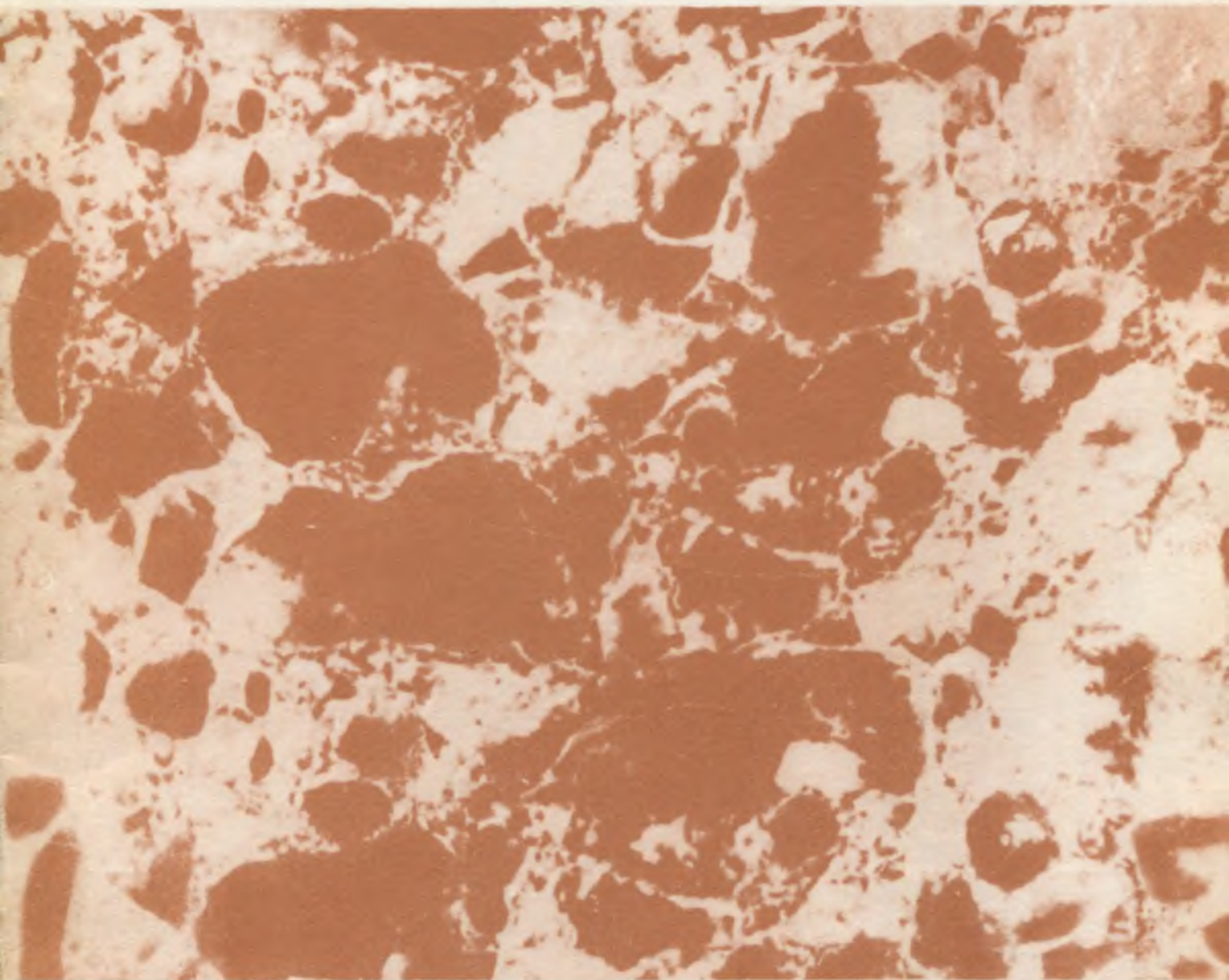


БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

4
1991



ПОЛЕВОЙ КОМПЛЕКТ СРЕДСТВ УСКОРЕННОГО КОНТРОЛЯ МАРОЧНОЙ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА УКП-1М

Комплект позволяет определять марочную прочность бетона в полевых условиях через 20 ч после начала бетонирования, а при необходимости — через 8 ч.

Комплект УКП-1М можно применять взамен стационарного лабораторного оборудования для определения прочности бетона, масса которого свыше 4 т, а стоимость более 8 тыс. р.

При транспортировании комплект УКП-1М размещается в двух контейнерах размерами $97 \times 50 \times 44$ и $76 \times 50 \times 50$ см. Время подготовки комплекта к работе не превышает 1 ч. Испытываемые образцы — призмы, кубы, цилиндры с максимальным размером сечения не более 15 см.

Высокая мобильность и оперативность контроля прочности бетона достигается путем применения комплекта средств испытаний, в состав которого входят: неразъемные формы с крышками для изготовления стандартных контрольных образцов бетона, компактная передвижная камера ускоренного твердения облегченной конструкции (массой 28 кг без образцов и воды) с автоматическим блоком управления температурным режимом, передвижная установка для испытаний бетона на растяжение при раскалывании массой 33 кг, гидравлический пресс-насос с ручным приводом усилием 220 кН массой 12 кг.

Диапазон регулирования температуры в камере ускоренного твердения — до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, напряжение электросети 220 В, потребляемая камерой мощность — 1,7 кВт.

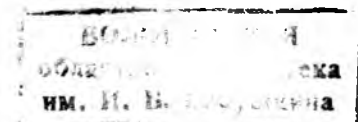
Ориентировочная стоимость комплекта 15 тыс. р. При увеличении числа заказываемых комплектов стоимость каждого из них снижается.

*Заказы просим направлять по адресу:
111524, Москва, ул. Плеханова, 7, ВНИИ железобетон.
Телефоны: 176-27-04, 256-22-52.*

Содержание

Проблемы заводской технологии железобетона

<i>Толорая Д. Ф.</i> О концепции создания автоматизированного производства сборного железобетона	2
<i>Цыро В. В., Барехов А. И., Соколов В. А., Шастун В. Н., Сохряков В. И.</i> Применение кассетно-конвейерных линий при реконструкции заводов КПД	4
<i>Волков Л. А., Пашков В. Н., Прохоров Н. В.</i> Цехи по производству крупнопанельных конструкций зданий	7
<i>Ли В. А., Смирнов О. В.</i> Литьевая технология вертикального формования изделий	9
<i>Объещенко Г. А., Трембицкий С. М.</i> Эффективные тепловые методы интенсификации твердения бетона	11
<i>Михайлов И. П., Данилов В. И., Кандауров Б. Н., Власов Ю. А.</i> Унифицированные технологические решения для конструкций промышленных и сельскохозяйственных зданий	14
<i>Бочаров Н. А., Россовский В. Н., Кузнецова Т. В., Никонова Н. С., Митюшин В. В., Матюхина О. Н.</i> Особенности раздельного приготовления бетонных смесей	16
<i>Олехнович К. А., Виноградов Ю. И., Нестеренко Н. П.</i> Виброплощадки для конвейерных линий	18
<i>Толорая Д. Ф., Синева Е. А., Гусев Б. В., Будников А. И., Прохорцев О. А.</i> Перспективы развития виброформовочного оборудования	20
<i>Габлия Ю. А., Румянцев С. Г.</i> Изготовление изделий методом напорного бетонирования	22
<i>Ратников И. А., Олефиренко Л. Г., Ширинский А. В.</i> Автоматизированный прирельсовый склад цемента	24
<i>Ермаков Г. И., Ровинский М. А.</i> Передовая технология арматурных работ	26
<i>Подлесных В. А., Мельников М. М.</i> Совершенствование технологии раскрытия стержневой арматурной стали	27
<i>Горелик Г. Л., Тейтельбаум А. М., Харитонова Е. А., Казадаева И. А.</i> Новые виды высокопрочной проволоки для производства железобетонных шпал	29



УДК 666.7/.9:658.52.011.56

Д. Ф. ТОЛОРАЯ, канд. техн. наук (ВНИИЖелезобетон)

О концепции создания автоматизированного производства сборного железобетона

Ускоренное развитие производства сборного железобетона не сопровождается аналогичным темпом научно-технического прогресса. Его техническое отставание и социальная непривлекательность длительное время остаются непреодоленными. Массовое внедрение в производство эффективных технологических процессов, оборудования, средств и систем автоматизации приводит лишь к частичным результатам. В связи с этим в составе программы «Стройпрогресс-2000» разрабатывается проект создания высокоавтоматизированного завода по производству бетонных и железобетонных конструкций и изделий для жилищного строительства с целью повышения производительности труда в 3 раза, съема продукции с производственных площадей в 2 раза, снижения уровня расхода топлива в 1,8 раза и достижения уровня автоматизации не менее 80 %. Создать автоматизированный завод с такими показателями можно лишь на основе принципиально новых технологических требований и концепций.

В действующем производстве в массовом порядке внедряются высокоавтоматизированные технологические процессы и оборудование с показателем уровня механизации и автоматизации 80...95 %. К ним относятся: изготовление арматурных элементов на современных сварочных машинах, склады цемента, заполнителей, химических и минеральных добавок, бетоносмесительные цеха, системы адресной подачи бетонной смеси на формовочные посты, агрегаты тепловлажностной обработки бетона, контроль качества продукции. Они практически универсальны, с легко переналаживаемыми режимами работы, не связаны с номенклатурой выпускаемой продукции и при обычном упорядочении пригодны для автоматизированного производства.

Создание и функционирование заводов сборного железобетона основано на принципе эффективности концентрации технологически не связанных с отдельными строительными площадками

работ в крупных объемах и на длительные сроки в региональных промышленных предприятиях по массовому и серийному выпуску транспортабельных и монтируемых деталей зданий и сооружений. Соответственно заводы сборного железобетона отличаются производственным, технологическим, организационным единством, и к ним применимы все признаки промышленных предприятий, в частности, они подлежат характеристике по уровню приложения к ним общепромышленных принципов организации, планирования и управления — специализации, пропорциональности, параллельности, прямоточности, непрерывности и ритмичности.

Весьма низкий уровень приложения этих принципов в производстве сборного железобетона представляется основной причиной его технической отсталости и затруднений в комплексной механизации и автоматизации. Особенно негативные результаты связаны с резким снижением уровня технологических линий в связи с чрезмерным увеличением номенклатуры продукции.

Вновь разрабатываемые концепции строительства ориентируют на сборные строительные детали повышенной степени заводской готовности, расширенное использование небетонных элементов, типовые решения, в основном, в несущих частях зданий и сооружений, индивидуальное проектирование. Перспективно создание и развитие гибких региональных строительных систем, обоснованных на машинах с помощью компьютерных средств, проектирования, планирования и управления производством.

Принципы рациональной организации автоматизированного производства и применения в гибких строительных системах заводской продукции широкой и изменяющейся номенклатуры предопределяют включение в них нового технологического процесса — переналаживания оборудования, форм, стенов, бортового и другого оснащения, а также управленческих действий

при соответствующем их программном обеспечении. Технический уровень этих процессов обуславливает эффективность автоматизированного производства.

При переходе на автоматизированное производство большую актуальность приобретает оптимизация мощности предприятий сборного железобетона. Эта проблема должна решаться по модульной системе, тем более, что такие системы уже применяются в бетоносмесительных цехах, в агрегатах тепловой обработки бетона и т. д. По имеющемуся практическому опыту минимальная мощность автоматизированного завода КПД должна превышать мощность прогрессивных технологических линий, т. е. ориентировочно она равняется 40...50 тыс. м³. Если принять это значение градацией мощности завода, то легко комплектуются заводы наиболее массового применения 100...200 тыс. м³ и больше.

Для автоматизации производственных процессов их объем, как правило, имеет решающее значение. С этой точки зрения в действующем производстве сборного железобетона негативным фактором является раздробление заводов на самостоятельные технологические линии, по которым небольшие объемы отдельных технологических процессов исключают применение оборудования высокого, а иногда и обычного технического уровня.

