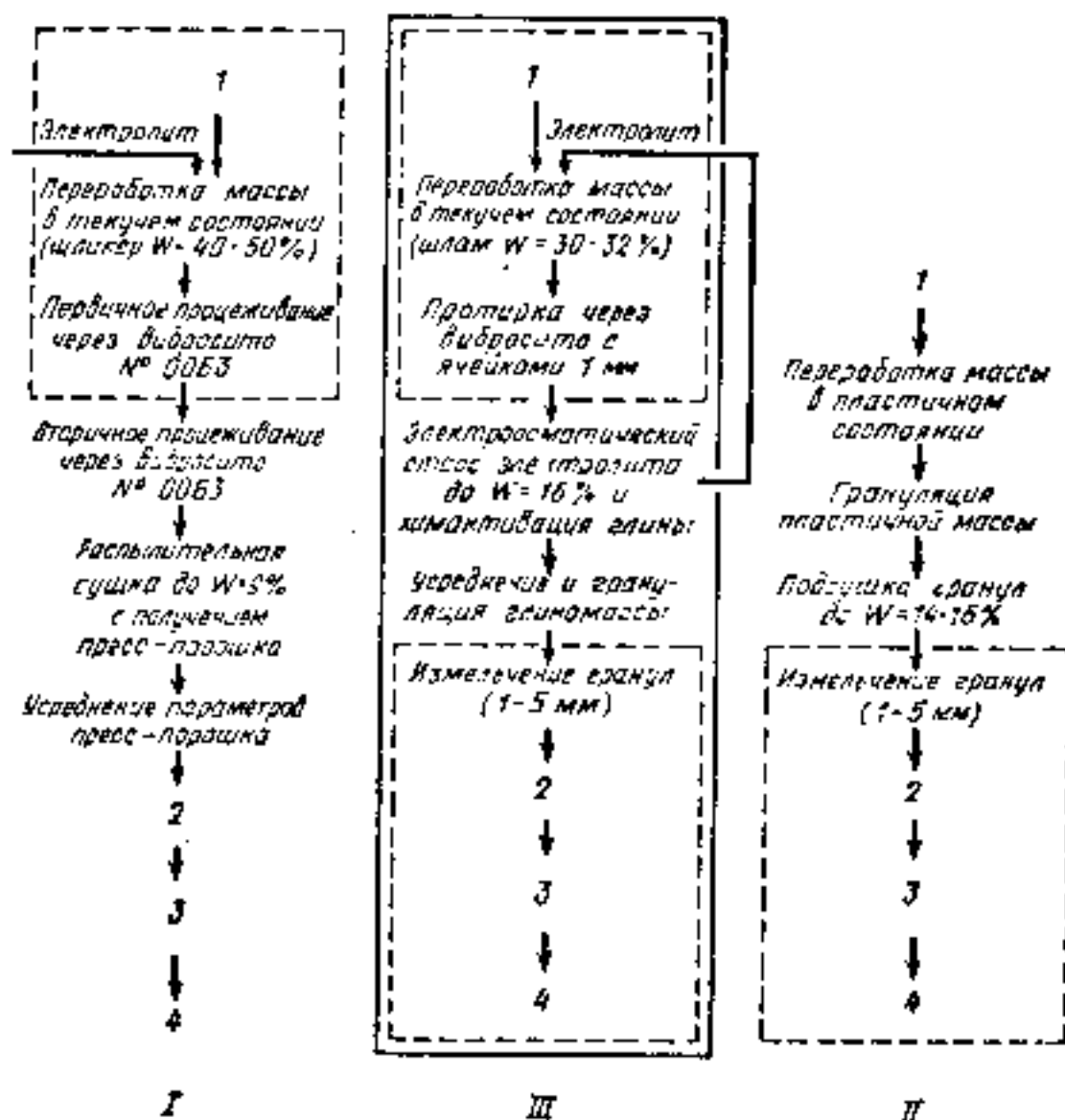


Рис. 5. Генезис принципиальной блок-схемы предлагаемой линии (III - в центре) в сопоставлении с блок-схемой известных линий полусухого прессования со шликерной массоподготовкой (I - слева) и брикетирования жестких глиномасс с пластической переработкой сырья (II - справа)  
 1 - первичное рыхление и дозировка сырья; 2 - брикетирование изделий в формах; 3 - укладка и транспортирование изделий на досушку и обжиг; 4 - досушка и обжиг изделий

валыцев типа СМК-194 (Кемеровского завода «Строммашин»).  
 Техничко-экономические преимущества подобного варианта также описаны ранее [3].

С учетом вышесказанного пример базового варианта конкретного исполнения линии III (рис. 1) приведен на рис. 4. В его основе лежит апробированная ранее [1] компоновка серийных машин [4], в которой стержневая мельница-смеситель заменена на измельчитель (по рис. 3), а пресс полусухого прессования — на брикетирующий пресс (по рис. 2). При этом подлежит модернизации и конструкция автомата-садчика кирпича на печные лагетки. Пресс (по рис. 2) хорошо сочетается также с системой досушки и обжига кирпича в одпорядных агрегатах типа ПГО-Fuchs (Австрия) или отечественной роторной — «АРКЛ-кирпич».

Усовершенствование предыдущей схемы заключается в переходе от пластической переработки сырья к его шламовой массоподготовке с использованием электрокинетических методов обезвоживания и активации глины.

В предыдущей схеме (рис. 1, III и рис. 4) все еще сохраняется такой недостаток линии с формованием жесткого бруса, как их неуправ-

ляемость — только для сырья без карбонатных включений. С другой стороны, из научно-технических представлений [2] и технико-экономических данных [3] следует, что наиболее простой и универсальной является массоподготовка глины в текучем (шлам, шликер) состоянии. Однако ее широкому распространению в кирпичном производстве препятствует высокая удельная энергоемкость процесса при традиционном обезвоживании шликера путем испарения влаги.

Поскольку глины по своей природе являются коллоидными полиэлектролитами [2], привлекает внимание альтернативная возможность их обезвоживания с использованием электрокинетических явлений.

Генезис принципиальной блок-схемы предлагаемой линии в рассматриваемом случае приведен на рис. 5. При построении этой схемы (рис. 5, III) в качестве аналогов выступают известная схема полусухого прессования со шликерной массоподготовкой сырья (рис. 5, I), а также рассмотренная выше схема брикетирования жестких масс с пластической переработкой сырья (рис. 5, II). Предполагается, что основные недостатки схемы I, а именно высокое пылеобразование в процессе

производства и энергозатраты в схеме III будут заведомо устранены в части пылеобразования, а в части энергозатрат существенно уменьшены (поскольку при электроосмосе происходит перенос влаги в жидком состоянии, т. е. без фазового перехода в пар). Вместе с тем ожидается, что схема III аккумулирует такое достоинство схемы I, как универсальность (вовлечение в производство практически любого глинистого сырья) с получением изделий высокого качества.

Однако, прежде чем приступить к разработке базового варианта конкретного аппаратного оформления схемы III, следует получить ответ по крайней мере на два сопутствующих вопроса. Каков ожидаемый выигрыш в энергозатратах? Как влияет электрокинетическая обработка глины на физико-механические свойства готовой керамики?

Литературные данные по первому вопросу противоречивы, а сведений по второму вопросу в доступных источниках информации обнаружить не удалось, поэтому ниже приведены некоторые результаты экспериментальных работ в этом направлении на полиминеральных кирпичных глинах.

В ходе экспериментальных работ установлено, что энергоемкость процесса обезвоживания глины изменяется по мере удаления из них свободной воды.

Если электроосмос вести путем наложения постоянного электрического поля на шликер (шлам) на протяжении всего процесса обезвоживания, то вплоть до перехода систем из текучего (шлам, шликер) состояния в пластичное, т. е. достижения глинами характеристической влажности  $W_T$  [2] реальная энергоемкость процесса, например при напряженности поля  $E = 30$  В/см и плотности тока между анодом и катодом  $2,5$  А/дм<sup>2</sup>, составляет менее 1000 кДж на 1 кг удаляемой влаги. Это примерно в 2 раза ниже удельной теплоты испарения воды (2260 кДж/кг) и в 3,5 раза ниже удельных энергозатрат в распылительной сушилке (~3500 кДж/кг).

Если в том же режиме продолжать обезвоживание массы от пластичного до жесткого состояния в интервале от  $W_T$  до  $W_p$  [2] (удаление осмотической влаги) и далее до полусухого при  $W_{pg}$  [2] (удаление капиллярной влаги), то удельная энергоемкость постепенно нарастает вплоть до удельной теплоты испарения при  $W_{pg}$ , когда в глине остается лишь гигроскопически адсорбируемая влага [2]. Здесь собственно электроосмос уступает место обычному резистивному разогреву глины с испарением влаги. Посколь-

ку КПД резистивного нагрева выше, чем при конвективной сушке, удельные энергозатраты все же несколько ниже, чем в распылительной сушилке.

Дополнительное снижение удельной энергоемкости в этом случае возможно при использовании способа [6], согласно которому на шликер (шлам) вначале налагают постоянное электрическое поле до достижения  $W_T$ , после чего это поле налагают импульсами, причем частоту импульсов  $f_i$  увеличивают по мере снижения влажности глины. При изучении влияния электрокинетической обработки глин на их структуру и механическую прочность получаемого керамического материала установлено, что при прочих равных условиях  $\sigma_{сж}$  керамических материалов, изготовленных из обработанных глин, возрастает на 30—60%, а  $\sigma_{жг}$  на 100—140% в зависимости от химико-минералогического состава глин.

При обычной шликерной массоподготовке сырья качество изделий повышается лишь благодаря идеальному усреднению коагуляционных структур глин при их роспуске в воде

[2], а также механической очистке массы при процеживании шликера сквозь сита. При этом структура самих глинистых минералов не изменяется, как и химико-минералогический состав сырья при традиционной сушке испарением.

При электрокинетической обработке все отмеченное выше аккумулируется. Кроме того, дополнительно происходит вынос из системы обменных катионов типа  $R^{1+}$  и  $R^{2+}$  [2]. Передвижение последних вместе со своей гидратной «шубой» к катоду и составляет сам эффект электроосмоса, а удаляемая вода практически представляет собой щелочной раствор с pH 8—9. Потеря обменных катионов ведет к переходу макроанионов глинистых минералов сначала в кислые Н-формы (поликислоты с pH 3—4). Последние неустойчивы и далее «самонейтрализуются» в Fe-, Al-, Mg- формы вследствие выноса данных элементов в обменные позиции как из тетраэдрических (Т-), так и октаэдрических (О-) слоев структуры, в которых они прежде изоморфно замещали Si и Al [2]. В соответствии со степенью такого замещения наиболее чувствительны к электрокинетической обработке минералы группы монтмориллонита (сметиты), в меньшей мере — группы каолинита (кандиты), тогда как гидрослюды (иллиты) и смешанослойные минералы занимают промежуточное положение.

Результатом выхода изоморфных элементов из Т- и О-слоев является разрушение последних, т. е. их химическая деструкция. По конечному эффекту это аналогично кислотно-основной обработке глинистых минералов (в процессе которой происходит также и частичное растворение карбонатных зерен), но без использования каких-либо реагентов. Имеется аналогия и с механо-деструкцией глин, но с некоторыми преимуществами перед последней: механо-деструкция протекает лишь при сухом состоянии глин [7], а это неизбежно связано с пылевыведением; механо-деструкции подвергаются лишь О-слои структуры [7], тогда как Т-слои остаются без изменений.

Таким образом, применительно к керамическому производству электрокинетическая установка представляет собой не просто аппарат для энергосберегающего обезвоживания глин, но одновременно устройство для их экологически чистой (без использования химикалий и пылевыведения) химической деструкции, включая сюда и кислотное растворение карбонатных зерен. Такое устройство способно заменить собой целый набор глиноперерабатывающего оборудования. С учетом

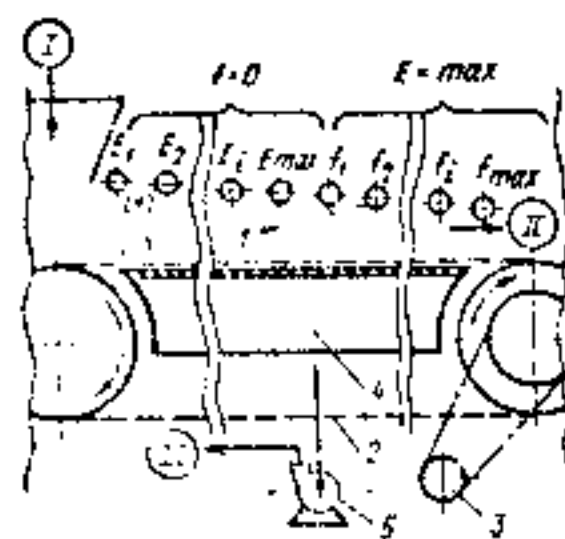


Рис. 7. Вариант ЭКУ непрерывного действия в линии по рис. 6  
1 — анодный (+) конвейер-рольганг; 2 — катодный (-) конвейер-сетка; 3 — привод; 4 — емкость для сбора жидкости; 5 — насос; I — шлам ( $W=32\%$ ) после вибросита; II — жесткая ( $W=16\%$ ) активированная глинмасса; III — щелочной раствор (электролит) от ЭКУ на роспуск глины

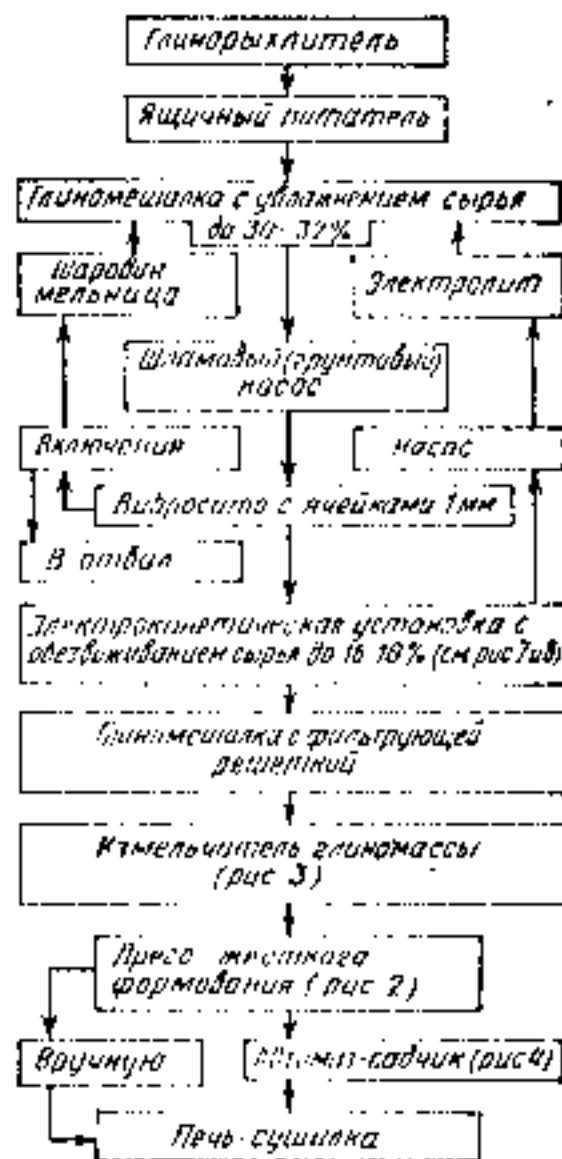


Рис. 6. Вариант конкретного аппаратного оформления линии по схеме III, рис. 5, адаптированный к специфике кирпичного производства 1, 2, 6, 7, 8, 9, — см. рис. 4