Самостоятельность технологических линий обуславливает крайне низкий уровень использования оборудования. В качестве наглядного примера рассмотрим характер работы вибрационных площадок. Установленная на поточно-агрегатной или конвейерной технологической линиях виброплощадка при продолжительности формовочного цикла 10...30 мин находится в работе лишь 1...5 мин, а в остальное время простаивает. Соответственно коэффициент ее технологической загруженности исчисляется 0,05...0,15. Аналогичные коэффициенты для другого оборудования составляют: бетоноукладчики

0,1...0,25; вибронасадки 0,3...0,45; устройства для открывания и закрывания бортов форм 0,15...0,20; отделочные машины 0,2...0,6 и т. д. Такая низкая загруженность оборудования в настоящее время при использовании сравнительно простого оборудования мало отражается на технико-экономических показателях производства. Однако при использовании сложной техники положение меняется. Так, формовочный агрегат на длинных стендах безопалубочного непрерывного формования характеризуется коэффициентом загруженности 0,8...0,9, а при более низких значениях использования такого сложного и дорогостоящего оборудования неоправданно.

Для высокоавтоматизированного завода необходимо отказаться от разбивки основного производства на самостоятельные технологические линии на базе перехода от существующих предметных и подетальных к технологической специализации. Общезаводская концентрация однородных процессов позволит выполнить их с применением оборудования, средств и систем автоматизации со сменными или переналаживаемыми рабочими органами, программным управлением и т. п.

В производстве сборного железобетона наряду с обычной организацией транспортных процессов — передвижением форм по конвейеру или с помощью мостовых кранов и т. д. — сложилась и система передвижения технологического оборудования относительно стационарно установленных форм, стенов или формовочных установок. Наглядным примером последнего является производство на длинных стендах безопалубочного формования.

Конвейерное производство характеризуется развитой транспортной сетью технологических линий с доведением грузопотока до 1500...2500 т·м/м³ и чрезмерной металлоемкостью оборудования, особенно форм, масса которых часто достигает 800...1000 т и больше.

С другой стороны, стендовое производство, как на длинных, так и на коротких стендах, отличается значительным (в 2...3 раза) уменьшением числа технологических и транспортных операций, снижением грузопотока на 350...500 т·м/м³, сокращением металлоемкости в 1,2...1,5 раза, повышенной производительностью труда в 3...5 раз, доведением обслуживающего персонала на длинных стендах непрерывного формования до 4...6 чел.

На заводах сборного железобетона накапливается определенный опыт применения вертикальной транспортной системы с размещением складов и вспомогательных производств на верхних

уровнях и этажах производственных зданий. В частности, для автоматизированного производства при возрастании запаса сменного и переналаживаемого оборудования, и особенно бортового и другого оснащения, такое решение позволит резко сократить грузопоток в производстве.

В целом совместное рассмотрение гибкости производства, увеличения номенклатуры продукции, общезаводской концентрации и специализации технологических процессов, сокращения грузопотоков, снижения металлоемкости и т. п. ориентирует автоматизированные заводы на единую транспортную систему с передвижным оборудованием.

В автоматизированном производстве не должны применяться некачественные исходные материалы, комплектующие изделия и т. п. Следует предусматривать получение стандартных заполнителей, цемента, пластифицированных бетонных смесей. Суперпластификаторы, в первую очередь, подлежат использованию непосредственно при приготовлении бетонных смесей, в том числе с применением различных минеральных добавок — зол и золошлаковых смесей и других местных тонкомолотых природных материалов. В дальнейшем при освоении продукции с высокой прочностью бетона и устранении дефицита суперпластификаторов можно расширить применение новых вяжущих низкой водопотребности. Сложившуюся с целью облегчения формовочных процессов практику массового применения подвижных бетонных смесей постепенно следует заменять в каждом конкретном случае, при соответствующем программном и другом обеспечении, технико-экономически обоснованными бетонными смесями оптимальной консистенции. Из многочисленных приемов сокращения продолжительности процесса тепловлажностной обработки бетона наиболее эффективны предварительно подогретые бетонные смеси. Это предположение обусловлено, в основном, благоприятными условиями контроля и регулирования параметров бетонных смесей и формовочных процессов при автоматизированном производстве, обеспечение которых в обычном производстве было затруднительным и приводило к негативным результатам.

Наиболее сложной проблемой в здании и освоении автоматизированных формовочных процессов представляется их информационное, математическое и программное обеспечение. Неотложной становится задача моделирования бетонных смесей, изучение их реологических моделей и параметров.

Эффективность автоматизированного процесса непрерывного обычного

и преднапряженного армирования, четкое отделение процессов армирования от формовочных, разделение в гибком производстве технологического оборудования на универсальные и сменные элементы при предельно возможной простоте последних приводят к необходимости организации самостоятельной общезаводской технологической линии подготовки производства. Продукцией этой линии должны быть индивидуальные жесткие контурные бортовые рамы, непрерывно армированные, оснащенные закладными, накладными, комплектующими и т. п. деталями, полностью готовые для установки в универсальные поддоны, формы, стенды, каскеты или формовочные установки.

Существующие промышленные образцы намоточных машин для преднапряженной проволокой, канатной и других видов арматуры, автоматические установки по укладке преднапряженной стержневой арматуры на поддонах, экспериментальные образцы машин для намотки ненапрягаемой арматуры доказывают их высокую универсальность и возможность достижения в их работе уровня механизации и автоматизации не менее 80...90 %. В перспективе для автоматизированного производства необходимо приступить к созданию навивочного промышленного робота с переналаживаемыми рабочими органами и программным управлением.

Действующее производство в подавляющем большинстве основано на применении объемного типа вибрационного формования, осуществляемого с использованием стационарных виброплощадок практически универсального назначения, и переставляемых по ним стальных форм. Многодельность в работе и особенно непреодолимое до сих пор ограничение повышения качества продукции и защиты обслуживающего персонала от вредного воздействия шума и вибрации делают указанный формовочный процесс малоперспективным для автоматизированного производства.

Для переналаживаемого автоматизированного производства перспективны внутренние формовочные процессы. Переход к ним потребует значительного расширения диапазона рабочих органов — глубинных вибраторов малого диаметра, пластинчатых, стержневых гребеночных и т. п., особенно в направлении повышения их долговечности, технологичности и переналаживаемости в комплексе формовочных агрегатов.

Положительный опыт адресной подачи бетонной смеси на формовочные посты в автоматизированном производ-

стве целесообразно завершить формовочным процессом, т. е. дополнительным выполнением в общем цикле операции укладки, распределения, уплотнения и формования изделий и конструкций. Для этого необходимо приступить к созданию промышленных роботов с рабочими органами — вибрационными или другими воздействиями, внутриформовочного или поверхностного расположения — для напорного заполнения бетонной смесью, в том числе предварительно разогретых и уплотненных форм различных типов и размеров.

Для автоматизированного производства с целью повышения использования

производственных площадей преимущественное значение получают технологические процессы и оборудование вертикального формования. Учитывая при этом требования универсальности и переиспользуемости форм выявляется необходимость разработки и применения вертикальных, сравнительных длинных стенов-поддонов, с изготовлением по длине подряд нескольких изделий и конструкций, в том числе преднапряженных, по однородной в данном цикле технологии. Применительно к условиям изготовления изделий широкой номенклатуры минимальная длина вертикальных стенов-поддонов может быть, например, с учетом

возможного поперечного размещения производств в типовых производственных зданиях 12...18 м, т. е. в расчете на одновременное изготовление 1...5 изделий. Максимальная длина вертикальных стенов может быть равна длине действующих горизонтальных длинных стенов 100...150 м.

Изложенные выше положения подлежат дальнейшему расширению и проработке на стадиях вариантного экспериментального проектирования автоматизированных заводов сборного железобетона с полным технологическим циклом работ. Такие работы начаты во ВНИИжелезобетоне и СКТБ Россевзапстрой.

УДК 69.057.7:621.867.004.68

В. В. ЦЫРО, канд. техн. наук, А. И. БАРЕХОВ, инж. (СКТБ Стройиндустрия); В. А. СОКОЛОВ, канд. техн. наук (ВНИИжелезобетон); В. Н. ШАСТУН, канд. техн. наук (Днепропетровский инженерно-строительный ин-т); В. И. СОХРЯКОВ, инж. (Главстройиндустрия Россевзапстрой)

Применение кассетно-конвейерных линий при реконструкции заводов КПД

Развитие жилищного строительства требует дальнейшего наращивания мощностей и улучшения их использования в заводском производстве крупнопанельного домостроения. В крупнопанельном домостроении необходимо провести реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий на основе прогрессивных технологий и оборудования. К последнему относятся и кассетно-конвейерные линии для изготовления плоских изделий: панелей внутренних стен и перекрытий, дорожных элементов и др.

В настоящее время в нашей стране работает 33 кассетно-конвейерные линии, в том числе разработанные СКТБ Стройиндустрия Р. севзапстрой (19), ЭКБ Росуралсбострой (3), треста Оргтехстрой и завода ЖБК № 4 Ростовострой (2), ЦНИИЭП жилища (3) и других министерств и ведомств (5). Наибольшее распространение получили линии, разработанные СКТБ Стройиндустрия, предназначенные прежде всего для реконструируемых производств крупнопанельного домостроения. Их можно применять и при новом строительстве.

Для реконструкции заводов КПД разработано пять типов кассетно-конвейерных линий. Они размещаются в

одном технологическом пролете, в котором выполняются все работы, начиная с приготовления и подачи горячих бетонных смесей до окончательной отделки панелей и их выдачи на склад готовой продукции. Бетонная смесь поступает в бункер бетоноукладчика, а затем в кассетно-формовочную установ-

ку. Первая стадия тепловой обработки панелей до распалубочной прочности бетона 0,5...2 МПа производится в кассете, затем после распалубки панели на форме (разделительной стенке) поступают в тоннельную камеру, где продолжается тепловая обработка до получения отпускной прочности (рис. 1).

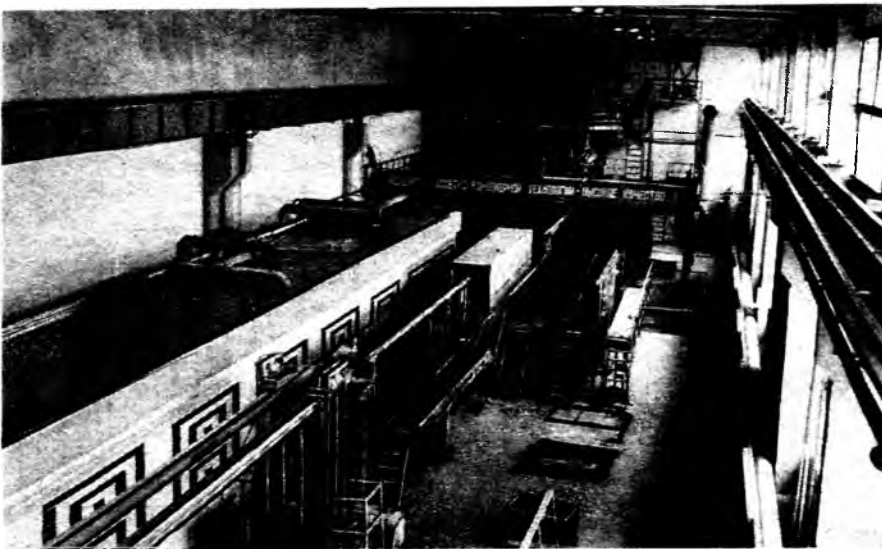


Рис. 1. Кассетно-конвейерная линия на Ковровском заводе КПД (Блок формовочных установок, конвейер подготовки, камера вторичной тепловой обработки)

На первом посту конвейера подготовки разделительных стенок к формированию готовые панели снимают, отправляют на конвейер доводки и транспортируют на склад готовой продукции, а стенки на последующих постах чистят, смазывают, оснащают арматурой, подогревают и подают в кассету. Производительность линии определяется числом установок, формовочных отсеков в них и длительностью первой стадии тепловой обработки бетона.

Кассетно-конвейерные линии обладают высокой гибкостью компоновки. Они размещены и работают в пролетах 12 м (Новгородское ПСО КПД), 18 м (Тверской, Чебоксарский заводы КПД и др.), 24 м (Ивановский ДСК, рис. 2). На отдельных заводах формовочные посты частично занимают смежный с линией пролет. Линии размещаются в пролетах длиной до 90 м с отметкой головки подкрановых рельс 8,15 и могут совмещаться с различными системами подачи бетонной смеси: бетоновозными тележками, транспортерами, узлом приготовления смеси в пролете (рис. 3), бетононасосами, кубелями. Формовочные установки могут работать как тупиковые или как проходные. Камеры вторичной тепловой обработки размещают в производственном пролете и в отдельных случаях на них монтируют арматурно-сборочный участок. Камеры бывают и выносными. Проектная производительность линий составляет 10...59 тыс. м³ изделий в год.

Примером кассетно-конвейерной линии малой мощности может служить линия для изготовления панелей внутренних стен зданий культурно-бытового назначения серии 1.090, разработанная СКТБ Стройиндустрия с участием ВНИИжелезобетона. Вариантность компоновки этих линий выше, чем других. Они позволяют вписываться в реконструируемые цеха, а также осуществлять техническое перевооружение без остановки производства, постепенно заменяя стендовые кассеты. Подтверждением правильности выбранной компоновки является и то, что ведущие в технологии крупнопанельного домостроения зарубежные фирмы «Kesting», «Prefabtech», «Partek» (совместная разработка с СКТБ Стройиндустрия) и другие используют почти аналогичные технологические компоновки. Примерно такую же схему при разработке кассетно-конвейерных линий использовал и Гипростроммаш.

На кассетно-конвейерных линиях СКТБ Стройиндустрия можно выпускать плоские изделия широкой номенклатуры. На действующих заводах изготавливают панели толщиной 80...160 мм, высотой до 3,6 м и длиной до 6,7 м для домов серий 111—121,

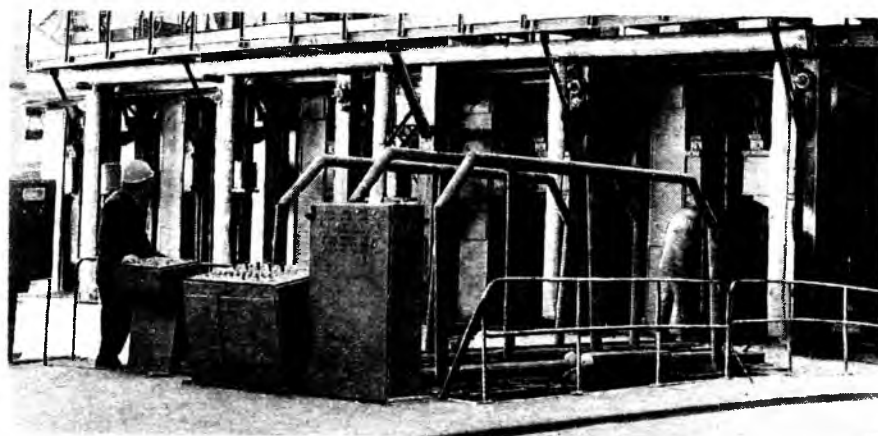


Рис. 2. Кассетные формовочные установки на кассетно-конвейерной линии Ивановского ДСК в пролете 24 м

Техническая характеристика кассетно-конвейерных линий

	851 А	885	ККЛ-П.36
Производительность, м ³	36,0	52,0	59,6
Капитальные вложения, тыс. р.:			
всего	587	659,2	722,9
в том числе строительные	293	278,2	270,6
Стоимость оборудования, тыс. р.	244,4	316,6	380,3
Стоимость монтажа, тыс. р.	49,6	64,0	72,0
Масса оборудования, т:			
без БСУ и линии	609,5	654,5	750,7
отделки	381	414	482
в том числе формы			
Установленная мощность, кВт	119,5	123,5	123,9
Производственная площадь, м ²	1620	1620	1620
Численность рабочих	16	16	16
Съем 1 м ² производственной площади, м ³ /м ²	22,2	32,1	36,8
Трудоёмкость, чел.ч/м ³	0,938	0,646	0,564
Число смен в сутки	2	2	2
Годовой экономический эффект, тыс. р.	142	208	298

111—75 и других, в том числе сейсмических. Разработано и изготовлено оборудование для выпуска панелей домов других серий. Для повышения степени заводской готовности изделий линии комплектуют специальными отделочными конвейерами.

Изготовление основного нестандартного оборудования для линий осуществляется серийно на механических неспециализированных заводах министерства. При этом следует подчеркнуть простоту его изготовления. По данным заводов-изготовителей трудоёмкость производства Каменск-Уральской линии более чем в 1,5 раза выше, чем линии СКТБ, а изготовление клиновидных формовочных кассетных установок возможно только на специализированных предприятиях из-за высоких требований к плоскости формующих листов. Это намного повышает их стоимость.

Одной из главных задач при разработке нового оборудования является

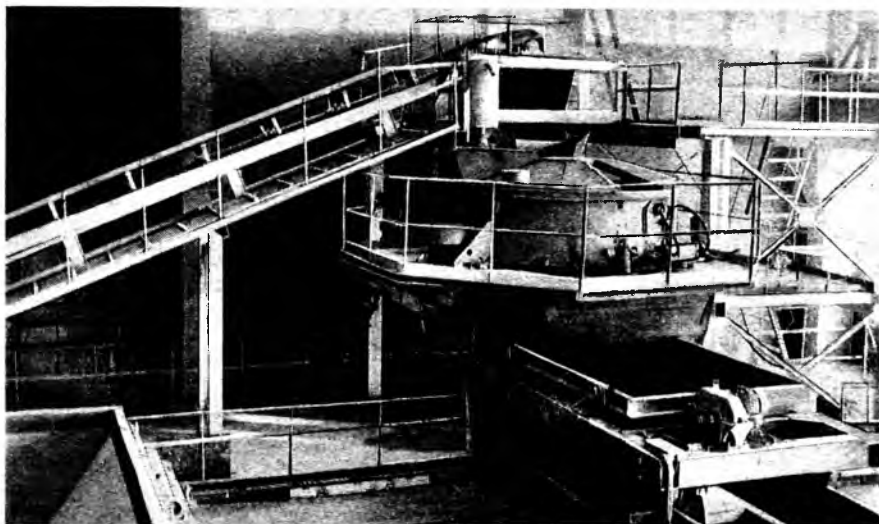


Рис. 3. Приготовление бетонной смеси у постов формирования. Бетоноукладчик в момент загрузки бетонной смесью

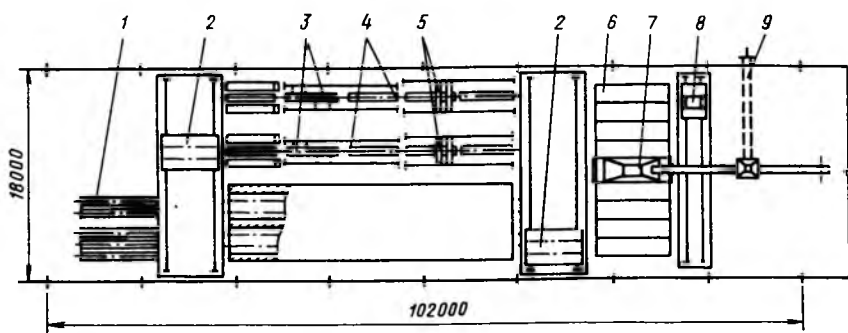


Рис. 4. Технологическая схема кассетно-конвейерной линии с многоотсечной формовочной установкой ККЛ-У

1 — магазин форм; 2 — передаточные тележки; 3 — машина чистки и смазки форм; 4 — конвейер подготовки; 5 — установка навивочного армирования (ПУМА); 6 — многоотсечная формовочная установка ККЛ-У; 7 — система подачи бетонной смеси; 8 — машина чистки и смазки формовочной установки; 9 — конвейер подачи бетонной смеси

создание благоприятных условий труда для рабочих. Эта задача решена на кассетно-конвейерных линиях СКТБ Стройиндустрия, так как внедрение такой технологической схемы исключает воздействие на работающего шума, вибрации, высоких температур, паров масла.

Анализ запроектированных и действующих кассетно-конвейерных линий подтверждает их эффективность. Так, средний процент рентабельности (по 11 линиям) составляет 39,3 %, средний срок окупаемости 2,8 г. при средних показателях с 1 м² производственных площадей 13,5 м³ и выработке на 1 рабочем 813,5 м³.

Россевзапстрой предусматривает и в дальнейшем широкое внедрение кассетно-конвейерных линий СКТБ Стройиндустрия. Согласно комплексной целевой программе предусматривается ввести в эксплуатацию 20 линий, что обеспечит суммарный годовой экономический эффект около 2,7 млн. р., окращение трудозатрат на 22,1 тыс. чел.-дней, экономию металла на технологическое оборудование 16,3 тыс. т, сокращение капиталовложений на 20...25 %.

Технологическим недостатком линии следует считать особые требования к цементам с целью сокращения сроков набора прочности до предварительной распалубки, что нередко удлиняет продолжительность первичной термообработки.

СКТБ Стройиндустрия совместно с научно-исследовательскими организациями продолжает совершенствовать технологию и оборудование кассетно-конвейерных линий. Начато изготовление опытных образцов совершенных бетоноукладчиков, машины чистки и смазки. Осуществляется рациональный подбор составов бетонов по разработанным СКТБ Стройиндустрия и ВНИИжелезобетонном рекомендациям,

вводятся различные добавки — ускорители твердения, применяются высокочастотные навесные и глубинные пневматические вибраторы (ИГД СО АН СССР). Разрабатываются укладка бетонной смеси с помощью установок виброщелевого формования (ВНИИжелезобетон) и комплексная автоматизация кассетно-конвейерной линии с применением программирующего контроллера.

Проведенные исследования позволили установить, что применение повторной вибрации на первой стадии тепловой обработки позволяет улучшить качество поверхностей изделий и сократить ее время, так как ускоряется процесс нарастания прочности бетона. Положительный эффект от повторного вибрирования проявляется до тех пор, пока жесткость смеси не превышает 15 с. Оптимальное время его применения для кассетно-конвейерных линий 25...35 мин, при этом рекомендуется трех- или четырехкратное повторное вибрирование через равные промежутки времени. Продолжительность первого вибрирования 10...30, второго — 15...30, третьего — 20...35, четвертого — 30...40 с. Для более точного соблюдения продолжительности операций разработана система, обеспечивающая их выполнение в автоматическом режиме.

Работы по механизации навивки арматуры в панелях внутренних стен позволят не только механизировать процесс армирования, но и сократить расход арматуры на 10...15 %. Созданная и изготовленная установка прошла производственные испытания на Чебоксарском заводе КПД ПСО Чувашградстрой.

Исследованиями установлено, что технико-экономические показатели кассетно-конвейерных линий во многом зависят от числа формовочных отсеков в установках. Применение много-

местных кассет способствует увеличению производительности, повышению съема изделий с 1 т металла и 1 м² площади цеха. Используя эти данные, СКТБ Стройиндустрия завершило разработку многоотсечной универсальной формовочной установки ККЛ-У (рис. 4). Она позволяет одновременно изготавливать 8...24 изделия с максимальными габаритами 3,1×7,2 м, толщиной 80...160 мм без переналаживания. Новая формовочная установка может работать в составе линии описанной выше компоновки или как линия с полной тепловой обработкой в отсеках.

Кассетно-конвейерные линии оснащаются новыми более эффективными многоотсечными формующими установками. Так, линия, оснащенная многоотсечной формующей установкой, по сравнению с кассетно-конвейерной линией типа 851-А сокращает капитальные затраты на 50 %, повышает выработку на одного рабочего более чем в 3 раза, снижает удельную металлоемкость на 50 %, увеличивает съем продукции с 1 м² производственной площади более чем в 2 раза, улучшает качество поверхностей благодаря глубинному вибрированию, применение различных видов цемента значительно удлиняет цикл первичной тепловой обработки изделий.

Учитывая накопленный опыт, выбор того или иного типа кассетно-конвейерной линии должен быть определен исходя из конкретных условий реконструируемого предприятия с учетом его мощности, а также соответствующих приоритетов линий разных типов.

Внимание специалистов!

В сентябре 1992 г. в Москве состоится VII Международный конгресс по применению полимеров в бетоне (ИКПИК-92).

Организатором конгресса является Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона (НИИЖБ) Госстроя СССР.