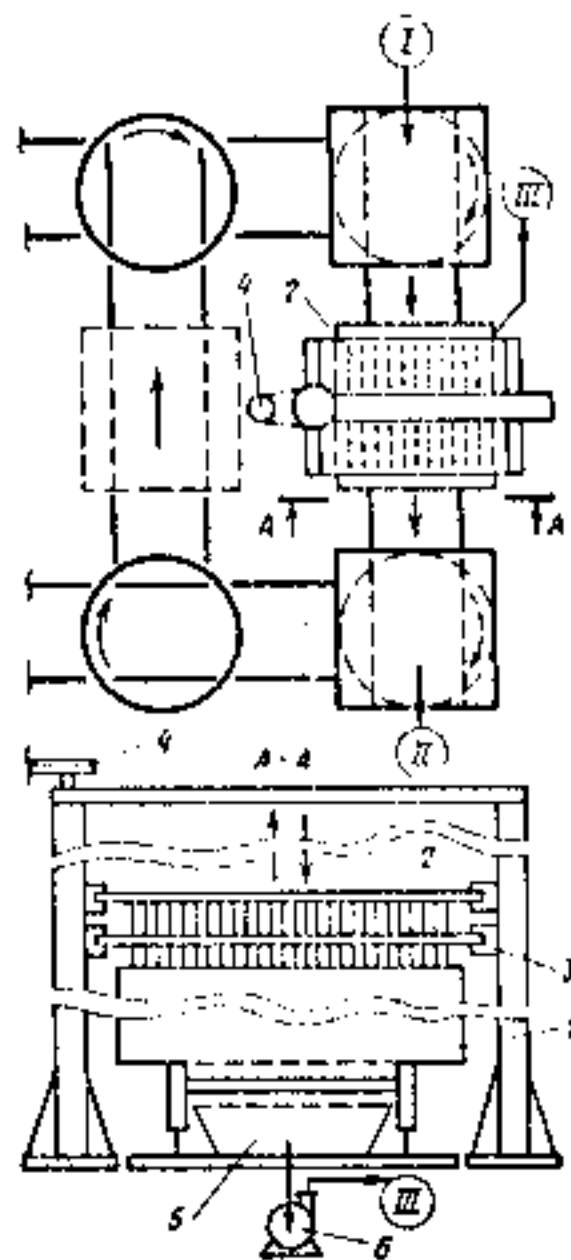


Рис. 8. Вариант ЭКУ циклического действия в линии по рис. 6  
1 — вагонетка-ковш; 2 — плита с электродами; 3 — перфорированная плита для очистки электродов; 4 — привод подъемника; 5 — емкость для сбора жидкости; 6 — насос. Обозначения I — III идентичны рис. 7

этого в линии для подготовки керамической массы [8] предлагается выполнить аппарат для обезвоживания глины именно в виде электрокинетического устройства (ЭКУ).

Один из вариантов конкретного аппаратного оформления линии [8] предусматривает возможность применения общепринятого набора оборудования для получения и очистки шликера, используемого обычно в плиточном производстве [9], но в сочетании с ЭКУ.

Другой вариант линии, адаптированной к специфике кирпичного производства, приведен на рис. 6. В этом варианте вместо шликера (влажность 40—50%) готовится шлам (влажность 30—32%) в обычной глиномешалке с пароувлажнением и водоорошением. В качестве пептизатора используется щелочной раствор («живая вода») от ЭКУ. Далее шлам подвергается однократной промывке сквозь вибросито с ячейками 1 мм. Затем он обезвоживается в ЭКУ до «жесткого» состояния (влажность 16%) с одновременной химической активацией и флокуляцией глины, а также растворением прошедших сквозь сито карбонатов. Так как после обезвоживания в ЭКУ масса имеет градиент химического состава и влажности в направлении от анода к катоду, необходима установка в линии аппарата для усреднения и грубого измельчения жесткой глиномассы, например, глиномешалки с фильтрующей решеткой или бегунов. После этого масса подается в измель-

читель (рис. 3), пресс (рис. 2), т. е. реализуется замыкающий фрагмент схемы по рис. 4.

В технологической линии, построенной по схеме, изображенной на рис. 6, ключевое значение принадлежит выбору оптимального варианта конструктивного исполнения ЭКУ. В целом этот вопрос пока остается открытым. Предлагается, в частности, вариант электрокинетического устройства непрерывного действия (8), принципиальная схема которого приведена на рис. 7. Для него характерны пониженные энергозатраты, но сложное конструктивное исполнение механической и электрической частей.

ЭКУ циклического действия (рис. 8) просто в конструктивном исполнении, но его эксплуатация связана с повышенными энергозатратами.

Экспериментальный образец электрокинетического устройства (рис. 8), рассчитанный на получение 4 т/ч (1000 кирпичей) глиномассы, обезвоженной от 32 до 16% влажности имеет габариты 2600×1900×2600 мм и массу 2750 кг (без блока питания) при установленной мощности 145 кВт.

Для сравнения — серийная распылительная сушилка типа СМК-448 с производительностью по пресс-порошку 5 т/ч имеет высоту 18000 мм и диаметр 7000 мм (без системы пылеочистки), массу 9000 кг (без теплоизоляции) при установленной мощности 105 кВт и расходе около 540 кг условного топлива в 1 ч.

#### Список литературы

1. Тарасевич Б. П. Оптимальные варианты производства кирпича. Линия полусухого прессования с пластической переработкой сырья // Строит. материалы. 1993. № 9.
2. Тарасевич Б. П. Научные основы выбора оптимального направления технологии стеновой керамики // Строит. материалы. 1993. № 7.
3. Тарасевич Б. П. О выборе технологии производства керамического кирпича // Строит. материалы. 1993. № 3.
4. А. с. № 1060479 (СССР). Технологическая линия для производства керамических стеновых материалов / В. И. Ахсенов, Б. П. Тарасевич, В. В. Смирнов и др. // Оpubл. Б. И. 1983. № 46.
5. Положительное решение НИИПТЭ от 28.06.91 по заявке № 4792144/33 класса В 28 В 3/12. Способ формования штучных изделий из керамической массы и устройство для его осуществления / В. И. Ахсенов, Б. П. Тарасевич, В. В. Лебедев и др.
6. А. С. № 1339106 (СССР). Способ получения керамической массы / А. А. Афанасьев, Б. П. Тарасевич, В. И. Никульцев // Оpubл. в Б. И. 1987. № 35.
7. Лаптева Е. С., Юсупов Т. С., Бергер А. С. Физико-химические изменения слоистых силикатов в процессе механической активации. — Новосибирск: Наука, 1981.
8. Положительное решение НИИПТЭ от 15.10.91 по заявке № 4782318/33 класса В 28 В 15/00. Способ подготовки керамической массы и линия для его осуществления / Б. П. Тарасевич, Е. А. Гонюх, А. Г. Ашмарин и др.

Всем, кому надоело вручную убирать воду в помещениях и цехах из-за протечек трубопроводов и оборудования,

### НПП «ЭКСПО-ЛАД» предлагает переносную установку для уборки воды.

Установка в обращении подобна пылесосу, не боится подсоса воздуха, грязи в воде (твердые включения размером до 1 см). Незаменима для безопасного ведения работ в резервуарах, колодцах и т. д., обеспечивает непрерывную откачку поступающих вод.

Слой воды, остающийся на полу после уборки в самом глубоком месте	— не более 3 мм.
Производительность	— до 3,5 м <sup>3</sup> /ч
Потребляемая мощность	— 400 Вт
Масса	— 15 кг

Бесплатно высылаются описание и условия получения.

Запросы направляйте по адресу:  
216532, г. Десногорск Смоленской обл., а/я 45/2, НПП «ЭКСПО-ЛАД»

## Использование отходов химической промышленности и теплоэнергетического комплекса для производства цемента

К настоящему времени значительные территории ряда регионов страны расположены в непосредственной близости с предприятиями большой химии (ДПО «Капролактама» г. Дзержинск, ПО «Химпром» г. Волгоград,

находясь в пределах норм для цементного сырья. В отсеве известняка и золошлаковой смеси вредные примеси находятся в пределах требований технических условий на качество сырья для производства портландцемента.

После определения химического состава клинкеров был рассчитан их минералогический состав (табл. 3).

При обжиге сырьевой смеси 1, составленной из шламовых отходов («белые моря») и золы наблюдается

Таблица 1

№ п/п	Наименование компонентов	Содержание, мас. %										Сумма, %
		CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	SO <sub>3</sub>	CL <sup>1</sup>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	и.п.п.	
1	Шламовые отходы («белые моря»)	45,3	5,4	2	1,03	7,56	3,25	1,82	0,82	0,08	32,77	100,03
2	Отсев известняка	52,3	2,9	0,65	0,37	1,23	—	—	0,14	0,13	41,76	99,48
3	Золошлаковая смесь	5,77	51,2	21,77	11,64	1,6	0,3	—	1	3,15	3,9	100,33
4	кварцевый песок	1,7	93,1	2,5	2,2	0,4	—	—	—	—	0,1	100

ПО «Азот» г. Череповец и др.). Большие площади заняты отходами этих производств, что весьма неблагоприятно сказывается на экологической обстановке. Между тем, отходы могут служить сырьем для производства различных вяжущих материалов, включая цементы, известь, строительный гипс.

Нами проведены исследования отходов ПО «Химпром» и золошлаковых смесей ВолгоГРЭС (г. Волгоград)

Из этих компонентов-отходов были рассчитаны шесть составов сырьевых смесей. Расчетный компонентный состав этих смесей представлен в табл. 2. Смесей 1—4 рассчитывались на коэффициент насыщения  $KH=0,92$ , смеси 5 и 6 на  $KH=0,9$ .

После приготовления сырьевых смесей фактический  $KH=0,91-0,93$ . В смесях 1—4 значение силикатного модуля ( $n$ ) находилось в пределах 1,5—1,74, в смесях 5—6  $n=2,26$ , а

значительное пыление. Это было видно как по разнице в количестве материала, поданного на обжиг и полученного в виде клинкера, так и значений  $KH$  сырьевой смеси и клинкера: 0,9 и 0,83. Увеличение пыления можно объяснить двумя причинами: высокой дисперсностью шламовых отходов и их повышенным содержанием в сырьевой смеси; высокой влажностью сырьевой смеси за счет повышенной влажности шламовых отходов.

В табл. 4 представлены результаты физико-механических испытаний цементов, приготовленных из клинкеров 1—6. Испытания проводились по ГОСТ 310.1—76, ГОСТ 310.3—76, ГОСТ 310.4—81.

В результате химического анализа установлено, что клинкера 1, 2 и 5 имеют в своем составе повышенное содержание оксида магния — 9,5, 6,42 и 6,3% соответственно. Однако, требования ГОСТ 10178—85 огра-

Таблица 2

№ смеси	Шламовые отходы, мас. %	Отсев известняка, мас. %	Золошлаковая смесь, мас. %	Кварцевый песок, мас. %
1	85,76	—	14,24	—
2	52	31,2	16,8	—
3	—	79,2	20,8	—
4	41,29	41,29	17,43	—
5	53,03	31,82	11,71	3,45
6	41,68	41,68	12,85	3,74

с целью их использования в качестве сырья для производства цемента, разработаны составы сырьевой шихты, в опытно-промышленных условиях проведены обжиги с целью получения портландцементных клинкеров, определены химико-минералогический состав цемента и его физико-механические свойства в соответствии с требованиями стандартов.

Химический состав отходов, как компонентов сырьевой смеси, представлен табл. 1.

Химический анализ шламовых отходов свидетельствует о том, что в их составе содержатся вредные для цемента оксиды, %: оксид магния — 7,56, серный ангидрид — 3,25, свободный хлор — 1,82. Щелочи (Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O)

значение глиноземного модуля ( $n$ ) колебалось для разных смесей от 1,8 до 1,91. Все сырьевые смеси, в состав которых входили шламовые отходы (1, 2, 4, 5, 6) содержат оксид магния в количестве от 2,97 до 7,11%, что связано с особенностями основного производства ПО «Химпром».

Обжиг сырья осуществлялся в 9-метровой вращающейся печи опытного завода НИИцемента. Температура в зоне спекания при обжиге смесей поддерживалась на уровне 1450°C. Полученные клинкера характеризовались массой одного литра от 1280 до 1500 г. Обжиг сырьевых смесей протекал удовлетворительно с хорошей грануляцией материала.

Таблица 3

№ клинкера	Содержание, мас. %			
	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
1	37	29	12	13
2	51	17	12	13
3	52	19	12	13
4	50	19	13	13
5	55	18	10	10
6	49	24	10	10

ничивают содержание оксида магния 6%. При этом обязательным условием при испытаниях цементов из такого клинкера являются автоклав-

Таблица 4

№ клинкера	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Тонкость помола, остаток на сите 008, %	Нормальная плотность, %	Сроки схватывания, ч-мин		Предел прочности, кг/см <sup>2</sup>					
				начало	конец	при изгибе			при сжатии		
						3 сут	7 сут	28 сут	3 сут	7 сут	28 сут
1	3600	7	23	3-30	4-05	42,5	43,5	59,5	184	240	431
2	3480	5	22	3-27	3-54	47,5	56,5	59	286	372	501
3	3350	7,5	23	3-40	4-17	50,5	54	62,5	275	382	480
4	4045	6,3	22,5	4-05	5-18	47	53	56	267	352	494
5	4150	2,5	24,2	3-53	4-31	46,5	51,5	71,5	310	412	600
6	4157	3	24	3-53	4-18	53,5	56	67,5	296	407	601

Примечания: 1. Добавка гипса — 6%; 2. В/Ц=0,35—0,36 и распыл конуса 113—114 мм.

ные испытания на равномерность изменения объема.

Все цементы выдержали равномерность изменения объема при кипячении. Цементы 1, 2 и 5 с повышенным содержанием MgO подвергались испытанию в автоклаве при 21 атм. Образцы-лепешки, приготовленные из теста нормальной плотности, после предварительного выдерживания в течение 24 ч в ванне с гидравлическим затвором обрабатывались в автоклаве по режиму, установленному требованиями ГОСТ 310.3—76.

После автоклавной обработки образцы-лепешки из цемента на основе клинкера 1 разрушились, у образцов-лепешек из цемента на основе клинкеров 2 и 5 искривлений и радиальных трещин не обнаружено. Однако отмечено увеличение в диаметре, потеря первоначальной

формы и глухой звук при ударе. Итак, цементы из клинкеров 1, 2 и 5 не выдержали испытаний на равномерность изменения объема при автоклавировании вследствие повышенного содержания MgO.

Существует ряд технологических приемов, с помощью которых возможна нейтрализация негативного действия оксида магния в цементе [1, 2]. В настоящее время ОНИЛ «Цемент» МАДИ совместно с Гипроцементом проводит исследования, направленные на изучение возможности получения качественных многокомпонентных тонкомолотых вяжущих, в клинкерной части которых содержится повышенное (более 6%) количество оксида магния [3].

Таким образом, отходы химического производства и теплоэнергетического комплекса могут быть использованы как сырьевые матери-

алы для производства высокомарочного цемента, отвечающего требованиям ГОСТ 10178—85.

#### Список литературы

1. Коган Л. С., Никифоров Ю. В. Об условиях производства портландцемента с повышенным содержанием оксида магния // Цемент. 1965. № 1.
2. Никифоров Ю. В., Зозуля Р. А. Оксид магния в портландцементном клинкере. МПСМ СССР, Гипроцемент. Института, вып. 63 — М. 1985. 123—131.
3. Ю. В. Никифоров, Р. А. Зозуля, Л. А. Феднер, В. С. Шестоперов, В. П. Савостьянов. Свойства цементных систем на клинкерах с повышенным содержанием MgO. Тезисы совещания по силикатным строительным материалам. «СИЛСТРОМ-92». — М., с.4—6.

Что, когда, где

## Совещание нерудников

В IV квартале 1994 г. секция «Нерудные строительные материалы» Российского научно-технического союза строителей совместно с институтом ВНИПИИстромсырье проводит седьмое Всероссийское совещание. Совещание посвящено рассмотрению технических, экологических и экономических вопросов добычи, переработки и использования минерального сырья в промышленности строительных материалов.