Заявки на участие в работе конгресса просим направлять в комиссию по отбору докладов Оргкомитета ИКПИК-92 проф. В. В. Патурову по адресу:
109428, Москва, 2-я Институтская ул., д. 6, НИИЖБ.

Цехи по производству крупнопанельных конструкций зданий

Для ускоренного строительства зданий культурно-бытового назначения Гипростроммашем разработаны два варианта проектного решения цехов по производству крупнопанельных конструкций зданий серии 1.090.1—1 мощностью 65 тыс. м² общей площади в год по условной номенклатуре железобетонных изделий, составленной ЦНИИП реконструкции городов.

В первом варианте (шифр 3405) предусмотрено изготовление всех железобетонных изделий, необходимых для строительства зданий, включая пустотные плиты перекрытий. Во втором варианте цеха (шифр 3398) производство пустотных плит не предусмотрено, предлагается их поставка с действующих предприятий.

Технологические компоновки цехов предназначены для расширения, реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий строи-

тельной индустрии или для строительства новых предприятий в пролетах (существующих, пристраиваемых или отдельно стоящих).

По первому варианту (см. рисунок) цех размещен в двух пролетах размером в плане 144×18 м с высотой подкрановых путей 8,15 м. В одном из пролетов организовано производство изделий культурно-бытового назначения (без пустотных перекрытий), а в другом на площади 972 м²— производство пустотных плит перекрытий.

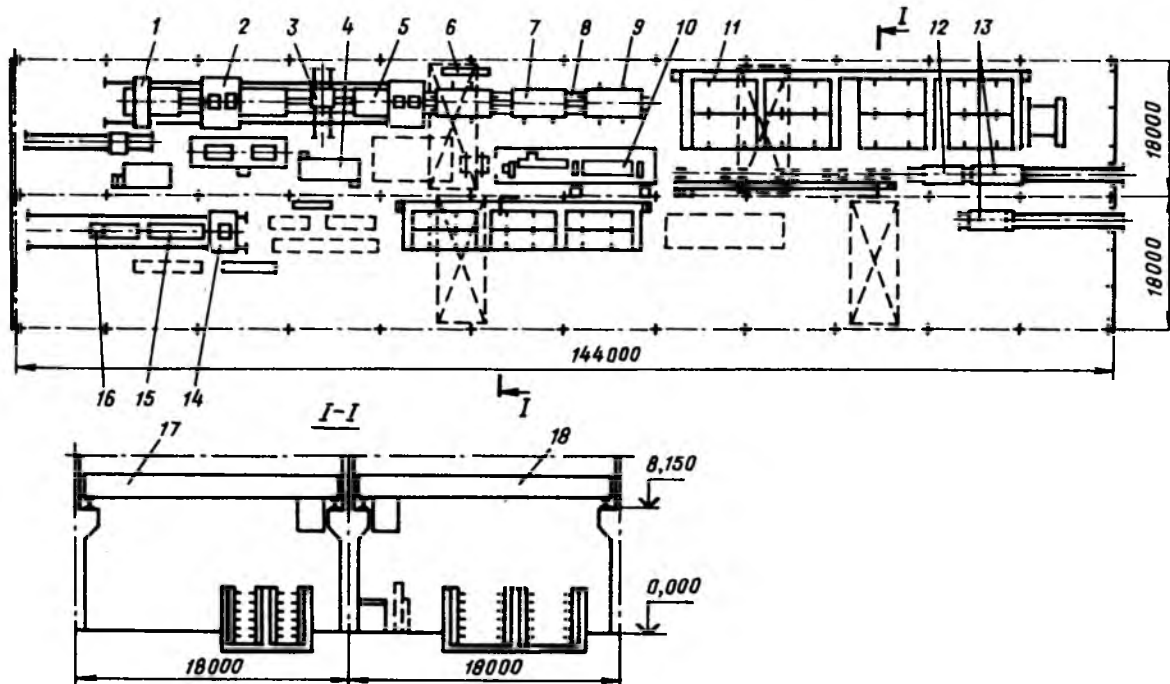
Принятая для изготовления пустотных плит перекрытий линия загружена на 50 %, что обеспечивает выпуск 65 тыс. м² общей площади в год. При этом на оставшейся площади пролета можно разместить производство других изделий в зависимости от конкретных условий привязки проекта и дозагрузить линию.

Способы производства приняты исхо-

дя из конструктивных особенностей изделий и обеспечения максимально возможного их выпуска полной степени заводской готовности.

Производство наружных и внутренних стеновых панелей (5990×3275×400 и 5980×3040×160 мм), ребристых плит перекрытий (7180×1490×220 мм), лестничных площадок (1440×1200×240 мм) и ступеней предусмотрено на шестипостовой полуковнейерной линии. Изготовление на одной линии одновременно изделий из легкого и тяжелого бетонов принято из-за их малой потребности.

Формование наружных стеновых панелей осуществляется фасадной стороной вниз, что предусматривает получение отделки трех видов: керамической (стеклянной) плитки различных размеров и цветового решения, цветного раствора с рельефом, декоративного бетона со вскрытием (обнажением)



Цех по производству крупнопанельных конструкций для строительства зданий серии 1.090.1-1 (вариант 1)

1 — отделочная машина СМЖ-461; 2 — бетоноукладчик СМЖ-166Б; 3 — раздаточный бункер СМЖ-1В; 4 — установка для вентиляционных блоков 3398/6; 5 — ударно-вибрационная площадка СМЖ-773; 6 — установка для электронагрева стержней СМЖ-129В; 7 — кантователь СМЖ-439А; 8 — привод полуковнейерной линии 3398/1; 9 — устройство для открывания и закрывания бортов СМЖ-453; 10 — пост отделки 3398/5; 11 — пакетировщик для форм СМЖ-293; 12 — тележка-прицеп СМЖ-154А; 13 — самоходная тележка СМЖ-151А; 14 — бетоноукладчик СМЖ-528; 15 — вибрплощадка СМЖ-187Г; 16 — формовочная машина 3172/21; 17 — мостовой электрический кран грузоподъемностью 10 т; 18 — мостовой электрический кран грузоподъемностью 20/5 т

фактуры после твердения с применением химических замедлителей.

На полуконвейерной линии можно изготавливать одно- и трехслойные наружные стеновые панели, для чего она оснащена соответствующим оборудованием для проработки верхнего слоя бетона. В состав линии входит, в основном, серийное, дорабатываемое серийное (кантователь СМЖ-439 А) и вновь разработанное нестандартизированное (автоматический захват 3398/7 и вибробрус 3398/8) оборудование.

Формование изделий осуществляется в формах на унифицированных поддонах двух типов с рабочим зеркалом размером 7,26×3,66 м: 3398/2 для стеновых панелей и других ненапряженных изделий и 3398/3 для преднапряженных плит перекрытий.

Для отделки и комплектации наружных стеновых панелей предусмотрена линия отделки 3398/5 в составе двух постов, оснащенная оборудованием и подъемными площадками на базе серийной линии отделки СМЖ-463...468, на которой кроме отмыва керамической плитки и обнажения фактурного слоя предусмотрены отделка наружной поверхности стойкими красителями и нанесение декоративного покрытия набрызгом. Вид отделки наружных стеновых панелей принимается при конкретной привязке.

Тепловая обработка изделий проводится в эффективных камерах периодического действия ямного типа. Причем обработка изделий из тяжелого бетона осуществляется острым паром, изделий из легкого бетона — «глухим» паром и рециркуляцией горячего воздуха, нагреваемого в калориферах вентиляционной установкой.

Изготовление вентиляционных блоков размером 1480×260×3270 мм и лестничных маршей с площадками размером 5980×1650×1150 мм предусмотрено в специализированных установках с паровой рубашкой.

Транспортные операции в пролете осуществляются мостовыми электрическими кранами грузоподъемностью 20 т.

Организация работы на шестипостовой полуконвейерной линии принята с учетом разновидности изготавливаемых изделий и их очередности прохождения по постам. В связи с этим работа на линии начинается с формования изделий из легкого бетона (наружные стеновые панели), затем из тяжелого бетона с одинаковым ритмом формования (ребристые плиты перекрытия) и далее других изделий (внутренних панелей, лестничных площадок, проступей.)

Операции по постам технологической

линии распределены следующим образом. На первом посту на форме с изделием, прошедшем тепловую обработку, выполняют операции по распалубке: раскрывают замки формы и с помощью механизма открывания и закрывания СМЖ-453 открывают поперечные и продольные борта. При изготовлении наружных стеновых панелей выполняют операции по съему проемообразователя, установке оконного блока. При изготовлении ребристых плит перекрытий выполняют также обрезку напрягаемой арматуры и съем изделия.

На втором посту изделия снимают с формы, затем ее чистят, смазывают и передают на следующий пост.

Формы с изделием при необходимости кантуют на угол 72°, изделия снимают краном, оснащенным траверсой, и транспортируют на место выдерживания. В освободившуюся форму устанавливают вкладыши проемообразования, после чего ее чистят, смазывают и укладывают коврики с керамической плиткой.

На третьем посту борта формы закрывают с помощью механизма открывания и закрывания, в форму укладывают ненапрягаемую и напрягаемую арматуру, монтажные петли и закладные детали. Стержневую преднапряженную арматуру перед укладкой в упоры формы нагревают электротермическим способом. Поперечные борта форм для ребристых плит перекрытий после укладки напрягаемой арматуры закрывают.

На четвертом посту с помощью бетоноукладчика с поворотной воронкой укладывают раствор и бетонную смесь и уплотняют вибротрамбовкой. При изготовлении трехслойных наружных стеновых панелей на этом посту после укладки раствора и нижнего слоя бетона укладывают утеплитель, который пронизывается гибкими связями, закрепленными на нижней сетке, затем пространственный каркас верхнего слоя бетона, соединяемый с сеткой нижнего слоя. При изготовлении ребристых плит перекрытий в форму после укладки бетонной смеси устанавливают краном вкладыш для образования ребер плиты.

На пятом посту — при изготовлении трехслойных наружных стеновых панелей в форму вторым бетоноукладчиком СМЖ-166Б укладывают верхний слой бетона и раствора и уплотняют вибробрусом, подвешенным на бетоноукладчике. При изготовлении однослойных наружных стеновых панелей на этом посту производятся укладка и выравнивание раствора бетоноукладчиком. В форму для ребристых плит перекрытий, лестничных площадок и проступей при необходимости добавляют бетонную смесь с последующим

уплотнением вибробрусом и заглаживанием, после чего ее очищают от бетона и транспортируют в камеру тепловой обработки.

На шестом посту производят отделку свежееотформованной поверхности наружных и внутренних стеновых панелей машиной СМЖ-461, оснащаемой диском и валиком, затем форму очищают и транспортируют в камеру тепловой обработки.

Производство многопустотных плит перекрытий организовано в отдельном пролете на формовочном посту с двумя самостоятельными постами подготовки.

Пост укомплектован серийным и нестандартизированным оборудованием. В состав серийного оборудования входят виброплощадка СМЖ-187Г, бетоноукладчик СМЖ-528, установка для электронагрева стержней СМЖ-129В. В качестве нестандартизированного оборудования разработаны формовочная машина 3172/21, вибропригруз 3172/36, автоматический захват 3172/31.

Формовочная машина 3172/21 разработана для изготовления многопустотных плит перекрытий размером до 7180×1490×220 мм. Ее может заменить доработанная потребителем серийно выпускаемая формовочная машина СМЖ-127Б. Формование многопустотных плит перекрытий предусмотрено в формах с шарнирными откидными бортами: 3172/262 — для изделий 1,5×6 м; 3172/264 — для изделий 1,5×7,2 м. Тепловая обработка изделий осуществляется в камерах периодического действия ямного типа в среде острого пара. Для получения качественной потолочной поверхности плит перекрытий применяют подстилающий слой раствора.

В цехах предусматривают выдержку изделий в зимнее время.

Транспортные операции в пролетах осуществляются мостовыми кранами, а вывоз изделий на склад готовой продукции — самоходной тележкой с прицепом. Для вывоза наружных и внутренних стеновых панелей самоходная тележка оснащена пирамидой.