Совещание состоится в Москве. Стоимость билета участника 50 тыс. р. Доклады будут опубликованы. Срок представления докладов до 15 марта.

Авторы лучших докладов производственных организаций получают премии (100 тыс. р. за каждый доклад).

Телефоны для справок в Москве:

(095) 176-26-59 Георгий Романович Буткевич

(095) 297-07-29 Станислав Михайлович Коконин

Адрес: 111524, Москва, ул. Плеханова, д. 7,

ВНИПИИстромсырье (на совещание)

## Экспресс-метод оценки зернового состава заполнителя

Автоматизация технологических процессов получения бетонов является одним из важнейших факторов ресурсосбережения. Приготовление бетона, в частности, на легких заполнителях, требует строгого соблюдения рационального соотношения объемов крупной и мелкой фракции, т. е. гарантии обеспечения агрегатной структуры бетона. Теоретически это подтверждается многочисленными исследованиями влияния зернового состава заполнителя на физико-механические, теплотехнические и технико-экономические характеристики бетонов [1,2].

В практике загрязнение крупной фракции мелкой приводит к ряду серьезных технологических дефектов: не достигается проектная прочность бетона, имеет место перерасход вяжущего, расслоение бетонной смеси, неконтролируемый выход бетонной смеси и пр.

Попытка корректировки зернового состава по весовым отклонениям насыпной плотности крупной фракции зачастую не дает положительных результатов.

Необходим быстрый и точный анализ количественных характеристик зернового состава, причем для пористых заполнителей такой анализ с последующей корректировкой дозировки желателен в каждом замесе бетонной смеси.

Существующие методы лабораторных измерений имеют ряд недостатков или полностью непригодны для автоматизации приготовления

легкого бетона. Так, рассев на ситах часто требует применения ручного труда. Типовой лабораторный рассев, выполняемый также на наборе сит, но с автоматизацией процессов перемещения и взвешивания, предусматривает предварительный отбор навесок и их доставку в лабораторию. Оценка качества таким способом отнимает слишком много времени по сравнению с длительностью процессов автоматизации. Анализ коэффициента вариаций зернового состава в течение смены фактически невозможен.

При разработке нового метода главными требованиями являлись быстрота и легкость получения и преобразования информации о зерновом составе заполнителя, отсутствие необходимости отбора проб, извлечение информации непосредственно перед дозировкой заполнителя, возможность накопления и анализа баз данных в процессе измерений.

Наиболее полно перечисленным требованиям соответствует получение и обработка информации с помощью электрических параметрических систем. Косвенными параметрами оценки уровня запесоченности крупного заполнителя мелким были выбраны: емкость плоского конденсатора и частота колебательного контура. Структурная схема установки представлена на рис. 1.

При отработке методики ис-

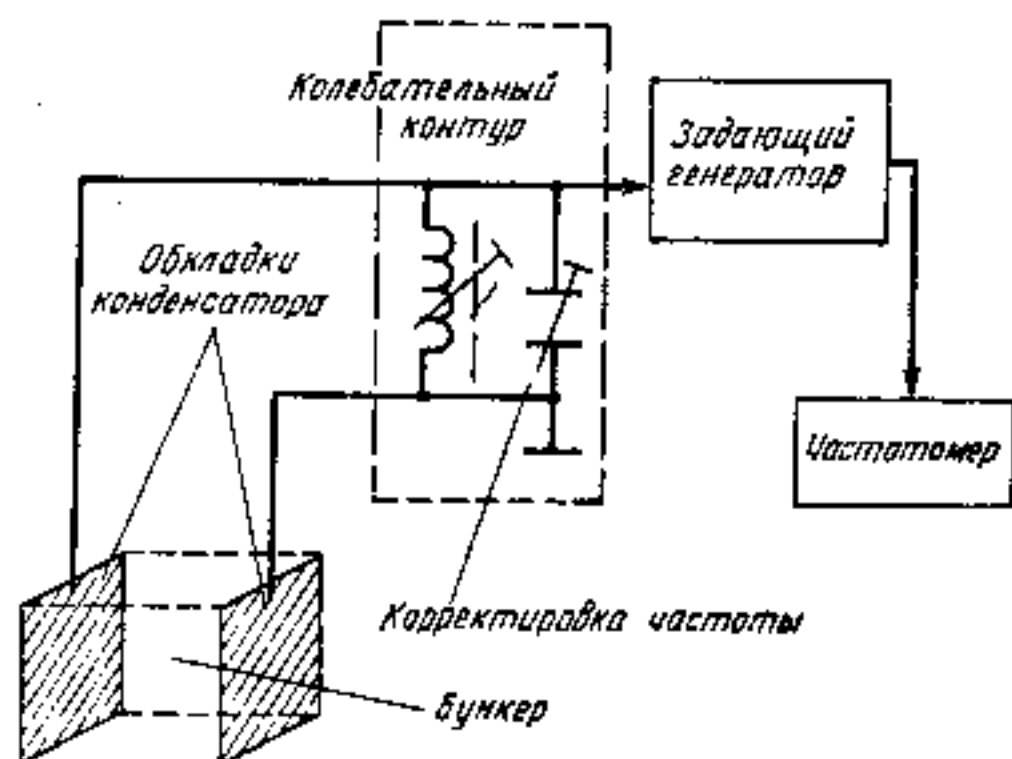


Рис. 1 Схема установки по оценке зернового состава заполнителя

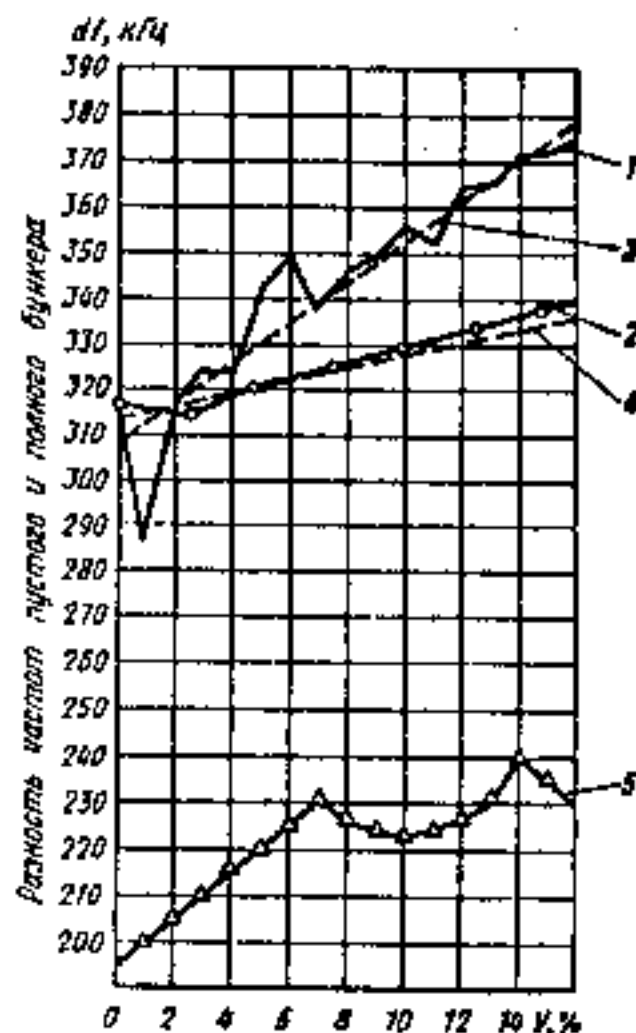


Рис. 2 Графики зависимости частотного параметра от доли песка в крупной фракции. 1 — зависимость для шлаковой пемзы состава 1; 2 — зависимость для шлаковой пемзы состава 2; 3 — корреляционная зависимость для 1; 4 — корреляционная зависимость для 2; 5 — зависимость для керамзита.

пользовалась шлаковая пемза Череповецкого металлургического комбината.

Эксперименты состояли из двух частей для проверки и уточнения результатов. Ход выполнения каждой части предусматривал: ступенчатое добавление фракции 0—5 мм во фракцию 5—20 мм для изменения степени запесоченности крупного заполнителя; неоднократное измерение показаний датчика для каждой ступени; статистическую обработку результатов измерений; построение зависимости частоты датчика от величины объема песка (0—5 мм) в общем объеме смеси.

Части эксперимента отличались друг от друга общим объемом заполнителя в бункере, его зерновым составом, величиной и числом порций добавки фракции 0—5 мм.

Первая часть предусматривала «загрязнение» двух литров фракции 5—20 мм пятью порциями песка

(0—5 мм). Величина каждой порции равнялась 2,5% от исходного объема. Для каждой добавки фиксировалось 20 показаний частотомера при пустом и заполненном смесью бункере. Далее была построена графическая зависимость частотного параметра от процентного содержания песка в заполнителе. График I зависимости представлен на рис. 2.

Вторая часть работы выполнялась с измененным зерновым составом и увеличением объема «чистой» фракции 5—20 мм. Порция добавки составляла 1% от исходного объема (50 мл). При добавлении каждой порции регистрировалось 10 показаний прибора. В завершении второй части работы данные были обработаны как и в части I. Ре-

зультат обработки представлен на рис. 2.

Линейные приближенные зависимости (3, 4 на рис. 2) дают положительную корреляцию рассматриваемых параметров. Угол наклона графиков (3, 4) к оси абсцисс обусловлен неодинаковым гранулометрическим составом «чистой» фракции. Отклонения графиков (1, 2) от линейных зависимостей могут быть вызваны свободным перемещением песка (0—5 мм) в объеме смеси с течением времени, пространственным положением и величиной объема песка.

Результаты эксперимента показывают пригодность рассматриваемого метода для анализа зернового состава шлаковой пемзы, как единичного

показателя качества заполнителя. Конструкция прибора, с помощью которого был выполнен эксперимент, такова, что ее применение возможно в промышленных условиях на линиях перемещения заполнителя в процессе приготовления бетона. Возможность использования ЭВМ позволит оператору вести непрерывное наблюдение за качеством заполнителя, находящегося в технологическом потоке.

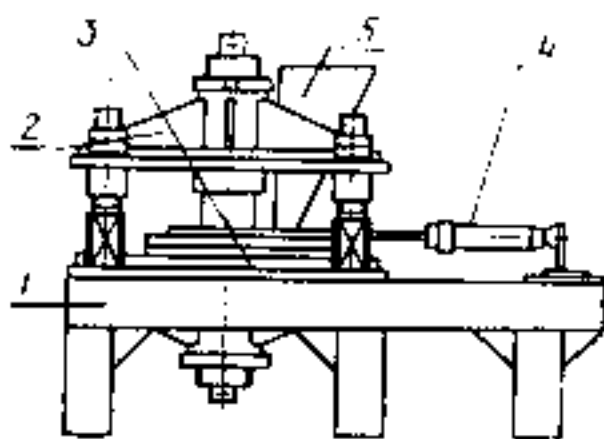
#### Список литературы

1. Ахмедов И. Н. Основы фланки бетона. — М.: Стройиздат, 1991.
2. Комохов П. Г., Грызлов В. С. Структурная механика и теплофизика легкого бетона. — Вологда: Вологодский научный центр АНРФ, 1992.

И. Ф. ШЛЕГЕЛЬ, А. П. БОБРОВ, Г. Я. ШАЕВИЧ, А. И. МАТВЕЕВ, Ф. И. ШЛЕГЕЛЬ (г. Омск, фирма «ШЛ»)

## Новый пресс для керамической плитки

Комплектация технологическим оборудованием как существующих, так и строящихся заводов по выпуску керамической плитки представляет известные трудности, поскольку в России прессовое оборудование для этих целей не выпускается.



Общий вид мембранного пресса ШЛ-131  
1 — рама; 2 — верхний архитрав (плита с ребрами жесткости); 3 — корпус с диафрагмой; 4 — привод шибера питателя; 5 — питающий бункер

На керамических заводах в настоящее время применяются импортные гидравлические прессы РУ-160, ПУ-500 (ГДР), РН-550 («Сакми», Италия) и др. Прессовое усилие в таких прессах составляет 1,4 МН (140 т), что при влажности исходного сырья не менее 5-8% требует при производстве керамических изделий операции подсушки перед

обжигом и приводит к снижению качества продукции. Этот и другие недостатки: значительные габариты и масса (5000 кг), большая энергоемкость (18,5 кВт) были учтены при проектировании нового пресса для производства керамических плиток.

#### Техническая характеристика

Производительность, шт/ч	800
Рабочее давление в гидросистеме, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	до 10 (100)
Усилие прессования, МН (т)	до 5 (500)
Удельное давление прессования, МПа	
для плитки 150x150	до 220
для плитки 150x75	до 440
Число прессуемых за цикл плиток, шт	1
Рабочий ход прессования, мм	7
Полный ход пуансона, мм	14
Установленная мощность, кВт	7,5
Габаритные размеры, мм	
длина	2360
ширина	1360
высота	1450
Масса без гидростанции, кг	3300

Поставленную задачу удалось решить созданием гидравлического пресса мембранного типа (см. рис.), в конструкции которого большое усилие прессования достигается за счет увеличения площади диафрагмы, на которую воздействует рабочая жидкость гидравлической станции давлением 10 МПа (100 кг/см<sup>2</sup>).

В качестве гидросистемы применена насосная установка СМК 101.04, выпускаемая Кемеровским заводом

«Строммашина», но может быть использована любая серийно выпускаемая гидростанция производительностью не менее 28 л/мин и вышеуказанным давлением.

- Основные преимущества конструкции пресса перед существующими:
- высокое давление прессования (200—400 МПа) позволяет применять исходный материал меньшей влажности, что, в свою очередь, сокращает цикл подсушки плитки-сырца и уменьшает усадку и коробление при обжиге;
  - предполагаемое применение сменных пресс-форм расширяет ассортимент выпускаемых плиток по размерам и конфигурации в соответствии с ГОСТ 6141—82 с соответствующими изменениями;
  - пресс легко встраивается в существующую технологическую линию по производству керамической плитки ввиду небольших размеров и массы по сравнению с аналогами;
  - применение мембраны в качестве силового элемента вместо подвижных поршней и штоков позволяет повысить надежность работы пресса;
  - снижение величины хода пуансона до 14 мм позволяет получить значительную производительность при небольшой энергоемкости.

П. П. ГЕДЕОНОВ, канд. техн. наук, Л. В. ЮДИНА, инж. (Ижевский механический институт)

## Золоминеральные композиции на основе отходов топливной промышленности для дорожного строительства

Расширить сырьевую базу для производства местных строительных материалов (бетона, растворов, композиций для устройства оснований дорожных покрытий) можно за счет применения золошлаковых смесей гидроудаления тепловых электростанций.

Зола — многофункциональный

тур. По химическому составу зола относится к сверхкислым, малоактивным материалам, модуль основности которой составляет  $M_0=0,05$ , а модуль активности  $M_1=0,37$ .

Минералогический состав представлен главным образом кислой аморфной фазой.

Кристаллические фазы включают

для равновесной кристаллизации ведет, как правило, к образованию стекловидной структуры с небольшими кристаллическими областями кварца, муллита и волоконита.

Оптимальный зерновой состав золошлаковой смеси, высокая прочность шлака (Др.12, марка 800-1000) и достаточная морозостойкость (25

Таблица 1

Материал	Полные остатки, % по массе, на ситах с отверстиями, мм									
	40	20	10	5	2,5	1,25	0,6	0,315	0,14	<0,14
Песчано-гравийная смесь	3,1	24	57,2	77,1	81,9	83,9	85	98	99,8	100
Золошлаковая смесь	—	2	20,5	46	65	68	77	81,5	86,5	100
Смесь ПГС и золошлака	4-9	10-34	22-45	34-60	40-65	45-68	50-71	70-85	88-94	100
Требования ГОСТ 23558-79	0-5	20-40	40-65	50-80	60-80	75-96	85-98	—	85-98	90-99

Примечание. Содержание фракции мельче 5 мм колеблется в гравийно-песчаной смеси от 20 до 30%; в золошлаке — от 50 до 55%.

компонент. Она играет роль заполнителя, улучшая гранулометрический состав материалов. Благодаря сферической форме частиц зола пластифицирует смеси, повышает их удобоукладываемость. Зола выступает как активная минеральная добавка, увеличивая степень гидратации вяжущего.

В Ижевском механическом институте разработаны композиции на основе гравийно-песчаных смесей карьеров Удмуртии и золошлаковых смесей — отходов ТЭЦ-2 г. Ижевска. В основе получения золошлаковых композиций заложен принцип контактного твердения, который заключается в способности дисперсных материалов образовывать прочный водостойкий камень в момент сближения частиц при уплотнении. Это достигается прессованием смесей оптимальной влажности под нагрузкой 20—40 МПа.

Зола ТЭЦ-2, полученная от сжигания каменного угля Кузнецкого месторождения, по данным микроскопических исследований, состоит из частиц различной формы и струк-

кварц ( $SiO_2$ ), магнетит ( $Fe_3O_4$ ), небольшое количество гематита ( $Fe_2O_3$ ) и муллита ( $3Al_2O_3 \cdot SiO_2$ ). Преобладание в золе стекловидной фазы делает ее состав однородным и увеличивает возможность гидратации. Оксиды кремния ( $SiO_2$ ) и алюминия ( $Al_2O_3$ ) принимают участие в образовании кальциевых гидросиликатов и алюминатов.

Следует отметить, что зола без

(циклов) позволили рассматривать шлак как заполнитель в композициях.

Гравийно-песчаная смесь имеет оптимальный зерновой состав (табл. 1), марку по дробимости в цилиндре Др.8, морозостойкость 25 циклов.

Состав композиций подбирали применяя метод математического планирования эксперимента по плану Бенкина. При этом учитывалось влияние на прочность образцов трех

Таблица 2

Содержание компонентов, %			Возраст образцов, сут
Цемент	Известь	Зола	
1	5	10	28
3	10	20	56
5	15	30	90

Примечание. Остальное составляла песчано-гравийная смесь.

активаторов практически не имеет вяжущих свойств и для ее активации вводят молотую известь 2—3-го сорта и портландцемента марки 400.

Гранулированный шлак представлен в виде плотных черных гранул размером от 0,15 до 35 мм. Резкое охлаждение и отсутствие условий

основных факторов: количества активатора, золы, возраста образцов.

В соответствии с планом эксперимента готовили составы смесей для формирования образцов. Процентное содержание компонентов приведено в табл. 2.

Компоненты перемешивали в су-  
© Гедеонов П. П., Юдина Л. В., 1994



Таблица 3

Состав смеси, %					Предел прочности образцов при сжатии, МПа, в возрасте, сут		
Зола	Известь	Цемент	ПГС	Вода	28	56	90
10	5	—	85	6	1,39	1,83	2,23
20	10	—	70	7	1,30	3,05	3,67
30	5	—	65	8	2,5	4,72	6,71
30	10	—	60	7	2,64	2,42	3,38
20	15	—	65	9	2,92	3,65	6,18
30	15	—	55	6	2,73	2,61	5,06
10	—	3	87	3	3,23	4,09	5,7
10	—	5	85	4	4,72	3,72	5,61
15	—	3	82	3,5	6,76	5,5	4,5
20	—	3	77	6,5	2,4	3,55	3,85
20	—	5	75	6,7	5,8	8,25	8,69
30	—	3	67	6,5	3	2,86	3,17
30	—	5	65	5,8	3,97	5,62	—

лом состоянии, затем к ним добавляли воду до оптимальной влажности. Этот показатель, обеспечивающий максимальную плотность, определяли по стандартной методике на приборе СоюздорНИИ. Для испытаний готовили образцы-цилиндры размером  $H=D=71,4$  и  $101$  мм прессованием на гидравлическом прессе под нагрузкой  $20$  МПа. Хранили их в воздушно-влажных условиях, затем испытывали в возрасте  $28, 56$  и  $90$  суток на одноосное сжатие. Часть образцов испытывали на водонасыщение и морозостойкость. Составы и прочность золоцементных и золоизвестковых образцов показаны в табл. 3.

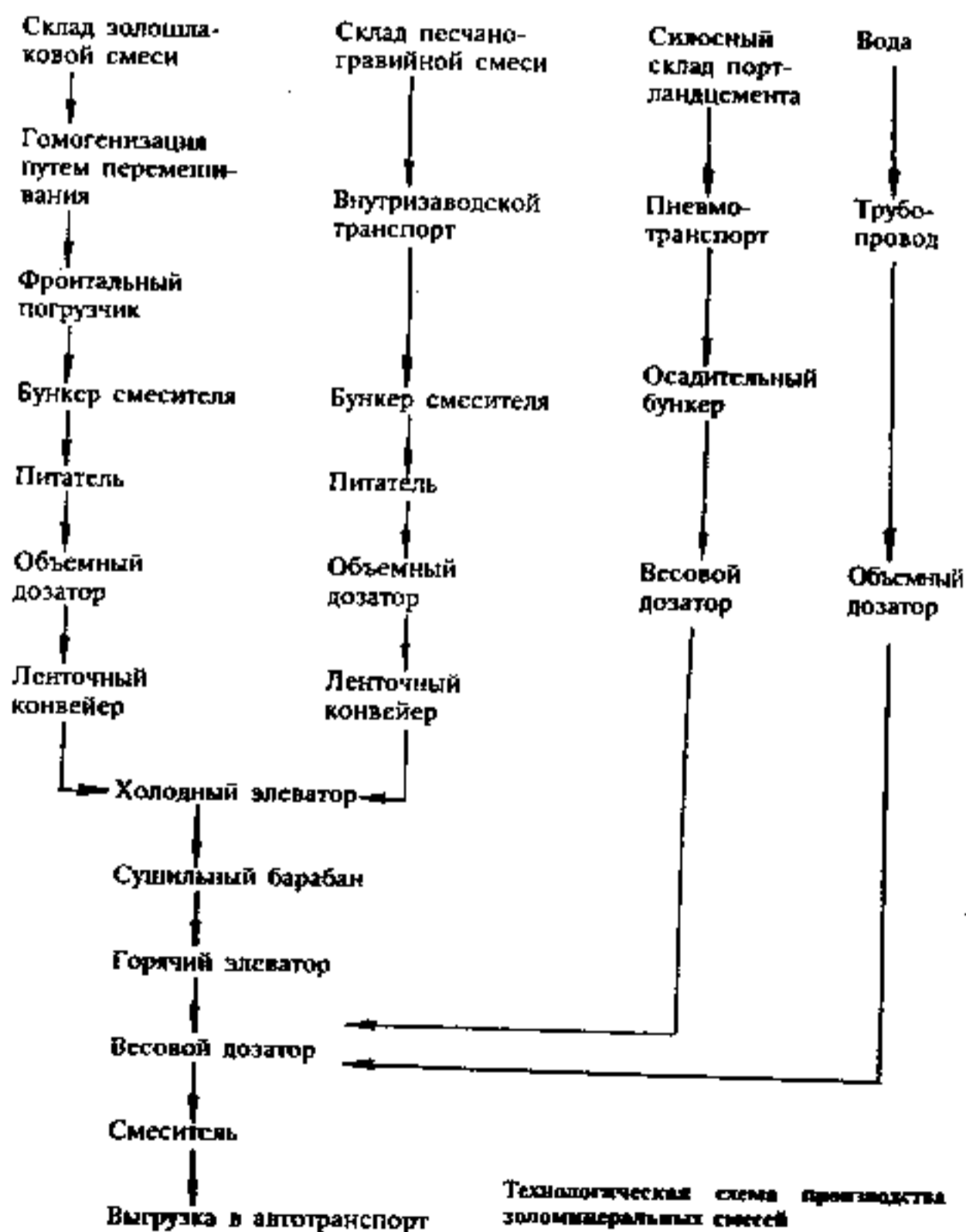
Наибольшее влияние на прочность золошлаковой смеси оказывает возраст образцов. Это подтвердили длительные испытания: прочность образцов в возрасте  $360$  сут превышала показатель  $R_{28}$  в  $2-4$  раза.

Рост прочности материала во времени свидетельствует о пуццолановой активности золы: аморфные компоненты золы ( $SiO_2, Al_2O_3$ ) способны поглощать ионы  $Ca^{2+}$  из водного раствора с образованием гидросиликатов и гидроалюминатов кальция. Пуццолановая активность золы проявляется по истечении  $2-3$  недель. На прочность образцов влияет содержание золоизвесткового и золоцементного вяжущих. Увеличение содержания золоизвесткового вяжущего ведет к интенсификации процессов твердения и набора прочности. Для золоцементных композиций следует учитывать оптимальное содержание золы, которое составляет  $15-20\%$ .

Электронномикроскопические исследования свидетельствуют о взаимодействии компонентов золоизвесткового и золоцементного вяжущего между собой. На поверхности шлака и заполнителя видны аморфные (гелевидные) и плохо закри-

сталлизованные продукты, шарики золы покрыты аморфным слоем. Контакт на границах «вяжущее-заполнитель», «шарики золы-активатор», «вяжущее-шлак» — плотный. Микроструктура вяжущего также

имеет гелевую фазу. Можно предположить, что рост прочности во времени происходит в результате уплотнения телесных новообразований и перехода их в камнеподобное состояние.



Разработаны составы композиций для устройства оснований дорожных одежд, в которых использовалась гравийно-песчаная смесь без фракционирования. Часть гравия заменена топливным шлаком. Использовано золоизвестковое и золоцементное вяжущее с содержанием золы 10—20%.

Композиции соответствуют по своим физико-механическим свойствам требованиям СНиП 2.05.02—85 «Автомобильные дороги» к основаниям дорожных одежд дорог IV—V категорий.

В 1991 г. недалеко от г. Ижевска на Шабердинском тракте построен участок дороги протяженностью 1 км с основанием дорожной одежды из гравийно-песчаной смеси, обработанной золоцементным вяжущим. Смесь приготавливали на асфальто-бетонном заводе треста «Дормостстрой» в смесителе Д-617-2.

Технологическая схема производства золоминеральных смесей на асфальтобетонном заводе показана на рисунке. Принудительное перемешивание компонентов в смесителе, их весовое дозирование, автома-

тизация управления процессом приготовления смесей позволили получить материалы высокого качества.

Полученные данные подтверждают возможность применения отходов топливной промышленности не только в качестве инертных заполнителей и наполнителей, но и как активного компонента, участвующего в реакциях гидратации при твердении различных минеральных композиций.

## Система высокоэффективных автоматизированных расчетов

В рамках конверсии военно-строительного производства кафедра «Строительные материалы» Военного инженерного строительного института в г. Санкт-Петербурге предлагает новую систему автоматизированных расчетов в области контроля качества и проектирования составов строительных материалов.

Система включает около пятидесяти комплексных оригинальных программ для решения более двухсот совмещенных задач по строительным материалам автоматизированным способом с применением отечественных программируемых микрокалькуляторов и других микро-ЭВМ. К программам прилагается математическое и методическое обеспечение расчетов, отвечающее требованиям современных нормативных актов.

В систему входит новый высокоэффективный метод расчета состава бетона по межзерновой пустотности смеси заполнителей, разработанный на кафедре и обеспечивающий оптимизацию состава на макро-, мезо- и микроуровнях структуры бетона. В результате уже на стадии расчета начального состава обеспечивается получение рациональной структуры бетона и достигается снижение расхода цемента до 30% при повышении прочности материала до 20%. Указанный метод широко апробирован на научно-технических форумах и на практике.

Внедрение предлагаемой системы в производство дает значительный экономический эффект, повышает производительность труда инженерно-технического персонала при выполнении расчетов в 7—15 раз, обеспечивает большую точность результатов и исключает ошибки.

Применяемый математический аппарат позволяет провести глубокий анализ существующих в производстве решений и выдать рекомендации о повышении их эффективности.

По вопросам получения документации, внедрения системы и нового метода подбора состава бетона на договорной основе обращаться по адресу:

191185, г. Санкт-Петербург,  
ул. Захарьевская, д. 22  
ВИСИ, кафедра «Строительные материалы»  
Телефоны: (812) 278-82-57, (812) 278-03-33.

## Вяжущие вещества из отходов сталеплавильного производства

Известно, что доменные металлургические шлаки находят все более широкое применение не только в производстве шлакопортландцемента, но и в бетонах, изготавливаемых на шлакощелочных вяжущих. Кроме металлургических и электротермофосфорных шлаков в производстве вяжущих могут использоваться и другие промышленные отходы, например, сталеплавильные шлаки. Только в одном Северо-Западном регионе ежегодно образуется свыше 3 млн. т таких шлаков.

В настоящее время сталеплавильные шлаки используют в небольших количествах, в основном, в виде заполнителей для тяжелых бетонов, а также в качестве отсыпки при устройстве дорожного полотна.

Сталеплавильные шлаки из-за высокого содержания в них железа (до 30%) не подвергаются грануляции и в производстве вяжущих в настоящее время не применяются. Затрудняет использование этих шлаков и нестабильность их химического состава: от ультракислых (ваграночные) до ультраосновных (вторичные мартеновские).

В исследованиях, которые проводятся в последние годы кафедрой

«Строительные материалы» ВИСИ, использовались наряду с доменными гранулированными шлаками Череповецкого металлургического комбината электросталеплавильные шлаки производственного объединения «Ижорский завод», имеющие следующий химический состав (содержание в %):  $\text{CaF}_2$ —0,9;  $\text{MgO}$ —16,2;  $\text{Al}_2\text{O}_3$ —4,7;  $\text{SiO}_2$ —29,3;  $\text{P}_2\text{O}_5$ —0,14;  $\text{SO}_3$ —0,06;  $\text{CaO}$ —33,5;  $\text{TiO}_2$ —0,5;  $\text{MnO}$ —3;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ —10,2;  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ —1,5.

Шлак является основным — модуль основности 1,46. Подготовка его заключалась в сушке до остаточной влажности не более 1% и помоле до удельной поверхности 3500 и 5000  $\text{см}^2/\text{г}$ . Для выявления наибольшего эффекта твердения подготовленного шлака, его затворяли щелочными компонентами на основе технической соды, жидкого стекла, метасиликата и дисиликата натрия, едкого натра и едкого калия.

Марку щелочных вяжущих определяли по результатам испытания образцов-балочек размером 4×4×16 см из раствора состава 1:3 (шлак:песок) при растворошлаковых отношениях 0,32—0,36, хранящихся до испытания в стандартных

условиях. Для повышения активности сталеплавильного шлака его частично смешивали с молотым доменным шлаком Череповецкого металлургического комбината. Наибольшая прочность шлакощелочного вяжущего была получена при использовании мета- и дисиликата натрия. Часть образцов подвергалась пропариванию, остальные твердели в нормальных температурно-влажностных условиях (НТВУ).

Некоторые результаты испытаний щелочных вяжущих на сталеплавильных шлаках представлены в таблице.

Полученные результаты исследований дают принципиальный ответ о возможности использования негранулированных сталеплавильных шлаков для получения шлакощелочных вяжущих активностью от 15 до 25 МПа.

Указанные шлакощелочные вяжущие можно применять в бетоне и растворах, а также для изготовления стеновых материалов в малоэтажном строительстве, потребности в которых в настоящее время постоянно возрастают.