Бетонную смесь подают в пролеты раздаточными бункерами, перемещающимися по бетоновозной эстакаде, а от нее к бетоноукладчикам с помощью раздаточного бункера и ленточного конвейера. В зависимости от условий привязки на действующих заводах подачу бетонной смеси можно изменить.

Проектное решение цеха по второму варианту (шифр 3398) отличается тем, что изготовление многопустотных плит перекрытий не предусматривается.

Производство остальных изделий (наружных и внутренних стен, лестничных маршей, ребристых плит перекрытий и проступей) размещено в одном пролете с технологическими решениями и составом оборудования одинаковыми с первым вариантом.

Основные технико-экономические показатели проектов

	3405	3398
Годовая производительность (при двухсменном режиме работы):		
общей площади, тыс. м ²	65	65
изделий, тыс. м ³	37,5	24
Численность рабочих	52	41
Производственная площадь, м ²	3564	2592
Масса технологического оборудования, т:		
общая	791	559
в том числе форм и оснастки	509	359

Разработанные проектные решения Гипростроммаш может передать заказчикам для возможного использования при проектировании конкретных заводов.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Технология основана на применении быстротвердеющего безгипсового вяжущего с комплексными химическими добавками (КХД) и обеспечивает ускоренное твердение бетона:

- при положительных температурах — в течение 24...30 ч;
- при отрицательных (до —30 °С) температурах — в течение 1...7 сут.

Бетонные смеси и бетоны на основе КХД обладают повышенной сохраняемостью (до 60 мин), интенсивным набором прочности в раннем возрасте, повышенной (на 1...2 марки) морозостойкостью и водонепроницаемостью, позволяют сократить сроки достижения бетоном распалубочной и проектной прочности, снизить стоимость бетонных работ в зимних условиях.

По сравнению с бетоном на обычном портландцементе экономический эффект составляет 2...5 р/м³ при снижении энергозатрат до 100...200 кВт/м³ и расхода стали до 2...4 кг/м³.

Предлагаемая технология предполагает применение стандартного оборудования.

Разработчики: НИИЖБ (109428, Москва, 2-я Институтская ул., 6) тел. 174-88-51, ЛПИ (290013, Львов, ул. Мира, 12) тел. 398-401.

Литьевая технология вертикального формования изделий

Применение литых бетонных смесей на основе суперпластификаторов является одним из направлений совершенствования технологии производства железобетонных изделий. Такая технология позволяет повысить производительность труда благодаря сокращению времени формования, улучшить качество поверхностей изделий, снизить затраты на чистку форм и их техническое обслуживание. Однако литые бетонные смеси с О. К. = 22...24 см на заводах ЖБИ не получили достаточного распространения из-за малого объема исследований этой технологии.

Анализ опыта применения литых бетонных смесей показывает, что эта технология может дать значительный эффект при вертикальном формовании железобетонных изделий типа панелей внутренних стен и перекрытий.

Для изучения технологических режимов вертикального формования изделий из литых бетонных смесей была разработана экспериментальная кассетная установка КУ-1 для изготовления панелей внутренних стен с консолями зданий культурно-бытового назначения. Установка представляет собой раму с площадками для обслуживания, внутри которой на основании расположен рельсовый путь для передвижения клиновидной формы на два изделия.

На посту формования имеется два термощита, образующие клиновидный отсек. Рельсовый путь в зоне формования выполнен в виде откидных балок. Отвод и подвод откидных балок осуществляются пневмоцилиндрами. В этой же зоне установлены два гидроцилиндра и опорные столики для формы.

В верхней части формы имеется съемная крышка, которая винтовыми замками соединяется с термощитами. На ней расположены воронки, через которые подается литая бетонная смесь из специального бункера, оборудованного резиновым патрубком и затвором с ручным приводом. Подготовленная форма с установленной на штырях крышкой с помощью лебедки подается в формовочный отсек до упора в заднюю торцевую стенку. Затем включаются гидроцилиндры, штоки которых поднимают форму и после отвода откидных рельс опускают ее на опорные

столики. Вторая торцевая стенка и крышка соединяются с термощитами. После формования и термообработки передний торцевой борт и крышка освобождаются от винтовых замков. Затем включаются гидроцилиндры и производится выпрессовка клиновидной формы вместе с изделиями из отсека. Затем откидные рельсы устанавливают в рабочее положение, форму опускают и выкачивают из формовочного отсека на пост распалубки.

В таблице представлены результаты исследований при формовании изделий из литых бетонных смесей на экспериментальной установке КУ-1.

Анализ этих данных показал, что укладка бетонных смесей подвижностью 18...20 см без вибрационных воздействий при свободном истечении смеси из бункера не обеспечивает гарантированного заполнения формовочных полостей. Для качественного заполнения формы такими смесями достаточно уплотнение вибрацией в течение 9...15 с.

Увеличение подвижности бетонной смеси до 24 см позволяет уложить бетонную смесь в форму без вибрационных воздействий и при этом получить четкие грани изделий и геометрические размеры в пределах допусков по ГОСТ 13015.

Плотное примыкание бетонной смеси к верхнему борту обеспечивалось благодаря вибронегетанию смеси в течение 5 с с помощью вибратора со стальной полосой длиной 400 мм и нанизанными на нее кругами из микропористой резины. Вибратор устанавливали в один из литников верхней крышки. Примыкание бетонной смеси к верхнему борту фиксировали по появлению растворной составляющей из контрольных отверстий, расположенных между литниками.

Анализ однородности прочности изделий по высоте, проведенный по показаниям ультразвукового прибора «Бетон-12», показал, что наибольший разброс 10...20 % (составы 3, 5, 6, 9, 10) характерен при использовании вибрации клиновидной формы, кроме того, в процессе формования в нижней части отсека наблюдались протечки растворной составляющей бетонной смеси. При формовании без вибрации разброс прочности по высоте изделий составил 4...

№ состава	Фактический расход материалов на 1 м ³ бетона				Расход добавки, % массы цемента		Расход ускорителя твердения, %	В/Ц	О.К., см	Доля песка в смеси заполнения, %	Время уплотнения смеси, с	Однородность прочности изделия по высоте, %
	Ц, кг	П, кг	Щ, кг	В, л	С-3	НИЛ-21						
1	354	804	997	207	0,8	—	—	0,58	18	0,45	—	—
2	350	810	990	208	0,9	—	—	0,59	24	0,45	—	6
3	337	952	709	222	—	0,75	1,2	0,66	20	0,60	9/5	10
4	341	969	692	235	—	0,70	1,2	0,69	24	0,60	—	4
5	425	762	1091	280	—	0,52	1,0	0,66	20	0,41	9/5	12,5
6	425	762	1091	280	—	0,52	1,0	0,66	20	0,41	9/—	12,1
7	315	834	1019	214	—	0,52	1,4	0,68	18	0,45	—/5	8
8	320	837	1022	224	—	0,51	1,4	0,70	23	0,45	—/5	5
9	315	834	1019	213	—	0,52	1,4	0,68	19	0,45	9/—	10
10	313	831	1025	224	—	0,52	1,4	0,70	24	0,45	9/5	20

Примечания: 1. Составы 1, 2, 4 укладывали в форму без вибрации. 2. Перед чертой — вибрация клиновидной формы, после черты — вибронагнетание верхней зоны изделия.

6 % (составы 2, 4). Таким образом, при укладке литой бетонной смеси с О.К. = 22...24 см применение вибрации нежелательно, так как увеличивается неоднородность прочности изделия по высоте.

Усилие выпрессовки формы с изделиями из клиновидного отсека определяли по показаниям манометра на насосной станции. Оно составило 1 т сдвигающего усилия, приходящегося на 1 м² поверхности.

Было установлено, что при изготовлении железобетонных изделий типа панелей внутренних стен с консолями для зданий культурно-бытового назначения эффективна технология безвибрационного формования с использованием литых бетонных смесей на специальных

установках с клиновидными формами. Изделия, изготовленные по этой технологии, прошли испытания в СКТБ Мосоргстройматериалы.

Для промышленного внедрения литьевой технологии вертикального формования разработана кассетно-поточная установка (см. рисунок), состоящая из клиновидных отсеков, передаточной тележки, бетоноукладчика и клиновидных форм. Клиновидные отсеки образуются термошитами, закрепленными в силовой раме. Каждые два термошита, установленные в наклонном положении, образуют клиновидный отсек в вертикальной плоскости.

Передаточная тележка оборудована выдвигной кареткой с устройством для подъема и закрепления клиновидной

формы. Бетоноукладчик состоит из портала, на котором установлена тележка со специальным бункером для литой бетонной смеси. Клиновидные формы на два изделия предусмотрены во всех отсеках.

Операции по распалубке и съему изделий, чистке и смазке формы, установке арматуры и закладных деталей производят на передаточной тележке. Рабочие, обслуживающие форму, находятся на подъемных площадках. Подготовленная форма с помощью выдвигной каретки подается в отсек установки, из которого она была извлечена. После закрепления формы в отсеке передаточная тележка перемещается к следующему отсеку установки, в котором заканчивается цикл тепловой обработки.

Формование изделий в подготовленном отсеке производится бетоноукладчиком, бункер которого соединяется с заливочной воронкой формы. После формования в термошитах отсека дают пар по заданной программе. Таким образом, поточность работы установки определяется циклом, который равен времени технологических операций, выполняемых на передаточной тележке.

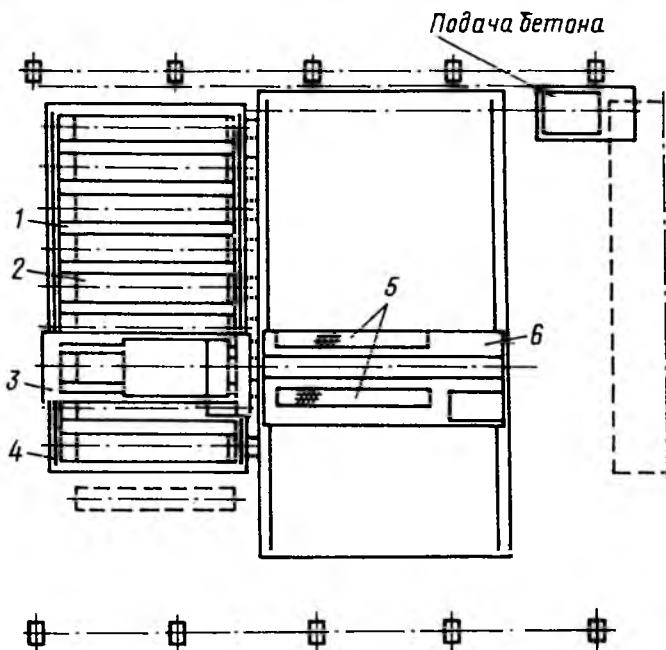
Занимаемая установкой производственная площадь равна площади двух кассетных, стеновых установок, суточная производительность которых при двухсменной работе может составлять 20...24 операции формования. Разработанная установка является основой для технического перевооружения кассетно-стендовой технологии, обеспечивая реконструкцию производства без заметного снижения выпуска продукции. Замена кассет новыми установками позволит увеличить производительность в 1,5...2 раза, снизить трудоемкость и повысить качество выпускаемой продукции. Первые установки с безвибрационной, литьевой технологией формования внедряются на КПП ПСМО № 9 в Электростали.

Выводы

Литые бетонные смеси с использованием суперпластификаторов можно применять для изготовления плит из бетона классов В12,5; В15 при нормативных расходах цемента для кассетного производства.

Наиболее эффективна для литьевой технологии кассетно-поточная установка с клиновидными формами, позволяющая с наименьшими капитальными затратами осуществить перевооружение кассетного производства.

Проведенные исследования подтвердили возможность применения безвибрационного способа формования литых бетонных смесей и достижения высокого качества выпускаемой продукции.



Кассетно-поточная установка для производства панелей внутренних стен и перекрытий
1 — термошита; 2 — клиновидные формы; 3 — бетоноукладчик; 4 — силовая рама; 5 — подъемные площадки; 6 — передаточная тележка

Эффективные тепловые методы интенсификации твердения бетона

Время тепловой обработки сборного железобетона в современном производстве достигает 80 % общей продолжительности производственного цикла.