Вид шлака	Удельная поверхность, $\text{см}^2/\text{г}$	Вид щелочи	Средняя плотность раствора, $\text{кг}/\text{м}^3$	Расход на замес, г			Растворошлаковое отношение	Условия твердения	Прочность, МПа	
				шлак	щелочь	песок			при сжатии	при изгибе
С*	3500	метасиликат натрия	1200	500	160	1500	0,32	НТВУ	15	3,9
С	5000	то же	1250	500	170	1500	0,34	то же	20	4
С	5000	—	1300	500	170	1500	0,34	пропаривание	25	4,3
С	5000	дисиликат натрия	1300	500	160	1500	0,32	НТВУ	18,4	3,9
С	5000	то же	1300	500	160	1500	0,32	пропаривание	19,6	4
С	3500	—	1200	300	160	1500	0,32	то же	24	4,4
Д**	3500	—	1200	200	160	1500	0,32	—	24	4,4

Примечание: С\* — сталеплавильный шлак; Д\*\* — доменный металлургический шлак.

## О теплотехнических характеристиках материалов

Настоящую статью следует рассматривать как дополнение к работе по теплотехническим критериям качества стеновых материалов, опубликованной ранее в журнале «Строительные материалы» [1]. Эти дополнения касаются трех вопросов: теплотехнических характеристик кирпичных стен толщиной в полтора кирпича, новых данных по стенам из ячеистого бетона и по двухслойным кладкам.

Вопреки рекомендациям СНиП многие строители индивидуальных домов возводит наружные стены толщиной в полтора кирпича (38 см). Поэтому следует объективно установить теплотехнические свойства таких стен и предупредить о негативных последствиях (см. таблицу).

Как следует из таблицы, стены из керамического и силикатного кирпича, в том числе пустотелого, толщиной 38 см не имеют должного термического сопротивления, которое находится в пределах  $R=0,5-0,65 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$ . Тепловая инерция кирпичных стен такой толщины недостаточна ( $D=4,7-5,2 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$ ) и, следовательно, имеет место неудовлетворительный коэффициент комфортности  $K=5,8-10,3$ . Возведение жилых домов со стенами в полтора кирпича нецелесообразно вследствие больших потерь тепла зимой и быстрого перегрева здания от солнечной радиации в летнее время.

К сожалению, в статье [1] допущена неточность: приведенный в таблице коэффициент комфортности для стены из ячеистого бетона плотностью  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$  и толщиной 25 см равен не 4, а 5 баллам.

Были рассчитаны теплотехнические характеристики ( $R$ ,  $D$  и  $K$ ) для ячеистого бетона плотностью  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$  в зависимости от толщины стены (см. таблицу). Толщина стены 20 см обеспечивает коэффициент комфортности всего 9,3 балла, и, как уже указывалось выше, стене 25 см соответствует  $K=5$ . Такая комфортность неприемлема для жилых помещений. Однако увеличение толщины стены ячеистого бетона до 30 см уже дает хороший результат ( $K=3,37$ ), стена 32 и 35 соответственно обеспечивают коэффициент комфортности 2,99 и 2,55 баллов, т. е. высокую комфортность. И все же жилец дома из ячеистого бетона с прочностью  $35 \text{ кг}/\text{см}^2$  не может чувствовать себя «как за каменной стеной», прочность стенового материала для наружных стен должна быть не менее  $100 \text{ кг}/\text{см}^2$ .

На практике часто применяют для наружных стен индивидуальных домов двухслойную кладку из силикатного кирпича толщиной 12 см (полкирпича) и ячеистого бетона. Теплотехнические характеристики таких стен приведены в конце таблицы. Установлено, что эти стены обеспечива-

ют высокую тепловую комфортность. Так, стена в полкирпича плюс 25 см ячеистого бетона плотностью  $600 \text{ кг}/\text{м}^3$  имеет  $K=3,49$ , если же толщину ячеистого бетона принять 30 см, то  $K=3,32$ .

Ряд специалистов высказывает мнение о неприемлемости системы оценки: меньше баллов — выше качество и больше баллов — хуже стеновой материал, с чем можно согласиться. В связи с этим предлагается величину коэффициента комфортности  $K$  рассматривать как порядковый номер, занимаемый в 20-балльной системе.

В заключение следует отметить, что методика определения тепловой инерции  $D=R \times S$  представляется нам упрощенной и недостаточно корректной. Слишком большой вклад в величину  $D$  вносит  $R$  и недостаточно учитывается влияние величины теплоусвоения  $S$ , т. е. теплоемкости и массы стены. Дальнейшее совершенствование методики определения тепловой инерции стены, по-видимому, должно идти в направлении прямого определения тепловой емкости стены.

### Литература:

1. Хвостенков С. И. Теплотехнические критерии качества стеновых материалов // Строительные материалы. 1993. № 9—10.

Наименование материалов	Плотность в сухом состоянии, $\text{кг}/\text{м}^3$	Коэффициент теплопроводности в сухом состоянии и при условиях эксплуатации $A_1$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	Коэффициент теплоусвоения $S$ (при 24 ч) при условиях эксплуатации $A_2$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	Толщина стены, м	Термическое сопротивление $R$ , $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$	Тепловая инерция $D$ , $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$	Коэффициент паропроницаемости, $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$	Коэффициент комфортности $K$ , баллы
Кладка из керамического сплошного кирпича	1800	0,56/0,7	9,2	0,38	0,543	4,99	0,11	8,87,
Кладка из керамического пустотелого кирпича	1600	0,47/0,58	7,91	0,38	0,655	5,18	0,14	5,87
Кладка из силикатного кирпича	1800	0,7/0,76	9,77	0,38	0,5	4,885	0,11	10,33,
Кладка из силикатного кирпича, 14 пустот	1400	0,52/0,64	7,93	0,38	0,594	4,71	0,14	8,83
то же	1400	0,52/0,64	7,93	0,64	1	7,93	0,14	2,67
Ячеистый бетон	600	0,14/0,22	3,36	0,2	0,9	3,05	0,17	9,3
то же	600	"	"	0,25	1,13	3,8	0,17	5
"	600	"	"	0,3	1,36	4,57	"	3,37
"	600	"	"	0,32	1,45	4,88	"	2,99
"	600	"	"	0,35	1,59	5,34	"	2,55
Двухслойная кладка					1,29	5,23		3,49
— силикатный кирпич	1800			0,12				
— ячеистый бетон	600			0,25				
Двухслойная кладка		0,8/0,91	10,5		1,26	5,165		3,25
— грунтоцементный кирпич	1900			0,12				
— ячеистый бетон	600			0,25				

Г. Ш. КЕЙДИЯ, инж., А. Х. ВЕЛИЕВ, инж., С. М. ДЖАФАРОВ, инж.,  
 Е. М. ЕРЕМЕНКО, физик, Ю. В. ЗЕЛЕНЕВ, д-р физ.-мат. наук, проф.  
 (г. Москва, Научно-исследовательский институт по защите металлов от коррозии)

## Улучшение свойств полимерных строительных материалов конструкционного и декоративного назначения

Полимеры разных классов занимают важное место среди конструкционных и декоративных материалов в строительстве. Одним из важных их преимуществ перед традиционными материалами является то, что можно управлять их структурой и свойствами посредством целенаправленных физико-химических воздействий. Изделия из таких материалов в процессе эксплуатации подвергаются действию различных внешних факторов. В связи с этим необходимо прогнозировать возникающие при этом изменения свойств и работоспособности.

Широко распространенным способом управления структурой и физическими свойствами полимерных материалов является их термическая обработка на заключительном этапе переработки полимеров в изделия.

Структура, а следовательно, и физические свойства полимерных материалов зависят не только от термической, но и от их механической предистории. Формирование как молекулярной, так и надмолекулярной (НМС) структур полимера посредством стимулирования процессов деструкции, рекристаллизации, вторичной кристаллизации, возникновения релаксационных переходов и т. д. происходит также под действием механического поля.

Согласованное действие теплового и механического полей сил, т. е. термомеханическая обработка (ТМО) полимеров может вызвать в

них более глубокие структурные изменения, чем те, которые происходят под действием каждого из таких полей в отдельности. Подобным внешним воздействием полимерные изделия подвергаются в той или иной степени и в процессе эксплуатации.

Во время термической обработки и теплового старения полимеров происходят изменения их структуры, физических свойств, увеличивается срок работоспособности. Подобные изменения могут быть вызваны также действием излучений и других внешних воздействий, в том числе механического и электрического. Наиболее глубокие изменения на всех уровнях структуры и соответственно физических свойств полимеров происходят от совместного действия силовых полей, например, при термомеханической обработке материалов.

Исследовалось влияние модификации полимерных материалов конструкционного и декоративного назначения посредством их термообработки в режимах закалки и каскадного отжига, радиационного облучения (жесткими гамма-квантами и быстрыми электронами) и ориентационной (одноосной, двухосной и радиальной) вытяжкой. Было установлено, что наиболее эффективной для разных полимерных материалов и универсальной для изменений их свойств является термообработка в режиме каскадного отжига (табл. 1, 2).

Таким образом, проведенные исследования позволили:

- изучить свойства различных строительных и промышленных материалов на основе некристаллических (ПВХ, ПС, ПСН, ПИ) и частично-кристаллических (ПЭ, ПП, ПЭТФ, ПТФЭ) полимеров в широких температурно-временных (частотных) диапазонах с использованием комплекса физических методов;
- получить результаты исследования молекулярной подвижности полимерных материалов в различных силовых полях — механическом, электрическом, магнитном и в отсутствии их действия (по данным метода термомеханических флуктуаций). Такие результаты свидетельствуют о том, что напряжения силовых полей (как и частоты их изменения) затрудняют их локальные и сегментальные процессы;
- выявить особенности релаксационных процессов в некристаллических и частично-кристаллических полимерах, обусловленные их разной структурной упорядоченностью, что проявляется в различной степени структурной неоднородности, которая является чувствительной характеристикой модификации полимерных материалов;
- установить, что термическая стойкость различных полимеров, оцениваемая по температурным за-

Таблица 1

Промышленная полимерная пленка	Физические свойства пленки											
	Теплостойкость, (Т), К			Морозостойкость, (Тм), К			Светостойкость (к солнечной радиации)			Водостойкость (поглощение влаги за 1 сут)		
	исходной	закаленной	отоженной	исходной	закаленной	отоженной	исходной	закаленной	отоженной	исходной	закаленной	отоженной
Полистирольная	361	356	364	211	207	216	плохая	ухудшение	улучшение	0,05	0,03	0,07
Полиэтилентерефталатная	419	412	423	213	208	219	хорошая	ухудшение	улучшение	0,8	0,78	0,81
Полиэтиленовая	389	378	393	227	221	232	удовлетворительная	ухудшение	улучшение	0,014	0,011	0,016
Полипропиленовая	405	396	408	223	217	227	удовлетворительная	ухудшение	улучшение	0,005	0,003	0,006

висимостям детерминантов термодинамической устойчивости, определяется их молекулярным строением и кристаллической структурой. Термообработкой полимеров в режимах закалки и отжига можно целенаправленно регулировать их физические свойства, причем более эффективным оказывается ступенчатый (каскадный) режим прогрева образцов. При этом найдены оптимальные условия выбора температур ( $T_{пл} > T_{отж} > T_c$ ) и времени ( $t_{отж} = 1-1,5$  ч) прогрева, а также скоростей нагревания ( $w^+ = 15-20$  К/ч) и охлаждения ( $w^- = 5-10$  К/ч), при которых отжиг приводит к повышению механической и электрической прочностей некристаллических и частично-кристаллических материалов;

— получить режимы радиационного облучения некристаллических полимеров жесткими  $\gamma$ -квантами (с энергией 1,25 МэВ) и быстрыми электронами (с интенсивностью пучка  $0,45 \cdot 10^{12}$  эл/см<sup>2</sup>), при которых пространственное структурирование образцов приводит к увеличению значений обратимой деформации и повышению механической и электрической прочностей;

— найти оптимальные условия ориентационной модификации некристаллических и кристаллических пленок при одноосной (с кратностью  $\lambda = 1,5-5$ ) и двухосной ( $\lambda = 1,5 \times 1,5-5 \times 5$ ) вытяжках. Надо сказать, что эффективность этих видов вытяжки зависит от исходной структуры пленок: для некристаллических образцов наибольшее изменение свойств происходит при их одноосной ориентации, а для кристаллических — при двухосной.

На основе полученных результатов исследований разработаны рекомендации по управлению качеством

полимерных материалов и прогнозированию изменения их работоспособности после хранения и эксплуатации в реальных условиях с учетом старения в температурных и силовых полях. Расчеты, проведенные на основании данных по изменению механических характеристик полимеров с учетом их теплового старения, показали, что прогнозируемая работоспособность может изменяться во временном диапазоне от 16 до 40 лет. Гарантийные сроки хранения для частично-кристаллических полимеров больше, чем для некристаллических.

Установлен еще один существенный момент: при модификации полимерных пленок их основные механические характеристики — разрушающее напряжение  $\sigma_p$  и относительное удлинение при разрыве  $\epsilon_p$  претерпевают существенные изменения. При отжиге, радиационном облучении и ориентационной вытяжке механическая прочность материалов повышается до 20% для некристаллических и 25% для кристаллических полимерных пленок. При закалке увеличивается деформируемость пленок до 14% для некристаллических и до 17% для кристаллических пленок.

Анализ значений названных выше механических характеристик промышленных полимерных пленок, приведенных в действующих ГОСТах, позволяет рекомендовать их модификацию с целью повышения значений  $\sigma_p$  и  $\epsilon_p$ . В табл. 2 ГОСТ 12998-85 для ПС-пленки толщиной 20-50 мкм при растяжении в продольном направлении приведены значения  $\sigma_p = 49-69$  МПа и  $\epsilon_p = 3-15\%$ . С учетом того, что при модификации ПС-пленки термообработкой в режиме отжига  $\sigma_p$  повышается на 15-20%, а при закалке  $\epsilon_p$  увеличивается на 10-14%, на основании расчета можно рекомендовать внесение в ГОСТ на ПС-пленки (при

его переработке) значений  $\sigma_p = 56,4-82,2$  МПа и  $\epsilon_p = 13-29\%$ .

В табл. 3 ГОСТ 10354-82 для ПЭ-пленки толщиной 40-60 мкм при растяжении в продольном направлении приведены значения  $\sigma_p = 12,7-16,1$  МПа и  $\epsilon_p = 100-450\%$ . Так как при модификации частично-кристаллической ПЭ-пленки термообработкой в режиме отжига  $\sigma_p$  повышается на 18-25%, при закалке  $\epsilon_p$  увеличивается на 12-17%, на основании проведенных расчетов можно рекомендовать внесение в ГОСТ на ПЭ-пленки (при его переработке) значений  $\sigma_p = 14,9-20,1$  МПа и  $\epsilon_p = 112-467\%$ .

В табл. 3 ГОСТ 16272-79 для ПВХ-пленки толщиной 20-50 мкм при растяжении в продольном направлении приведены значения  $\sigma_p = 9,8-19$  МПа и  $\epsilon_p = 120-220\%$ . Расчет показывает (с учетом того, что при отжиге  $\sigma_p$  повышается на 15-20%, а при закалке  $\epsilon_p$  увеличивается на 10-14%), что для модифицированных термообработкой ПВХ-пленок значения  $\sigma_p = 11,3-22,8$  МПа, а  $\epsilon_p = 130-234\%$ . Эти значения можно рекомендовать для внесения в ГОСТ (при его переработке).

При радиационном облучении и при ориентационной вытяжке некристаллических и частично-кристаллических полимерных пленок значения  $\sigma_p$  и  $\epsilon_p$  изменяются в меньшей степени, чем после термообработки. Например, для некристаллических ПВХ- и ПС-пленок в результате  $\gamma$ -облучения  $\sigma_p$  повышается на 10-18%, а  $\epsilon_p$  — на 12-16%. Это свидетельствует о том, что термообработка (непрерывная и ступенчатая) является наиболее эффективным способом физической модификации как некристаллических, так и частично-кристаллических полимерных пленок.

Таблица 2

Материал пленки	Характеристика	Механические свойства								
		Прочность при растяжении, $\sigma_p$ , МПа/м <sup>2</sup>			Относительное удлинение при разрыве, $\epsilon_p$ , %			Прочность при продавливании, $\sigma_p$ , МПа/м <sup>2</sup>		
		исходной	закаленной	отожженной	исходной	закаленной	отожженной	исходной	закаленной	отожженной
Полистирол	одноосноориентированная	78,4	75,2	83,6	36,5	39,8	32,2	3,2	2,8	3,5
Полиэтилентерефталат	двухосноориентированная	196,6	192,3	202,4	108,2	111,5	104,3	6,3	5,7	6,9
Полиэтилен высокого давления	одноосноориентированная	39,4	36,8	42,5	515,3	521,4	511,5	1,8	1,5	2
Полипропилен	двухосноориентированная	212,2	208,5	216,4	184,5	191,2	179,3	1,9	1,6	2,1

## Асбестоцементные трубы для питьевого водоснабжения

Во всем мире используются асбестоцементные трубы для питьевого водоснабжения. Пять лет назад в России выпускалось около 50 тыс. км усл. диам. асбестоцементных труб, причем около 60% их использовалось для орошения и водоснабжения. Остальное количество труб применялось для канализации (12%), для дренажа (7%), для телефонизации (16%), для мусоропроводов (4%), для стоек и других целей (4%). В 1993 г. производство асбестоцементных труб в России составило всего около 7 тыс. км усл. диам., т. е. за пять лет производство их снизилось в 7 раз. Основная причина такого падения производства асбестоцементных труб чисто экономическая (кризисное состояние производства и строительства в стране).

В данной статье ставится цель рассмотреть вопрос безопасного применения асбестоцементных труб для питьевого водоснабжения. Связано это с тем, что в прессе периодически появляются статьи о канцерогенности асбеста. Мы будем вести речь только о хризотил-асбесте, применяемом в России и СНГ. Амфиболовые асбесты уже несколько лет у нас не применяются. Асбестоцементная пыль, возникающая в частности при токарной обработке труб и муфт, отнесена Минздравом СССР к III классу опасности («умеренно опасные вещества»). Однако, по данным НИИ гигиены и труда и профзаболеваний (1990 г.) в асбестоцементной промышленности практически не наблюдается асбестообусловленных заболеваний. Это связано с тем, что асбест в асбестоцементе находится внутри цементного камня.

Производство и применение асбестосодержащих материалов в мире разрешено Конвенцией № 162 «Об охране труда при использовании асбеста», принятой Международной организацией труда 4 июня 1986 г. В свете этой Конвенции в нашей стране Минздрав СССР утвердил 31.07.91 за № 5808 «Санитарные

правила при работах с асбестом». Подробный разбор возможности заболевания раком легких от вдыхания респираторных асбестовых волокон не входит в цель этой статьи. Со всей определенностью можно сказать, что за 70 лет жизни, возможно, умрет 1 человек из 100 тыс. населения от асбестообусловленного рака, в то время как всего от ракового заболевания умрут 8,8 тыс. человек — курильщиков и еще 13,1 тыс. человек, заболевших другими болезнями от курения (данные института Асбеста Канады, 1988 г.).

Некоторые люди из-за недостаточной информированности опасаются, что могут заболеть раком пищеварительного тракта от потребления воды, транспортируемой асбестоцементными трубами.

Серьезный и объективный обзор научных данных о влиянии асбеста на здоровье подготовил в 1988 г. доктор биологии, профессор Шербрукского университета в Канаде Ж. Данинган на основании анализа 90 первоисточников. Он сообщает, что асбест присутствует везде: в воздухе, воде (причем не только в тех районах, где добывается и применяется), и асбестоцементные трубы существенно не увеличивают концентрацию асбеста в воде. Практически, все люди ежедневно поглощают с пищей несколько млн. волокон асбеста без какого-либо заметного ущерба для здоровья.

Хотя и не доказано, что при проглатывании волокон асбеста можно заболеть раком пищеварительного тракта, Управление по охране окружающей среды США (УООС) установило в 1991 г. максимальный уровень содержания асбестовых волокон в питьевой воде, равный 7 млн. вол./л. Фактически в американских водах содержится до 2 млн. вол./л, а в Квебеке (Канада), где сосредоточено основное производство асбеста, до 2 млрд. вол./л.

В стандартах Европейского экономического сообщества нет ограничений по содержанию асбеста в

питьевой воде. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Канадское управление по здравоохранению и благосостоянию подвергают сомнению обоснованность предела, установленного УООС. Следует напомнить, что УООС уже пыталось в 1989 г. запретить применение почти всех асбестосодержащих материалов к 1997 г. Однако Апелляционный суд США в октябре 1991 г. отменил постановление УООС из-за недоказанности вредности асбеста, и Верховный суд США в феврале 1992 г. согласился в мнении Апелляционного суда.

ВОЗ (1987 г.) отмечает, что «поглощение асбеста с питьевой водой, независимо от того, присутствует ли он в небольших количествах из-за использования асбестоцементных трубопроводов или более высоких концентрациях вследствие природных источников асбеста представляет собой практически нулевую опасность». Подобные мысли высказывали Королевская комиссия по здравоохранению и технике безопасности (Канада, 1984 г.), правительство Канады (1988 г.), специалисты на семинаре Всемирного банка на тему «Асбест и здоровье» (США, 1988 г.), неоднократно ВОЗ (1986, 1988, 1991 гг.), Английский институт исследования рака (1990 г.), Международная организация по экологическому здравоохранению и загрязнению окружающей среды (1988 г.), Английский департамент окружающей среды, Вестминстерская медицинская школа (Англия), Асбестовая информационная ассоциация Северной Америки (1991 г.).

Суммируя эти и другие научные данные, Международная асбестовая ассоциация 12.11.92 г. сделала вывод, что «не существует какой-либо опасности заболевания раком при попадании асбестовых волокон в пищеварительный тракт».

Таким образом, асбестоцементные трубы можно использовать для питьевого водоснабжения практически без ущерба для здоровья.

Б. М. РУМЯНЦЕВ, проф., д-р техн. наук,  
декан строительного-технологического факультета МГСУ,  
А. В. ФЕРРОНСКАЯ, проф. кафедры технологии вяжущих веществ и бетонов  
строительно-технологического факультета МГСУ

### 50 лет — школе технологов

Строительно-технологический факультет Московского государственного строительного университета в 1994 г. отмечает свой 50-летний юбилей.

Созданный в военное время в Московском инженерно-строительном институте, факультет готовил специалистов по производству строительных материалов и изделий, необходимых в то время для восстановления разрушенной войной страны.

Самое активное участие в организации факультета принимали выдающиеся ученые Н. А. Попов, Б. Г. Скрамтаев, О. А. Гершберг. Первым деканом факультета стал лауреат Государственной премии проф., д-р техн. наук М. И. Хигерович, а первыми его студентами — демобилизованные участники Великой Отечественной войны. В 1948 г. 19 выпускников начали свою трудовую деятельность в качестве инженера-технолога на предприятиях зарождающейся тогда промышленности сборного железобетона, деревянно-го домостроения, минеральной ваты и других новых материалов.

Встречая свой юбилей, коллектив факультета и его выпускники с глубоким уважением и признательностью вспоминают тех, кто стоял у истоков научных и педагогических школ, принесших славу не только своему факультету, но и строительной индустрии: лауреата Ленинской премии проф., д-ра техн. наук А. В. Волженского; лауреатов Государственной премии профессоров, докторов техн. наук О. А. Гершберга, Б. Г. Скрамтаева, доцента, канд. техн. наук М. И. Рогового; заслуженных деятелей науки и техники профессоров, докторов техн. наук Н. А. Попова, В. А. Воробьева, В. А. Китайцева, А. Х. Борка, В. А. Кирсева, С. Л. Сосина.

На факультете трудятся 65 преподавателей, в том числе 17 профессоров, докторов наук, 3 профессора, кандидата наук. Кроме того, на факультете работает 55 человек учебно-вспомогательного персонала и около

30 научных сотрудников. Многие из них — выпускники факультета.

За 50 лет подготовлено около 5 тыс. инженеров-технологов, преподавателей и научных работников.

Подготовка специалистов неразрывно связана с запросами строительства, так, в 50-е годы на факультете началась подготовка инженеров-технологов по специальности «Производство бетонных и железобетонных изделий и конструкций». Большой вклад в становление этой специальности внесли профессора О. А. Гершберг, Ю. С. Буров, доцент В. С. Колокольников.

С внедрением в строительство полимерных строительных материалов и пластмасс было связано возникновение новой специализации «Производство полимерных строительных материалов». Подготовке кадров по этой специализации посвятил многие годы проф. В. А. Воробьев.

Потребность в новых эффективных материалах для изоляционных и отделочных работ вызвала острую необходимость создания в последние годы специализации «Производство стеновых, отделочных и изоляционных материалов». Основы подготовки специалистов были заложены проф. В. А. Китайцевым и успешно развиваются профессорами Ю. П. Горловым и А. П. Меркиным.

Сейчас факультет готовит инженеров-технологов по двум специализациям: «Производство бетонных и железобетонных изделий и конструкций» (выпускающая кафедра «Технология вяжущих веществ и бетонов», зав. кафедрой академик РААСН, проф., д-р техн. наук Ю. М. Баженов); «Производство стеновых, отделочных и изоляционных материалов» (выпускающая кафедра «Технология теплоизоляционных материалов», зав. кафедрой заслуженный деятель науки и техники России, проф., д-р техн. наук Ю. П. Горлов).

В формировании и обучении специалистов важную роль играют и

другие кафедры факультета: «Строительные материалы» (зав. кафедрой проф., д-р техн. наук В. Г. Михульский), «Процессы и установки технологии строительных изделий» (зав. кафедрой проф., д-р техн. наук Б. М. Румянцев) и «Физическая, органическая и аналитическая химия» (зав. кафедрой проф., д-р техн. наук Р. А. Андрианов). Ведущими преподавателями факультета опубликованы многочисленные учебники и учебные пособия по строительным материалам, по минеральным вяжущим веществам, по теплоизоляционным и акустическим материалам и изделиям, по технологии бетонов и изделий, по полимерам и технологии полимерных строительных материалов, по теплотехническим процессам, аппаратам и установкам, по технологии керамики.

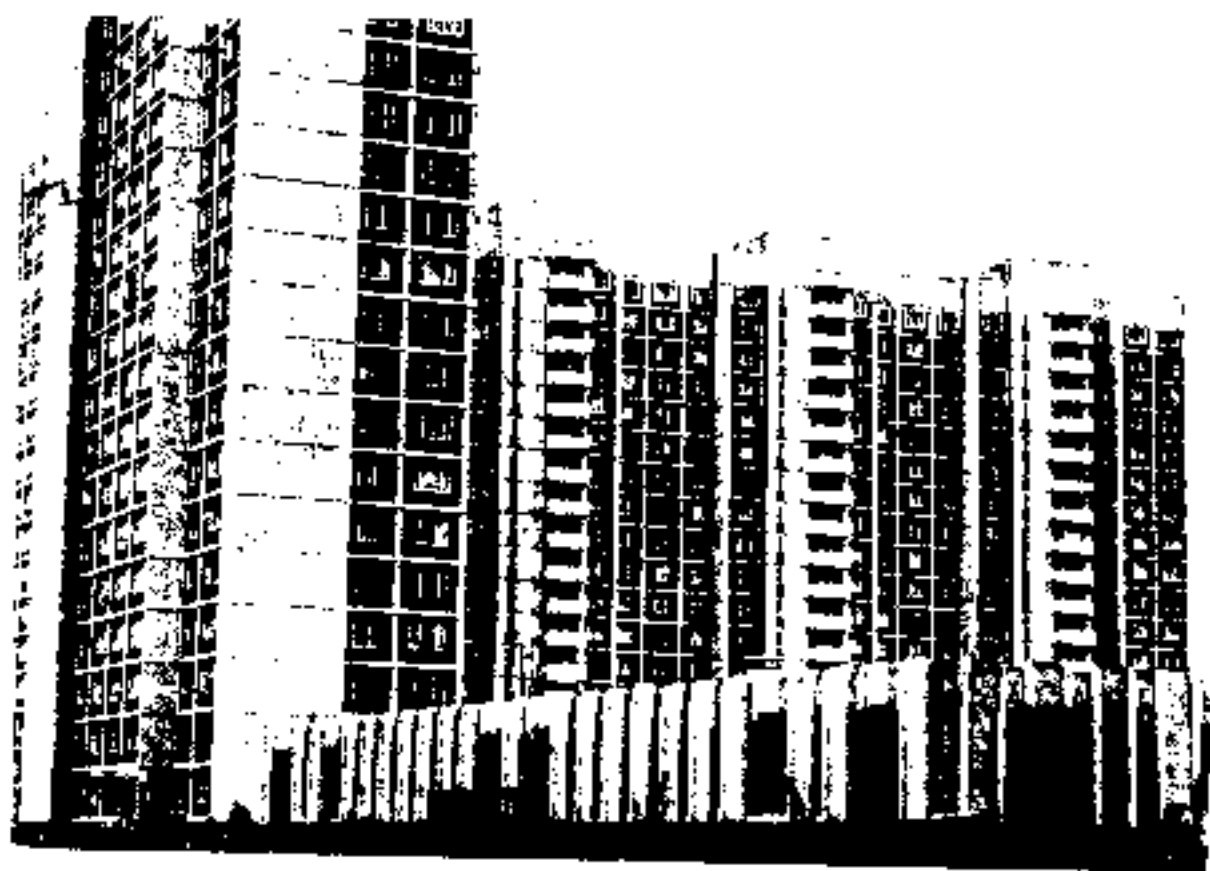
Эти учебники широко используются высшей школой как в России, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Большое значение в интеграции учебного процесса, науки и практики имеют филиалы кафедр, образованные непосредственно в научных и производственных организациях. Здесь проводятся все виды практик, выполняются лабораторные и научно-исследовательские работы в том числе с участием студентов, проводятся выездные заседания ГЭК.

Значительное место в деятельности факультета занимают научные исследования. Их основные направления:

- строительное материаловедение (методология изучения разработки и исследования строительных материалов в неразрывной связи с конструкциями, режимом и условиями их эксплуатации);
- создание ресурсосберегающих, мало- и безотходных, экологически чистых технологий по производству вяжущих, бетонов и изделий различного многофункционального назначения, в том





Комплекс многоэтажных зданий, при возведении которых использован монолитный бетон на ГЦИВ (разработка кафедры «Технология вяжущих веществ и бетонов»)

числе с использованием местного сырья (природного и из отходов производства — шлаков, зол, фосфогилса и т. п.);

- совершенствование технологии различных видов бетонов, в том числе путем модификации их химическими и минеральными добавками, механохимической активации и т. п.;
- синтез и технология жаростойких, в том числе высокопористых, материалов и изделий;
- повышение качества, долговечности и эффективности изделий и конструкций из различных бетонов;
- применение математических методов в технологии строительных материалов и бетонов, в том числе с использованием ЭВМ.