В последние годы основное внимание на заводах сборного железобетона уделяли повышению эффективности эксплуатации теплоиспользующего оборудования, выполнению комплекса доступных каждому заводу мероприятий по нормализации технологического теплопотребления, внедрению новых эффективных тепловых установок с повышенной теплозащитой ограждающих конструкций и энергосберегающих технологий с использованием пара, электроэнергии, продуктов сгорания природного газа и различных видов возобновляемых источников энергии.

После проведения энергосберегающей кампании в 1981—1985 гг. заводское технологическое теплопотребление в промышленности сборного железобетона сократилось на 7...10 % и стабилизировалось на уровне 1,25...1,40 при нормативных значениях 0,75...0,84 ГДж/м³. Таким образом, дополнительный резерв экономии технологических энергозатрат составляет 35...40 %.

Применяемые до сих пор на заводах ЖБИ мероприятия и разработки [1...3] направлены на снижение расхода и экономии тепловой энергии и топлива без сокращения производственного цикла изготовления изделий.

В настоящее время 80 % формовочной оснастки и тепловых установок заводов сборного железобетона эксплуатируется с одним оборотом в сутки и только 15 % — имеют полтора оборота. В настоящее время требования к производству резко возросли, поэтому необ-

ходимо создать не только малоэнергоёмкое, но и более интенсивное производство сборного железобетона с двух- и трехкратной оборачиваемостью теплоиспользующих установок и формовочной оснастки в сутки.

Получение бетона заданных свойств в короткий срок при минимальной фондоемкости производства не может быть обеспечено какой-то одной мерой. На всех этапах технологического процесса, начиная от подготовки исходных материалов и кончая тепловой обработкой, целесообразно использовать весь комплекс технологических приемов и воздействий, приводящих к сокращению общего цикла изготовления изделий и улучшению качества продукции.

Для этой цели применяют разнообразные методы активизации твердения бетона (механические, химические, температурные и электрофизические воздействия). Однако максимальная эффективность воздействия достигается, как правило, в сочетании с тепловой обработкой.

Проанализируем методы теплового ускорения гидратации цемента и структурообразования бетона, технологические приемы и теплотехническое оборудование, обеспечивающие максимальное сокращение общего цикла.

Новые представления о механизме гидратации цемента позволили более точно определить необходимое время активной тепловой обработки.

Повышение температуры цементного теста эффективно ускоряет гидратацию минералов цемента в кинетической области, а при возрастании диффузионного сопротивления гидратных слоев доступ воды в непрогидратированную область цементных зерен (агрегатов)

становится затруднительным, скорость гидратации падает и происходит смена механизма гидратации на диффузионный. В связи с этим дальнейшее тепловое воздействие становится малоэффективным.

ВНИИжелезобетоном разработан новый способ тепловой обработки железобетонных изделий с ограниченным тепловым импульсом. Изделия разогревают до расчетной температуры и выдерживают в тепловых установках до достижения переходного периода процесса гидратации. Дальнейшее твердение бетона осуществляется в режиме остывания в тепловых установках или вне их; причем кинетика твердения остается неизменной, как при изотермическом выдерживании.

Режимы тепловой обработки бетона с ограниченным тепловым импульсом апробировались в промышленных условиях по двум направлениям.

Первое — использование энергосберегающих режимов. При этом экономический эффект достигается благодаря не только экономии тепловой энергии, но и сокращению тепловых установок и увеличению оборачиваемости форм. Так, промышленные испытания новой технологии тепловой обработки на Кавказском заводе железобетонных шпал показали, что время пребывания изделий в камерах сокращается на 50 %, металлоемкость парка форм снижается на 20 %. Одновременно с этим расход тепловой энергии сокращается на 30 %.

Второе направление предполагало получение максимальной экономии тепловой энергии при существующих режимах работы установок. В этом случае изделия разогревают до температуры, обусловленной активностью цемента при пропаривании, требуемой оборачиваемостью установок в сутки, заданной распалубочной или передаточной прочностью бетона изделий, а также длительностью остывания камер с изделиями, т. е. их тепловой инерцией.

Экономия энергии при таких режимах достигается ограничением подачи теплоносителя на стадии разогрева изделий до расчетной температуры, которая в большинстве случаев меньше на 10...30°C стандартной (80...90°C). Расчетная температура определяется по методике [3].

В качестве примера в табл. 1 приведены технико-экономические показатели предприятий, внедривших эту технологию. Из этих данных следует, что экономия тепловой энергии и питьевой воды, необходимой для подпитки котлов, колеблется от 25 до 40 %. Там, где в результате экономии энергии удалось остановить котлы (ЖБК-5 и ЖБИ-4), снижается и расход электроэнергии на

Таблица 1

Заводы	Объем производства, тыс. м ³	Расход тепловой энергии, ГДж/м ³	Экономический эффект, тыс. р. от экономии		
			тепловой энергии	воды	электроэнергии
Каховский ЖБИ	120	1,67/1,17	120	4,5	—
ЖБИ-4 ПО «Баррикада»	400	1,60/1,10	200	15,0	3,0
Новомосковский ЖБИ	120	2,30/1,63	100	6,0	—
ЖБК-5 Армстройиндустрия	90	2,00/1,25	95	5,0	2,5
Симферопольский напорных труб	13	2,70/2,10	15	0,6	—

Примечание. Перед чертой — до внедрения, после черты — после внедрения.

10...15 % за счет остановки насосов, вентиляторов и дымоходов.

Качественный скачок в интенсификации производства, снижении его фондоемкости, в том числе энерго- и металлоемкости, и в создании прогрессивных компоновочных решений технологии заводов сборного железобетона возможен на основе сочетания методов приготовления теплого бетона и ограниченного теплового импульса.

Методы приготовления теплого бетона направлены на достижение более интенсивного по сравнению с традиционным паропрогревом твердения бетона.

Для максимально возможного ускорения твердения бетона в более ранние сроки советскими учеными в 60...70-е годы был предложен и разработан метод предварительного разогрева смесей. Известно, что время твердения при использовании теплых бетонов в 2...3 раза меньше, чем при традиционных режимах пропаривания.

Однако попытки внедрить новый метод в существующие технологические линии были неудачны. На некоторых предприятиях не получено никаких преимуществ из-за большой скорости охлаждения разогретой смеси во время ее транспортирования к месту формования. Это приводило к тому, что смесь, разогретая до 40...60 °С, после укладки в форму имела температуру 20 °С. Внедрение этого метода с разогревом смеси перед укладкой в форму также оказалось малоэффективно из-за незаинтересованности предприятий в увеличении производительности и неподготовленности оборудования технологических линий.

Дальнейшие работы по усовершенствованию действующего и созданию нового оборудования для приготовления и формования теплого бетона в заводских условиях были практически прекращены. Однако при монолитном возведении зданий и сооружений в зимних условиях этот способ стал основным.

В технологии сборного железобетона предварительный разогрев бетонной смеси возможен при сохранении подведенного к бетону тепла в течение времени, которое определяется режимом ограниченного теплового импульса.

В табл. 2 даны усредненные значения циклов тепловой обработки бетона класса В22,5, приготовленного на цементах II группы при различных температурных воздействиях и методах тепловой обработки.

По сравнению с традиционными режимами пропаривания метод применения теплого бетона позволяет в 1,8...2 раза сократить время достижения бе-

Таблица 2

Температура, °С		Время тепловой обработки, ч, до достижения бетоном прочности, % R_m		
предварительного разогрева смеси	изотермического выдерживания изделий	30	50	70
		40	40	12,0 16,0
50	50	8,0 12,0	14,0 22,0	17,0 32,0
60	60	5,0 9,0	10,0 18,0	13,0 26,0
60	70	4,0 8,5	8,0 14,0	12,0 20,0
60	80	3,0 8,0	5,5 10,0	8,5 16,0

Примечание. Над чертой — при методе предварительного разогрева бетонной смеси и дальнейшего выдерживания в термосных или изотермических условиях; под чертой — при традиционных режимах пропаривания.

тоном распалубочной (50 % R_m), пердаточной, или отпускной (70 % R_m) прочности, резко увеличить съем продукции с 1 м² производственной площади и снизить фондоемкость производства.

Эффективность применения интенсивных тепловых методов ускоренного твердения бетона повышается при использовании химических добавок. Так, введение суперпластификаторов 40-03, С-3 и других позволяет снизить температурный уровень нагрева смеси с 80 до 60 °С без изменения общей продолжительности цикла тепловой обработки для равноподвижных смесей.

Предлагаемые методы интенсификации изготовления изделий эффективны и при использовании новых вяжущих, например вяжущего низкой водопотребности ВНВ. Кинетика твердения бетона на ВНВ отличается чрезмерно длительным индукционным периодом, который не позволяет при твердении в нормальных условиях повысить оборачиваемость форм выше 1 оборота в сутки. Поднять этот показатель до 2...3 оборотов можно с помощью тепловой обработки.

Наиболее интенсивный рост прочности бетона в ранние сроки твердения наблюдается при ускоренных методах

тепловой обработки с использованием теплых бетонных смесей или ускоренного разогрева изделий с малой открытой поверхностью.

В табл. 3 приведено время твердения бетона на ВНВ-50 (цемент Эдолбуновский) до заданного уровня прочности в процессе тепловой обработки с применением предварительного разогрева смеси с $O.K.=6...8$ см.

Сопоставляя данные табл. 3 с аналогичными характеристиками твердения разогретых бетонных смесей на обычных цементах II группы (см. табл. 2), можно отметить равную эффективность применения теплого бетона, приготовленного на портландцементах и ВНВ при 70...80 °С. При понижении температуры разогрева смеси до 40 °С эффективность применения ВНВ возрастает, дополнительно экономит до 30 % топливно-энергетических ресурсов. При этом следует учитывать значительную экономию топлива в цементной промышленности в результате снижения расхода цемента.

Технология тепловой обработки бетона с ограниченным тепловым импульсом отличается тем, что при достижении бетоном прочности, равной 30...40 % R_m , формы с изделиями можно извлекать из тепловой установки и дальнейшее твердение бетона осуществлять в режиме охлаждения.

В связи с этим применение теплых смесей в сочетании с технологией ограниченного теплового импульса позволяет еще более интенсифицировать процесс тепловой обработки и практически отказаться от традиционных установок, что и обуславливает более эффективные компоновочные решения технологического оборудования заводов нового поколения.

Интенсивные методы ускорения твердения бетона можно реализовать на различных тепловых установках с использованием известных энергоносителей (пара, электроэнергии, продуктов сгорания природного газа, вторичных энергоресурсов и т. д.).

Определенный опыт в нашей стране накоплен по использованию электроэнергии для производства теплого бетона и применению электротепловой обработки изделий, как наиболее произ-

Таблица 3

Температура, °С		Время, ч, достижения бетоном прочности, составляющей 30, 50 и 70 % R_m при расходе вяжущего, кг/м ³								
разогрева смеси	изотермического выдерживания изделий	30 %			50 %			70 %		
		300	400	500	300	400	500	300	400	500
		40	60	10,0	9,5	8,0	15,0	10,5	9,0	24
50	60	8,0	7,5	6,0	11,5	8,5	7,5	18	9,5	8,5
60	60	6,0	5,5	5,0	7,0	6,5	6,0	13	8,0	7,0
70	70	6,0	5,5	4,5	6,5	5,5	5,0	11	6,5	6,0
80	80	4,5	4,0	3,5	5,5	4,5	4,0	9	5,5	4,5

водительного и экологически чистого метода.

Электротепловая обработка бетона экономически эффективна при реализации ускоренных (более 40 °С/ч) низкотемпературных (40...70 °С) режимов разогрева. Такие режимы с удельным энергопотреблением 40...80 кВт·ч/м³ считаются малозатратными, так как расход тепловой энергии в 3...5 раз ниже, чем при традиционном паропрогреве [4].

Высокоэкономичные тепловые режимы с предельно коротким временем активной тепловой обработки бетона основаны на индивидуальном подходе к производству с учетом вида изделий и технологии их изготовления. Технические решения интенсивной малозатратной тепловой обработки изделий могут иметь различные варианты.