Многие работы имеют не только важное теоретическое, но и большое практическое значение для развития промышленности строительных материалов и изделий. В их числе необходимо отметить: разработки Н. А. Попова в области основ технологии легких бетонов и строительных растворов; создание Б. Г. Скрамтаевым и М. И. Хигеровичем гидрофобных и пластифицированных цементов; создание А. В. Волженским смешанных вяжущих веществ с использованием шлаков, зол и других отходов промышленности и бетонов на их основе; разработку теории автоклавных процессов и технологии автоклавных изделий; создание впервые в мировой практике водостойких гипсоцементнопесчаных вяжущих; разработку технологии строительных изделий из бетонов на

барханных песках (А. В. Волженским совместно с Ю. Д. Чистовым); работы О. А. Гершберга по совершенствованию технологии бетона, бетонных и железобетонных изделий; работы Ю. М. Баженова по проектированию состава различных видов бетона, в том числе с использованием математических методов; по исследованию поведения бетона при динамическом нагружении, специальных бетонов (мелкозернистых, декоративных, бетонополимеров и др.); работы Г. И. Горчакова по теории морозостойкости бетонов; работы Л. П. Оренлихер по совершенствованию технологии, повышению долговечности и теплотехнических свойств легких и других видов бетонов; работы Г. П. Сахарова по материаловедческому аспекту надежности изделий и конструкций, в частности из ячеистого бетона, на основе системного подхода; работы А. В. Ферронской по долговечности бетонов на местных вяжущих, по экологическим проблемам промышленности строительных материалов, совместно с В. И. Стамбулко, В. Ф. Коровяковым и Л. Д. Чумаковым по совершенствованию технологии и созданию новых водостойких вяжущих; работы Л. А. Алимова и В. В. Воронина по повышению качества и технико-экономической эффективности различных бетонов и изделий и применению математических методов в технологии строительных материалов и бетонов; работы Ю. П. Горлова по технологии жаростойких (плотных и пористых) материалов и изделий; работы А. П. Меркина по технологии теплоизоля-

ционных материалов и специальных покрытий; работы В. Н. Сокова по технологии пористых строительных материалов, основанной на способе самоуплотнения масс; работы Б. М. Румянцева по технологии декоративно-акустических материалов и изделий; работы Р. А. Андрианова по полимерным строительным материалам повышенной огнестойкости, совместно с М. Я. Яковлевой — по использованию отходов химического производства при создании коррозионно-стойких материалов; работы В. Г. Микульского и В. В. Козлова по модификации строительных материалов полимерами.

Наибольший объем научных исследований выполняют выпускающие кафедры «Технология вяжущих веществ и бетонов» и «Технология теплоизоляционных материалов», которые представляют собой учебно-научные комплексы, состоящие из кафедры и научно-исследовательских лабораторий. В тесном сотрудничестве с учебно-научными комплексами выпускающих кафедр работают и другие кафедры факультета.

Преподаватели, сотрудники и студенты активно участвуют в выполнении важнейших программ по строительству («Стройпрогресс», «Жилище», «Архитектура и строительство», «Гипс» и др.).

Многие научные разработки факультета нашли практическое применение. Так, на ряде заводов централизованно выпускаются гипсоцементнопесчаные вяжущие. Они широко используются при производстве перегородок, сантехкабин, вентиляционных блоков в нашей стране, а также в практике строительства за рубежом (Польша, Германия и др.).

На заводах железобетонных изделий производятся изделия и конструкции из бетонов на основе некондиционных мелких и барханных песков. Высокотемпературные теплоизоляционные изделия применяются в печах керамического производства. Жаростойкие бетоны используются для футеровки цементных и известковых печей, а также вагонок керамического производства.

Зольный гравий производится не только в России, но и в странах СНГ, Польше.

Накопленный научный потенциал реализуется при разработке курсовых и дипломных проектов. До 35% студентов дневного отделения выполняют дипломные проекты, содержащие научно-исследовательскую часть или реальные научно-исследовательские работы. Студенты факультета выступают на институтских, городских и международных конференциях, есть студенты, имеющие авторские свидетельства и



Интерьер кафе. Потолок выполнен из плит акмилран (разработка кафедры «Процессы и установки технологии строительных изделий»)

публикации в ведущих журналах, периодических изданиях.

Ключевой вопрос подготовки высококвалифицированных инженеров-технологов — это развитие интереса к специальности, стимулирование участия в научно-исследовательской работе, различных программах.

Изучение учебных дисциплин базируется на разбивке их по модулям с интегральной оценкой знаний студентов. При чтении лекций преподаватели факультета широко используют технические средства обучения, а при выполнении лабораторных работ — современные приборы и оборудование. Курсовое и дипломное проектирование осуществляется с использованием персональных ЭВМ, машинной графики.

Студенты принимают активное участие в заседаниях Совета факультета, в обсуждении актуальных вопросов, касающихся подготовки специалистов и студенческой жизни.

С 1989 г. факультет развивает международное сотрудничество. Только в 1990 г. на обучение в европейские ВУЗы было направлено 15 студентов 3 и 4 курсов. На факультете обучаются студенты из ближнего и дальнего зарубежья.

Много внимания на факультете уделяется подготовке педагогических и научных кадров в аспирантуре, докторантуре и на факультете повышения квалификации — эти специалисты высшей квалификации работают в Казахстане, Узбекистане, на Украине, в Грузии, Молдове и в других бывших союзных республиках, а также за рубежом (в Польше, Болгарии, Германии, Вьетнаме, Коре, Ливии и др.).

Немало преподавателей оказывает помощь в подготовке национальных кадров высшей квалификации за рубежом (в Алжире, Афганистане, Гвинеи, Камбодже, Тунисе, Кубе и др.).

В условиях рыночных отношений структурная перестройка строительства предопределяет создание новой концепции производства основных видов строительных материалов и, прежде всего, для жилищного, особенно малоэтажного, строительства как главного приоритета экономической реформы, а также для агропромышленного, энергетического и транспортного комплексов. Проблема усложняется тем, что меньше становится возможным использовать традиционные виды сырья — щебня, песка, глины. Поэтому так резко возросла потреб-

ность в специалистах высокой квалификации в области производства эффективных строительных материалов не только из природного сырья, но из местного сырья, отходов и полупродуктов других отраслей промышленности по комплексным безотходным, ресурсосберегающим и экологически чистым технологиям. И главная задача факультета в нынешних условиях — подготовка специалистов, отвечающих современным требованиям отрасли промышленности строительных материалов, способных решать на высоком техническом уровне инженерные задачи, необходимые для производственно-технологической, организационно-управленческой, проектной, экономической и научно-исследовательской деятельности. Кроме профессиональных знаний специалисты приобретают навыки менеджмента, маркетинга, знакомятся с сертификацией и лицензированием, что позволит с наибольшей отдачей применить профессиональные знания для повышения конкурентоспособности предприятий в современных условиях.

Вот почему на факультете принято решение начать обучение по новой специализации — готовить технологов-экономистов по производству строительных материалов и изделий, в том числе для работы на совместных предприятиях, в фирмах и в акционерных обществах.

Развивается направление, связанное с подготовкой специалистов в области охраны окружающей среды, влияния на нее промышленности строительных материалов, комплексного использования природных ресурсов, местного и вторичного сырья.

Отраслевая экономика, правовая и экологическая подготовка, психология управления, владение вопросами эстетики и эргономики в производстве строительных материалов и изделий — вот сфера деятельности научных сотрудников и преподавателей факультета, которые смогут обеспечить повышение уровня подготовки выпускников строительного факультета Московского государственного строительного университета.

*Александр Васильевич Волженский (08.09.1899 — 22.09.1993) — крупный ученый в области технологии строительных материалов и изделий, д-р технических наук, профессор, лауреат Ленинской премии, заслуженный деятель науки и техники России. Почти четыре десятилетия сотрудничал в журнале «Строительные материалы» как член редакционной коллегии. Автор фундаментальных исследований в области теории твердения вяжущих веществ и бетонов, впервые опубликованных в виде статей на страницах нашего журнала.*



## Ученый, педагог, наставник

У Александра Васильевича Волженского много учеников. В день 50-летнего юбилея строительно-технологического факультета, которому он отдал много лет своей жизни, и посвящают его успехи эту статью.

Долгую и очень интересную жизнь прожил А. В. Волженский. Закончив в 1925 г. Томский технологический институт, он начал трудовую деятельность на заводах Томска, а с 1932 г. — Москвы.

В 1935 г. он, опытный инженер, перешел на исследовательскую работу в Академию коммунального хозяйства, с 1942 г. трудился в Гипроавиапроме и Академии Архитектуры, являясь ее действительным членом. Затем защитил докторскую диссертацию, а через 2 года, в 1948 г. получил звание профессора.

С 1949 г. по 1975 г. А. В. Волженский возглавлял ведущую кафедру факультета «Технология вяжущих веществ и бетонов», где началась его большая плодотворная деятельность ученого и педагога, продолжавшаяся до конца жизни.

Научными исследованиями Александр Васильевич начал заниматься еще будучи студентом. Его внимание привлекали мало разработанные в то время вопросы термической обработки известково-песчаных материалов в автоклавах. Проведенные в 1926—1930 гг. опыты позволили сформулировать основные положения теории твердения силикатных материалов при обработке паром в автоклавах. Главные положения этой теории вместе с теплотехническими исследованиями процессов гидротермальной обработки были опубликованы в журналах «Строительная промышленность» и «Строительные материалы» в 1928—1935 гг., а затем

более полно — в книге «Водотермическая обработка строительных материалов в автоклавах» (1944 г.).

Теория твердения силикатных материалов в автоклавах нашла отражение во многих монографиях и включена в учебники для вузов (например: В. Н. Юнг, Ю. М. Бутт и др. «Технология вяжущих веществ» (1953 г.), а позже в учебник, выдержавший 5 изданий, «Технология вяжущих веществ», написанный А. В. Волженским совместно со своими учениками Ю. С. Бутовым и В. С. Колокольниковым).

Сразу после окончания войны исследования ученого были направлены преимущественно на изготовление крупноразмерных силикатобетонных изделий и конструкций, в том числе высокопрочных, а также на расширение сырьевой базы их производства. Он доказал возможность выпуска силикатного кирпича, крупных стеновых блоков, а также разнообразных панелей для жилищного и сельского строительства не только на основе известки или портландцемента, но и на основе безобжиговых вяжущих, получаемых из отходов металлургической, энергетической и химической промышленности (доменные, никелевые, меднолитейные, фосфорные шлаки, топливные шлаки и золы и т. п.).

Исследования показали также, что на основе известки и различных отходов с помощью автоклавной обработки можно получать строительные детали и изделия прочностью до 50 МПа, равноценные по своим свойствам таким же изделиям из бетонов на портландцементе.

Изучение в 1955—1963 гг. совместно с учениками К. В. Гладких, Ю. С. Бутовым, Б. Н. Виноградовым

и др. более ста разновидностей шлаков и зол методами химического, микроскопического, рентгеноструктурного, дифференциально-термического анализов, а также их апробирование и оценка с помощью технологических испытаний позволили с учетом данных других исследователей выявить зависимость активности побочных продуктов от их химического и фазового состава и разработать соответствующую научную классификацию и методы оценки качества.

Эти многочисленные работы позволили выявить еще одно важное обстоятельство. Оказалось, что цементы из многих доменных граушлаков, вопреки бытовавшему мнению, способны к интенсивному твердению подобно портландцементам средних и даже высоких марок (300—500) при температурах 90—175°C.

Это имело большое научное и практическое значение и создало предпосылки к организации производства железобетонных изделий марок 200—300 на бесклинкерных шлаковых цементах, при которой используют кратковременные режимы термообработки в пропарочных камерах и автоклавах.

Кроме того, изучение цементов из шлаков электротермического производства фосфора выявило их высокую сульфатостойкость. Эти дешевые безобжиговые цементы оказались, как установлено А. В. Волженским и Т. В. Тирановой, равноценными специальным сульфатостойким портландцементам, выпускаемым по сложной технологии.

Наконец, впервые А. В. Волженский вместе с К. Б. Фрейдиным выявил возможность получения из-

котермичных цементов для гидротехнического строительства, сочетая портландцемент с топливными граншлаками. Проведенные на кафедре исследования имели большое значение в связи с сооружениями ГЭС, в том числе на р. Енисей.

Результаты исследований широко публиковались, а также докладывались на многочисленных совещаниях и семинарах, что безусловно способствовало их практическому внедрению в последующие годы в заводскую практику.

Наконец, обширный материал, накопленный в 1955—1967 гг. за время работы на кафедре, а также в других организациях А. В. Волженский с коллегами проанализировал и обобщил в монографии «Бетоны и изделия на шлаковых и зольных цементах», изданной в 1963 г. (авторы А. В. Волженский, Ю. С. Буров, Б. Н. Виноградов, К. В. Гладких) и переизданной в 1969 и 1984 гг. (в дополненном и переработанном виде). Параллельно с этими работами на кафедре под руководством А. В. Волженского К. В. Гладких, И. Ю. Данилович, О. Б. Высоккий, А. М. Юдин и др. проводили многочисленные исследования по использованию зол и шлаков ТЭЦ для производства вяжущих, пористых заполнителей, бетонов и изделий на их основе.

В 1957—1960 гг. совместно со своим аспирантом А. Б. Цирлиным А. В. Волженский открыл возможность получения изделий из смеси извести с глиной с помощью термообработки при 400—700°C в течение 2—4 ч в восстановительной среде. Исследования показали, что в результате можно изготавливать изделия прочностью при сжатии 50—70 МПа. В последующем эти исследования были продолжены в Институте новых строительных материалов (Литва).

За разработку и внедрение в строительство сборных деталей и конструкций из силикатного бетона А. В. Волженский был удостоен в 1962 г. Ленинской премии.

В отдельный цикл исследований следует выделить работы А. В. Волженского с его аспирантом Л. Н. Поповым (1955—1958 гг.), направленные на получение особо прочных цементных бетонов. В итоге предложена технология автоклавных бетонов марок 1000—1200 с расходом портландцемента 200—225 кг на 1 м<sup>3</sup> бетона. Эти особо прочные бетоны несомненно найдут применение в настоящее время, в частности, в гидротехническом строительстве.

Параллельно велись работы совместно с аспирантом Е. Г. Казаковым над получением бесцементных бетонов прочностью 40—50 МПа

пропариванием в формах в течение 3—4 ч. Это открыло перспективы отказа от автоклавов и резкого сокращения времени термообработки.

Занимаясь всю жизнь бетонами с различными видами тепловлажностной обработки, А. В. Волженский не переставал думать, как сократить время тепловой обработки или вовсе отказаться от нее. Поэтому вторым важным направлением в его исследованиях стали работы в области гипсовых вяжущих, начатые еще в 1935 г. Эти исследования особенно плодотворными оказались в годы Великой Отечественной войны, когда остро ощущалась нехватка строительных материалов, особенно таких, которые можно выпускать без тепловой обработки.

В те годы ученым были улучшены свойства полуводного гипса благодаря различным добавкам, получены и изучены эстрих-гипс, бетоны и изделия на его основе. Одновременно в этот же период внедрялись различные гипсовые материалы и изделия непосредственно на предприятиях (в Щурове, Москве, Гурьеве, Луганске и др. городах).

В 1949—1952 гг. совместно с аспирантом Г. С. Коганом разработаны конструкции и предложена технология крупноразмерных гипсобетонных панелей для перегородок и внутренней облицовки стен, получивших широкое применение в нашей стране, а впоследствии и за рубежом (особенно после созданного Н. Я. Козловым прокатного стана для их изготовления).

Несмотря на большой объем исследований в области гипсовых вяжущих и изделий, их использование в строительстве было ограничено из-за недостаточной водостойкости и большой ползучести гипсобетонных изделий. Поэтому еще в 1940—1941 гг. А. В. Волженский приступил к изучению этих существенных недостатков гипсовых вяжущих для их устранения. Особенно интенсивно такие работы начались с 1950 г., когда он занялся исследованием системы гипс-портландцемент-вода.

Заметим, что попытки повысить водостойкость гипса введением в него цемента делались не раз с конца XIX века. Однако, они были безуспешными. Как известно, изделия, изготовленные из смеси гипса с портландцементом, через 3—12 мес. (а иногда и позднее), разрушаются вследствие образования в такой системе трехсульфатной формы гидросульфаталюмината кальция (этрингита), что приводит к большим деформациям в теле изделия.

В 1927 г. Ляфюма (Франция) предложил теорию образования этрингита в смеси гипса с цементом и его разрушающего влияния на

структуру затвердевших изделий. Эта теория получила всеобщее признание и вошла в учебники.

Исследования А. В. Волженского были направлены на изыскание приемов воздействия на условия образования этрингита с помощью различных добавок и, в первую очередь, пуццолановых.