К ним относятся ускоренный прогрев отформованных изделий и последующая их выдержка в режиме изотермы, термоса или остывания. Примером указанного варианта является технология индукционного нагрева железобетонных плит, труб, опор ЛЭП и т. д., позволившая по сравнению с паропрогревом снизить энерго- и металлоемкость производства на 30...50 %. Интенсификация производства при этом выражается почти двухкратным увеличением обрабатываемости форм и съема изделий с единицы производственной площади.

Технология тепловой обработки путем разогрева бетонной смеси перед укладкой в форму, уплотнения и последующего выдерживания по режиму с ограниченным импульсом применима для массивных изделий с модулем поверхности до 10 (блоки, колонны, сваи, ригели и т. п.), а также в кассетной или пакетной технологиях.

Технология ускоренного разогрева бетонной смеси осуществляется непосредственно в форме с последующим уплотнением теплой смеси и выдержкой изделий в условиях изотермы или термоса по режиму с ограниченным импульсом. Подобная технология апробирована, например, при изготовлении бетонных фундаментных блоков (электропрогрев смеси в форме и ее виброуплотнение) и виброгидропрессованных труб (индукционный или паровой разогрев бетона в форме и последующее прессование теплого бетона).

Одним из показательных примеров развития тепловых методов интенсификации производства может служить динамика совершенствования тепловой обработки железобетонных напорных труб, реализуемая ВНИИжелезобетон. В производстве этих изделий апробированы экономичный паропрогрев, ускоренный индукционный прогрев пре-

Метод тепловой обработки	Энергоемкость, кг усл. т/м ³	Металлоемкость, кг/м ³	Время тепловой обработки, ч	Время энергопотребления, ч	Температура разогрева, °С	КПД	Экономический эффект, р/м ³	Срок окупаемости, г
Традиционный паропрогрев	50—70	20—24	12—20	9—16	70—80	0,2—0,3	—	—
Паропрогрев с ограниченным импульсом	30—40	20—24	12—20	6—10	70—80	0,4—0,5	1—2	0
Индукционный нагрев	20—25	12—14	6—10	0,5—1,0	50—70	0,7—0,8	3—5	1,5—2,0
Прессование теплого бетона	15—20	12—14	6—10	0,25—0,50	40—60	0,8—0,9	5—7	0,5—1,0

сованного бетона и метод прессования теплого бетона. Показатели роста эффекта интенсификации производства и энергосбережения по мере совершенствования тепловой обработки напорных виброгидропрессованных труб приведены в табл. 4.

Заслуживает внимания созданное фирмами «Эльба» (ФРГ) и «Партек» (Финляндия) новое оборудование для приготовления теплого бетона. С его помощью инертные материалы и вода разогреваются паром или продуктами сгорания природного газа в емкости, расположенной над бетоносмесителем. По данным фирм, время тепловой обработки составляет 4...5 ч. При этом метод получения теплого бетона экономит до 60 % тепловой энергии [5].

Таким образом, рассмотренные методы ускорения твердения бетона открывают новые возможности и перспективы при организации интенсивной, малозатратной, экологически чистой

технологии с минимальной фондоемкостью производства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рекомендации по снижению расхода тепловой энергии в камерах для тепловлажной обработки железобетонных изделий / ВНИИжелезобетон.— М.: Стройиздат, 1984.— 56 с.
2. Рекомендации по устройству и эксплуатации пропарочных камер периодического действия.— М.: ЦНИИЭСельстрой, 1989.— 56 с.
3. Пособие по тепловой обработке сборных железобетонных конструкций и изделий (к СНиП 3.09.01—85).— М.: Стройиздат, 1989.— 48 с.
4. Третьяков С. М. Методы и область эффективного использования электротермии в технологии сборного железобетона // Энергетическое строительство.— 1987.— № 12.— С. 29—33.
5. Обещенко Г. А., Ленский С. Е. Новые тенденции в технологии тепловой обработки бетона // Бетон и железобетон.— 1988.— № 7.— С. 44—47.

ЭКОНОМИЯ ЦЕМЕНТА В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОЗОЛОБЕТОНА

Предлагаются способы снижения (на 15—20 %) расхода цемента в производстве неавтоклавного газозолобетона (блоков и стеновых панелей).

На хоздоговорной основе или по гарантийному письму НИИЖБ оказывает научно-техническую и консультативную помощь при внедрении данной разработки с передачей «Рекомендаций по экономии цемента в производстве неавтоклавного газозолобетона», которые содержат:

- требования к материалам и технологическим параметрам;
- указания по подбору составов бетона, в том числе с добавками, в качестве которых используются промышленные отходы.

Разработчик: НИИЖБ Госстроя СССР (109428, Москва, 2-я Институтская ул., 6), тел. 174-84-36.

И. П. МИХАЙЛОВ, В. И. ДАНИЛОВ, кандидаты техн. наук (ВНИИжелезобетон);
Б. Н. КАНДАУРОВ, Ю. А. ВЛАСОВ, инженеры (ЦНИИпромзданий)

Унифицированные технологические решения для конструкций промышленных и сельскохозяйственных зданий

Анализ объемно-планировочных решений зданий различного назначения показывает, что конструкции одноэтажных зданий промышленного и сельскохозяйственного назначения проектируются, в основном, по единым принципам на основе стоечно-балочных и рамных каркасов. При этом одноэтажные промздания без мостовых кранов составляют более 60 % строящихся зданий этого типа.

Введение в действие ГОСТ 23838—89 устанавливает единые требования к основным параметрам промышленных и сельскохозяйственных зданий, что позволяет перейти к межвидовой унификации конструкций.

В промышленном и сельскохозяйственном строительстве действуют видовой каталог индустриальных сборных железобетонных конструкций и изделий. При этом некоторые конструкции применяют и в промышленных, и в сельскохозяйственных зданиях. Это приводит к необоснованному увеличению номенклатуры конструкций, затрудняет организацию их производства мелкими сериями. Кроме того, в типовых проектах используют конструкции с низкой степенью индустриализации и технологичности.

Анализ одноэтажных зданий промышленного и сельскохозяйственного назначения показал, что некоторые конструкции одинакового назначения имеют различные конструктивные решения и область применения. К ним относятся бескрановые колонны, плиты покрытий,

стенные панели. Область их применения необходимо расширить до межвидового использования с выявлением эффективности того или иного конструктивного решения на основе технико-экономического анализа и технологичности заводского изготовления.

В таблице приведена оценка заводской технологичности основных конструкций-представителей: колонн несущих конструкций покрытий, ограждающих конструкций.

Из рассмотренных типов колонн наиболее технологичны преднапряженные, имеющие более низкие показатели по расходу стали, трудоемкости арматурных работ, формованию и себестоимости. Низкую технологичность имеют колонны с обычным армированием. Центрифугированные колонны по сравнению с преднапряженными имеют меньшую массу и расход бетона, но более высокие расход арматуры и трудоемкость арматурных работ и формования.

В связи с этим оптимальной конструкцией колонны может быть преднапряженная, близкая к прямоугольному или квадратному сечениям с цилиндрической полостью внутри. Ее эффективность — в сокращении расхода бетона и стали и в возможности изготовления по безопалубочной технологии на длинных стендах.

В настоящее время рассмотренные, типы колонн изготавливают, в основном, по конвейерной, полуконвейерной или агрегатно-поточной технологиям. При мером решения конвейерных линий для

производства колонн может служить технологическая линия завода № 11 (Москва), представляющая собой вертикально-замкнутый пульсирующий конвейер. Изделия формуют в формах-вагонетках с откидными бортами. Открывание и закрывание бортов, укладка бетонной смеси, заглаживание поверхности механизированы. Применение переналаживаемых многоместных форм-вагонеток (на 2...4 изделия) позволяет обеспечить выпуск всей номенклатуры изделий унифицированного каркаса.

Производительность линии составляет 21 тыс. м³ изделий в год. Гипростромашем разработан типовой проект 409-010-48.83 для изготовления обычных и преднапряженных колонн на пятипостовой полуконвейерной линии. Производительность линии Первомайского филиала Тульского завода ЖБИ составляет 14,2 тыс. м³ изделий в год.

Поточно-агрегатная технология применяется при изготовлении центрифугированных колонн на Оршанском комбинате сборного железобетона и Тучковском заводе ЖБИ. Изделия круглого, прямоугольного или квадратного сечений формуют в цилиндрических формах. Последние состоят из двух полужорм, соединяемых между собой болтами. При предельной длине колонн 12 м число болтов на одной форме доходит до 70 шт. В сутки на линии находится в обращении 10...12 форм для 4...5 типов изделий. Формы переналаживаются на выпуск колонн разной длины. Как показывает опыт эксплуатации линий производства центрифугированных колонн, эта технология имеет существенные недостатки: высокую трудоемкость сборки и разборки форм, изготовления каркасов и укладки бетонной смеси; ручное разравнивание смеси в полужорме, затрудненное часто расположенной арматурой на каркасе; необходимость досыпки смеси в форму вручную при центрифугировании.

При использовании некачественных форм нарушается режим уплотнения, происходит вытекание бетона, не соблюдается толщина стенок колонн. В шлам отжимаются не только частицы песка, но и большое количество цемента. Не решены вопросы шламоудаления. При установке форм со свежееотформованными изделиями в ямные камеры тепловой обработки при резких движениях крана возможно обрушение свода. Технология требует серьезного совершенствования и не рекомендуется к широкому внедрению.

Сопоставление показателей технологичности несущих элементов покрытий — решетчатых и двутавровых балок, безраскосных ферм — не выявило оптимальной конструкции.

Конструкции	Расход бетона, м ³	Расход стали, кг/м ³	Масса, т	Трудоемкость, чел.-ч/м ³		Себестоимость, р/м ³
				армирования	формования	
Стеновые панели:						
однослойные	3,19	19,0	4,20	0,47	1,69	53,0
трехслойные	1,92	22,1	3,89	0,79	4,36	78,3
Колонны:						
с обычным армированием	2,20	211,1	5,40	2,22	0,46	176,48
то же центрифугированные	1,56	171,4	3,80	7,48	1,53	87,6
преднапряженные	2,20	220,7	5,50	0,33	0,48	82,7
Фермы безраскосные	7,30	184,7	18,20	3,01	3,76	118,42
Балки:						
решетчатые	4,15	128,9	10,40	6,58	8,59	104,71
двутавровые	2,93	172,7	7,30	9,39	5,31	144,6
Полурамы	1,36	266,2	3,40	3,70	20,80	203,0
Плиты покрытий	0,90	89,0	2,25	2,96	8,70	109,0



Рис. 1. Стендовая линия для изготовления ферм, плит покрытий и балок на Ереванском заводе ЖБИ № 5

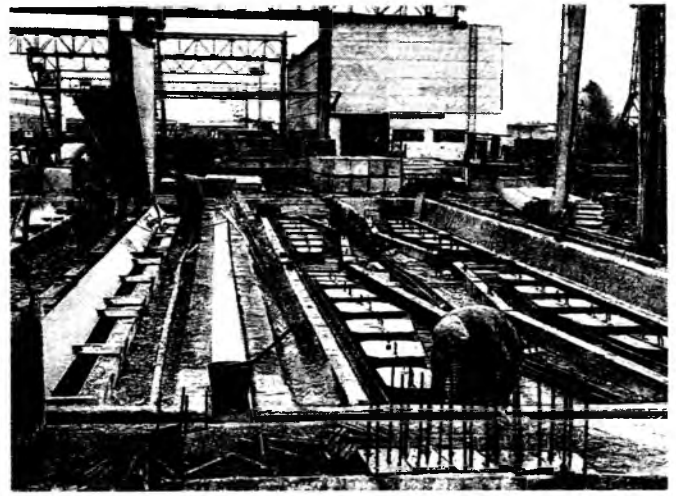


Рис. 2. Силовая стенд-камера для изготовления решетчатых балок на Пикалевском заводе ЖБИ

Безраскосные фермы имеют пониженные трудоемкость и себестоимость по сравнению с двутавровыми балками, однако решетчатые балки имеют в среднем меньшие расход бетона, стали и себестоимость. ПИ-1 разработаны усовершенствованные решетчатые балки с укрупнением решетки и стропильные балочные безраскосные фермы, имеющие по сравнению с рассмотренными выше конструкциями при прочих равных условиях в 1,2...1,4 раза меньшие расход бетона, стали и себестоимость. Следует ожидать, что эти конструкции будут технологичнее существующих.