К 1952—1954 гг. им совместно с аспиранткой Р. В. Иванниковой была доказана возможность получения стабильных вяжущих, состоящих из гипсового вяжущего, портландцемента и пуццолановых добавок.

Введение кислой пуццолановой добавки в количестве, определяемом по специальной методике, снижает концентрацию гидрата окиси кальция в системе и, предотвращая возникновение опасного этрингита, устраняет причины последующего разрушения изделий. Последующими исследованиями А. В. Волженским было установлено, что вместо этрингита образуются другие соединения, не вызывающие вредных напряжений в системе. Эти эксперименты доказали несостоятельность теории Ляфюма.

Новые смешанные вяжущие были названы гипсоцементнопуццолановыми (ГЦПВ).

Систематические исследования этих вяжущих (В. И. Стамбулко, А. В. Ферронская и др.) показали, что они обладают способностью твердения даже в воде. Изделия из них имеют повышенную долговечность, а по показателям усадки и ползучести под нагрузкой близки к изделиям из бетонов на портландцементе. Внедрение изделий из этих вяжущих началось с 1956 г.

Как показали исследования А. В. Волженского с К. В. Чаусом, бетоны на ГЦПВ могут успешно применяться для защиты от ядерных излучений, а также от огня.

Эти вяжущие особенно перспективны при изготовлении объемных блоков, а также при возведении зданий монолитным способом. Большой эффект достигается, когда для изготовления ГЦПВ вместо обычного гипсового вяжущего используется фосфогипсовое.

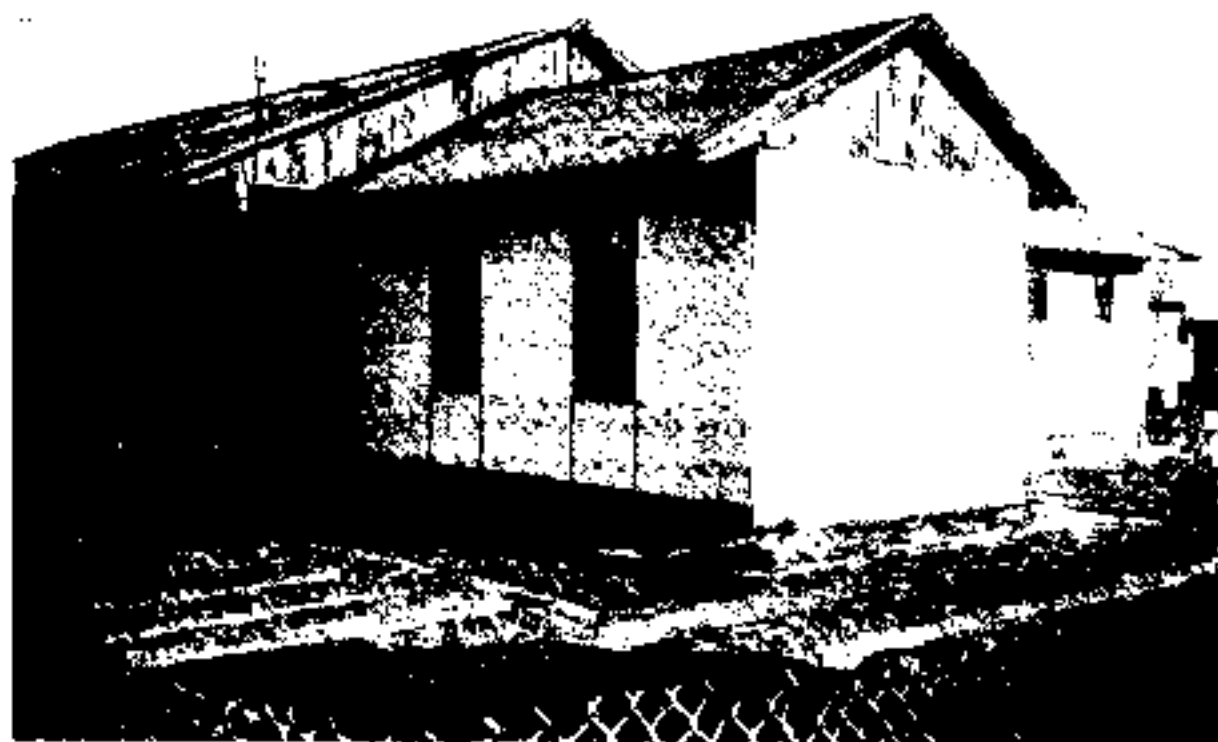
Под руководством А. В. Волженского аспиранткой Б. Б. Сейкетовой разработаны также водостойкие вяжущие, содержащие необожженный фосфогипс, известь и активную минеральную добавку. Из них можно формировать стеновые камни и блоки с объемной массой 800—1300 кг/м<sup>3</sup> с последующей сушкой при 85—110°C по особому режиму. Необходимо подчеркнуть, что изделия на основе таких вяжущих целесообразно изготавливать на небольших предприятиях мощностью 5—10 тыс. м<sup>3</sup> в год.

Такие смеси пригодны для изготовления гипсовых гранул для цементной промышленности, могут также использоваться при устройстве оснований для дорог и заполнения подземных выработок.

Начатые в 1950 г. исследования по улучшению свойств гипсовых вяжущих успешно развиваются на кафедре его ученицей А. В. Ферро-нковой, В. Ф. Коровяковым, Л. Д. Чумаковым, С. В. Мельниченко и др. Результатом работ является создание ГЦПВ нового поколения марок 350 и выше при коэффициенте размягчения 0,8 и более, что позволяет использовать их в ряде случаев вместо портландцемента, причем изготовление изделий из них не требует тепловой обработки. Особенно перспективно это вяжущее для возведения монолитных малоэтажных домов, в том числе и в зимних условиях. Отметим, что в последнем случае не требуются специальные мероприятия, необходимые при возведении зданий в зимних условиях из бетона на портландцементе.

Важные работы были проведены А. В. Волженским с его учениками (Ю. Д. Чистовым, Т. А. Карповой, Е. А. Борисюком) по замене тяжелых бетонов песчаными, в частности с использованием барханных песков. Исследованиями показано, что особенно перспективно применение таких песков в бетонах плотной и ячеистой структуры неавтоклавного твердения. В 70-е годы по разработанной на кафедре технологии начали действовать заводы неавтоклавного ячеистого бетона производительностью в 25 и 50 тыс. м<sup>3</sup> в год. К настоящему времени из таких бетонов в Туркмении построено более 4 тыс. сельских домов. Имеется опыт изготовления плит из шотного песчаного бетона для облицовки каналов оросительных систем и арыков.

Распространение этого опыта на регионы, где отсутствуют крупные заполнители, позволит сэкономить расходы на транспорт, что исключительно ценно в настоящее время. Особенно эффективно изготовление песчаных бетонов на быстротвердеющих цементах, в частности, разработанных на кафедре под руководством А. В. Волженского (имеется в виду известковый цемент, который содержит лишь 40—50% клинкера, а остальная часть — известь и активные манеральные добавки). Бетоны на таких вяжущих твердеют в 1,5 раза быстрее. Особенно эконо-



Двухквартирный жилой дом в пос. Новый Захмет (Туркмения) из неавтоклавного газобетона. Материал изготовлен с использованием барханного песка

мична термообработка не паром, а горячими газами, что уменьшает расход топлива примерно в 3 раза. Одновременно это будет способствовать охране окружающей среды.

Изложенное выше свидетельствует, что многочисленные и разнонаправленные исследования А. В. Волженского способствуют решению проблемы использования местного сырья и побочных продуктов различных отраслей промышленности. Они показывают, что имеются огромные резервы в производстве строительных материалов и изделий по экономичным, ресурсосберегающим и экологически чистым технологиям.

В последние годы своей жизни Александр Васильевич вместе с сотрудниками кафедры — его учениками — вновь обратился к теоретическим исследованиям. Заслуживают быть отмеченными работы по самопроизвольным и упругопластическим деформациям бетонов различных видов и на разнообразных вяжущих. Одновременно проведенное изучение тонкой структуры затвердевшего камня на различных вяжущих с помощью микроскопического, рентгеноструктурного, термическо-дифференциального и сорбционного анализов создало предпосылки для установления связи между микроструктурой новообразований и основными строительными свойствами бетонов. Возникают предпосылки к управлению такими важнейшими свойствами изделий, как уп-

ругость, ползучесть, трещиностойкость, долговечность и др.

Основные результаты и идеи по этой проблеме излагались А. В. Волженским на симпозиумах, конференциях, а также во многих статьях, в частности в журнале «Строительные материалы».

Александром Васильевичем опубликовано более 400 работ, среди которых 15 монографий и учебник по дисциплине «Минеральные вяжущие вещества».

За время почти 50-летней педагогической работы А. В. Волженский подготовил тысячи инженеров-технологов-строителей и около 80 кандидатов и докторов наук. Как руководителя научного и педагогического коллектива Александра Васильевича отличали глубокая компетентность, научный кругозор и творческий подход во всей его многогранной деятельности. Исключительная тактичность в общении с людьми и огромная доброжелательность к ним — прекрасные черты А. В. Волженского — педагога и руководителя.

Многим ученикам Александра Васильевича посчастливилось работать на кафедре технологии вяжущих веществ и бетонов. И надо сказать, что годы напряженной работы, проведенные с ним, — это годы самой большой человеческой радости — радости познания — стали и всегда будут незабываемой всхою на жизненном пути.

Ученики

# 50 ЛЕТ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ФАКУЛЬТЕТУ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО СТРОИТЕЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Уважаемые коллеги! Дорогие друзья!

Сообщаем Вам, что факультет СТ собирается отпраздновать свое пятидесятилетие. Это знаменательное событие состоится 9 апреля 1994 г. 50-летие — срок немалый. Нет многих, кто стоял у истоков факультета, кто дал ему силу, известность и добрые традиции.

Сколько прошло студентов через пять незабываемых лет учебы на СТ! Сколько выросло настоящих профессиональных инженеров-технологов, крупных руководителей, ученых!

**Всех —**

- *бывших студентов, аспирантов, стажеров,*
- *кто работал вместе с нами, сотрудничал на любом уровне,*
- *кто сохранил добрую память о факультете,*
- *кто хочет встретиться с преподавателями, друзьями-однокурсниками, а, значит, встретиться со своей молодостью*

**ПРИГЛАШАЕМ НА ЭТОТ ПРАЗДНИК.**

Ждем Вас в актовом зале МГСУ по адресу:  
129337, Москва, Ярославское ш., 26  
Телефон для справок: (095) 235-59-65

ДЕКАНАТ СТ

---

## «Архитектура Севера-94»

В начале февраля в г. Новосибирске состоялась выставка-ярмарка «Архитектура Севера-94». На ней были представлены архитектурные проекты и макеты, системы автоматизированного проектирования и программного обеспечения, студенческие проекты и дипломные работы, а также товары для офисов и проектных мастерских. Ярмарка продемонстрировала новые архитектурно-проектные услуги, учебно-педагогические новинки. Состоялись деловые встречи специалистов, презентации отече-

ственных и зарубежных фирм, семинары для работников специализированных газет и журналов. Российская академия архитектуры и строительных наук совместно с Западно-Сибирским региональным объединением организаций СА России провели конференцию «Проблемы развития деревянной архитектуры Сибири и северного региона».

В целях предоставления более широкого участия вузам и техникумам строительного профиля Совет директоров Сибирской Ярмарки обеспечил

работу этого контингента экспонентов на льготных условиях.

Выставка «Архитектура Севера-94» прошла одновременно с выставками «СтройСиб-94» (выставка-ярмарка строительных проектов, научных разработок, материалов, машин и механизмов, используемых в строительстве) и выставкой «Сиблес-94» (обработка древесины, лесное хозяйство и деревообрабатывающее оборудование). Краткий обзор этих выставок будет опубликован в следующих номерах нашего журнала.

## Вниманию авторов!

В 1994 г. изменилась технология редакционной подготовки и печати журнала «Строительные материалы». В связи с этим редакция журнала просит авторов при подготовке статей выполнять следующие требования:

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

2. Рисунки (графики, схемы, чертежи) и фотографии (черно-белые, на матовой белой бумаге) должны иметь четкое изображение, представляются в двух экземплярах. Иллюстрации должны быть следующих размеров: по горизонтали 54, 110 или 114 мм, по вертикали не более 240 мм.

3. Материал должен сопровождаться авторефератом размером до

половины страницы и экспертным заключением.

4. Все формулы и буквенные обозначения четко и разборчиво вписываются в текст от руки, греческие буквы выделяются красным цветом и на поля выносятся названия. Прописные буквы подчеркиваются двумя черточками внизу, строчные — двумя черточками сверху. Кроме этого, следует написать все формулы (одну под другой в порядке нумерации) на отдельной странице. Статьи, перегруженные формулами, не принимаются.

5. Статья может содержать не более 2—3 таблиц.

6. Список используемой и цитируемой литературы прилагают в конце статьи (ссылки на нее даются в тексте). В списке литературы указывают фамилию и инициалы авторов,

точное название книги (журнала, статьи), издательство и год издания. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются. На иностранный текст требуется дубликат.

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

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

9. Просим статьи в редакцию ценной бандеролью не направлять.

### IN THE ISSUE

*Grizak Ju. S.* Technical level and main tendencies in the industry of asbestos-cement

*Prouzin I. S.* Defending rights of consumers (Some results of licensing construction business)

*Tarasjevich B. P.* Advantageous modifications in brick production (Simulation of hard moulding scheme)

*Fedner L. A., Savostjanov V. P., Sukhanov M. A.* Using wastes from chemical industry and heat power engineering for cement production

*Demidov S. V., Grizlov V. S.* Quick evaluation of aggregate grain composition

*Shlegel I. F., Bobrov A. P., Shajevich G. Ja., Matvejev A. I., Shlegel F. I.* New press for ceramic tiles

*Gedeonov P. P., Judina L. V.* Ash and mineral compositions for road construction made of wastes from heat power industry

*Khvostenkov S. I.* Thermal properties of wall materials

*Tikhomirov A. P., Zadachin F. D.* Binder materials made of wastes from steel-smelting industry

*Keidija G. S., Velijev A. H., Jafrov S. M., Jerjomenko E. M., Zelenev Ju. V.* Properties improvement of building materials for structural and decorative purposes

*Jelfimov A. I.* Asbestos-cement pipes for drink water supply

*Rumjantsev B. M., Ferronskaja A. V.* 50 year of technological college

Scientist, teacher, mentor (Volzhensky A. V. 08.09.1899—22.09.93)

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

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

Редакция не несет ответственности за содержание реклам и объявлений.

Учредитель журнала: ТОО рекламно-издательская фирма «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

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

Главный редактор М. Г. РУБЛЕВСКАЯ

Редакционный совет:

Ю. З. БАЛАКШИН, А. И. БАРЫШНИКОВ, И. В. БРЮШКОВ, Х. С. ВОРОБЛЕВ, Ю. С. ГРИЗАК, Ю. В. ГУДКОВ, П. П. ЗОЛотов, В. А. ИЛЬИН, С. И. ПОЛГАНЦЕВ (председатель), С. Д. РУЖАНСКИЙ, В. А. ТЕРЕХОВ (зам. председателя), И. Б. УДАЧКИН, Е. В. ФИЛИППОВ

Адрес редакции: 103055, г. Москва, Тихвинский пер., д. 11  
Телефон: 258-75-51

Оформление обложки художника В. А. АНДРОСОВА  
Технический редактор Т. М. КАП  
Корректор Г. А. МЕРКУЛОВА

Сдано в набор 15.12.93. Подписано в печать 20.01.94. Формат 60×88<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага книжно-журнальная. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 5,3. Усл. печ. л. 3,92. Усл. кр.-отт. 4,92. Тираж 3345  
Заказ 426 С

Набрано в ТОО РИФ «Стройматериалы»  
Отпечатано в Подольском филиале

142100, Подольск, Моск. обл., ул. Кирова, 25