Несущие конструкции покрытий на современных предприятиях изготавливают по стендовой технологии. При этом в зависимости от мощности применяют длинные и короткие стенды и стенд-камеры. На рис. 1 показан длинный стенд для изготовления несущих конструкций покрытий на Ереванском заводе ЖБИ № 5. Все основные операции на стенде механизированы. Особенностью горизонтально расположенных форм безраскосных ферм являются отодвигающиеся в стороны криволинейные борта и съемные термоколпаки. Для формирования двутавровых балок предусмотрены вертикально расположенные виброформы. Производительность линии около 10 тыс. м³ в год.

На рис. 2 показано формование решетчатых балок в силовых стенд-камерах на Пикалевском заводе ЖБИ. Основным недостатком формования ферм на длинных и коротких стендах является высокая трудоемкость арматурных и формовочных работ. СКТБ ППО Моспромстройматериалы разработало и внедрило на заводе ЖБИ № 18 (Москва) механизированную стендовую установку ФЭТУС-24 для изготовления решетчатых ферм. На ней механизиро-

ван процесс открывания и закрывания бортов форм, облегчена укладка арматурных каркасов. Распалубка осуществляется частичной выпрессовкой фермы. На технологической линии установлены две формы для ферм пролетом 24 м и три формы для ферм пролетом 18 м. Процессы укладки бетона механизированы, продолжительность тепловой обработки 12 ч, объем выпуска 1399 м³ в год.

В качестве ограждающих конструкций покрытий современных промзданий наиболее распространены комплексные ребристые плиты. Как видно из таблицы, наиболее трудоемким процессом при их изготовлении является формование. Для изготовления ребристых плит покрытий применяют конвейерную, полуконвейерную и агрегатно-поточную технологии.

Прогрессивная технология изготовления комплексных плит покрытий применена в разработанной ПТО Стройкомплекс и внедренной на заводе эффективных промышленных конструкций (Минск) конвейерной линии, представляющей собой двухъярусный конвейер с поперечным расположением форм-вагонеток. Конвейер оснащен механизмами открывания и закрывания замков форм, передвижной установкой электронагрева стержней, маломощной виброплощадкой, бетоноукладчиками СМЖ 166 А и СМЖ 3507, механизированной бортоснастью для укладки утеплителя и стяжки. Для сокращения затрат используют формы-вагонетки с гибкими продольными бортами, предусмотрены утилизация тепла остываемых изделий, бескрановая перегрузка на тележку вывоза, перемещение бетоноукладчиков поперек технологической линии.

На Владимирском заводе ЖБИ заканчивается монтаж горизонтально

замкнутой конвейерной линии производства ребристых плит покрытий с адресной подачей бетонной смеси, применением для обогрева изделий трехъярусных напольных щелевых камер с теплоносителем (продуктами сгорания природного газа), бетоноукладчиком для выдачи высокоподвижной смеси с суперпластификатором С-3.

На отдельных предприятиях применяют полуконвейерную технологию производства ребристых плит. Особенностью линии, применяемой на заводе ЖБИ № 18 (Москва), является использование неразъемных форм с подъемными бортами и групповое гидромеханическое натяжение стержней.

Оценка показателей технологичности наружных стеновых панелей показала преимущество однослойных панелей перед трехслойными. Несмотря на меньший расход бетона последние пока имеют повышенный расход арматуры и более трудоемки в изготовлении, что связано с увеличением ручных операций при укладке утеплителя. В зависимости от местных условий и требуемой мощности предприятий для изготовления наружных стеновых панелей можно применять конвейерную агрегатно-поточную или стендовую технологии.

На заводах большой и средней мощности для изготовления стеновых панелей целесообразнее конвейерная технология, позволяющая специализировать посты, механизировать и автоматизировать технологические процессы.

Для изготовления наружных стеновых панелей в последнее время получают применение двухветвевые двухъярусные конвейеры с двумя параллельными формовочными постами и трехрядной щелевой камерой; двухветвевые с параллельными короткими формовочными ветвями и П-образной щелевой подземной камерой, частично вынесен-

ной за пределы формовочного корпуса; горизонтально-замкнутые линии, соединенные передаточными тележками с одно- или двухрядной наземной щелевой камерой, которую можно вынести за пределы производственного корпуса, и др.

Стеновая технология производства наружных стеновых панелей предназначена, в основном, для применения на заводах небольшой мощности.

ГПИ-6 разработана стеновая безвибрационная технология изготовления железобетонных изделий крупнопанельного домостроения на линии ДСК мощностью 10...50 тыс. м² общей площади в год. В зависимости от мощности ДСК предусматривается использование от одного до трех длинных стендов, оснащаемых легкоъемной бортоснастью и специальным технологическим оборудованием. Возможно применение предварительно разогретых до 60...80°C высокоподвижных бетонных смесей.

Стеновые линии производства наружных стен для системы мини-заводов КПД разработаны также СКТБ Стройиндустрия Россевзапстроя, СКТБ ППО Моспромстройматериалы и др.

Оценка технологичности полурам, применяемых, в основном, для производственных агропромышленных зданий, показала, что наиболее трудоемким процессом при их изготовлении является формование. Полурамы формуют кассетных форм. Бетонную смесь укладывают бадьей, уплотняют навесными и глубинными вибраторами. Сложная конфигурация полурам затрудняет механизацию формовочных процессов.

Выводы

Существующая многообразная номенклатура конструкций одноэтажных производственных зданий приводит к

дублированию и неоправданному расходу материалов, затрудняет создание производства с прогрессивной технологией. Необходимо сократить номенклатуру и разработать прогрессивные конструкции оптимальных сечений и повышенной степени заводской готовности. Наиболее массовые конструкции при больших и средних объемах производства целесообразно изготовлять на гибких конвейерных линиях или безопасным способом на длинных стендах. При небольшом объеме производства конструкций широкой номенклатуры эффективнее агрегатно-поточное производство с переналаживаемыми формами. Крупногабаритные, линейные или объемные конструкции необходимо выпускать на коротких стендах. При создании мини-заводов, в том числе мобильных производств, следует использовать переналаживаемые стеновые формы-модули, литые смеси и безвибрационную технологию.

УДК 693.542

Н. А. БОЧАРОВ, В. Н. РОССОВСКИЙ, кандидаты техн. наук (ВНИИжелезобетон); Т. В. КУЗНЕЦОВА, д-р техн. наук, проф., Н. С. НИКОНОВА, В. В. МИТЮШИН, кандидаты техн. наук, О. Н. МАТЮХИНА, инж. (МХТИ)

Особенности раздельного приготовления бетонных смесей

При заводском изготовлении железобетонных изделий для увеличения их выпуска и сокращения сроков строительства зданий из монолитного бетона требуются цементы повышенной прочности с интенсивным нарастанием ее в ранние сроки твердения. Применение для этих целей специальных быстротвердеющих и высокопрочных цементов связано с большими энерго- и топливными затратами. Известно, что потенциальные возможности цемента реализуются неполностью, что приводит к значительным его потерям.

Одним из способов совершенствования использования цемента и интенсификации его твердения является интенсивная гидромеханическая активация, обуславливающая раздельное приготовление бетонной смеси. Степень гидромеханического воздействия определяется линейной скоростью вращения ротора смесителя-активатора и продолжительностью обработки.

Физико-механические свойства бетонов, приготовленных по традиционной технологии, зависят от способа измельчения цемента, его гранулометрического

состава, а также от кристаллической структуры, сформировавшейся в процессе твердения. Чем тоньше измельчен цемент, тем интенсивнее он гидратируется и твердеет. Роль отдельных фракций цемента в формировании прочности цементного камня неоднозначна — фракция 0...5 мкм способствует росту прочности в первые 24 ч твердения; фракция 7...30 мкм определяет рост прочности до 28 сут и качество цемента в целом; фракция 30...60 мкм способствует росту прочности после 28 сут твердения, фракция 60...120 мкм и более медленно гидратируется в течение длительного времени, уплотняя цементный камень*.

Авторы исследовали процессы, происходящие с цементными частицами в условиях интенсивной раздельной технологии приготовления бетонной смеси в сравнении с обычной, и их влияние на физико-механические свойства бетонного камня. Для экспериментов использовали цемент завода «Гигант», содержа-

щий 65 % алита, 15 % белита, 7 % трехкальциевого алюмината и 13 % четырехкальциевого алюмоферрита.

Бетонные смеси готовили по обычной и интенсивной раздельной технологии с расходом цемента 305, песка 750, щебня 1075, воды 220 кг/м³.

При интенсивной раздельной технологии весь цемент и 70 % общего содержания песка обрабатывали в смесителе-активаторе с постоянной скоростью 16 мс⁻¹ при В/Ц=0,55 в течение 30, 60 и 120 с, а затем активированную цементно-песчаную смесь перемешивали 120 с в смесителе с остатком песка и крупным заполнителем при В/Ц=0,72. По обычной технологии время перемешивания в смесителе — 180 с.

В процессе обработки цементно-песчаного раствора в активаторе отбирали пробы, которые моментально обезвоживали для предотвращения дальнейшей гидратации. Из них выделяли цементные составляющие, в которых определяли фракционный состав частиц на лазерном анализаторе размеров частиц фирмы «Malvern» (Великобритания), принцип действия которого основан на расшифровке дифракционной картины, образующейся в результате рассеяния лазерного излучения на исследуемых микрочастицах. Изучали также фракционный состав цементных составляющих бетонных смесей.

Бетонные образцы, полученные по обычной и интенсивной раздельной технологиям, твердели в условиях пропаривания при температуре 80°C по режиму 3+3+6+3 ч и в условиях нормаль-

* Бутт Ю. М. Тимашев В. В. Портланд-цемент. — М.: Стройиздат, 1974. — 328 с.

ного твердения. Испытания на прочность при сжатии проводили через 1 и 28 сут. Результаты обрабатывали методом пошаговой регрессии на ЭВМ «МЕРА — КАМАК» с использованием прикладных программ «Векторный калькулятор», разработанных в МХТИ.

Получены уравнения регрессии, связывающие содержание фракций размером >65 ; $30...65$; $5,8...30$ и $<5,8$ мкм цементной составляющей бетонной смеси, полученной по обычной и интенсивной раздельной технологиям, со временем обработки t в смесителе-активаторе.

Характер распределения частиц по фракциям после обработки в активаторе и смесителе в зависимости от времени активации представлен на рис. 1, причем распределение частиц при $t=0$ соответствует исходному негидратированному цементу и распределению частиц в цементной составляющей бетонной смеси, полученной по обычной технологии.

Следует отметить, что при производстве бетонной смеси как по обычной, так и по интенсивной раздельной технологиям в начале взаимодействия цемента с водой происходит дезагрегация основной массы частиц крупных и средних фракций, а количество самых мелких частиц ($<5,8$ мкм) практически не меняется. После активатора преобладает фракция $5,8...30$ мкм, хотя в исходном цементе основная доля приходится на более крупную фракцию ($30...65$ мкм). В процессе активации основные изменения происходят с самой крупной фракцией размером >65 мкм — через 60 с активации ее количество уменьшается практически до 0, но при увеличении времени пребывания материала в активаторе сверх оптимального количество крупных частиц снова возрастает в основном вследствие уменьшения доли фракции $5,8...30$ мкм.

После обработки материала в бетоносмесителе количество мелких фракций $5,8...30$ мкм и $<5,8$ мкм увеличивается во времени. Содержание самой крупной фракции (>65 мкм) минимально через 80...90 с активации.

Изменения, происходящие с частицами цемента при обработке в активаторе и смесителе согласуются с изменением удельной поверхности $S_{уд}$ цементной составляющей бетонной смеси, измеренной методом низкотемпературной адсорбции азота. Так после смесителя по обычной технологии $S_{уд}$ увеличилась с 0,29 у исходного негидратированного цемента до $0,59 \text{ м}^2/\text{г}$. При интенсивной раздельной технологии после обработки в активаторе в течение 90 с $S_{уд}$ составляла 0,7, а после смесителя возросла до $0,8 \text{ м}^2/\text{г}$.

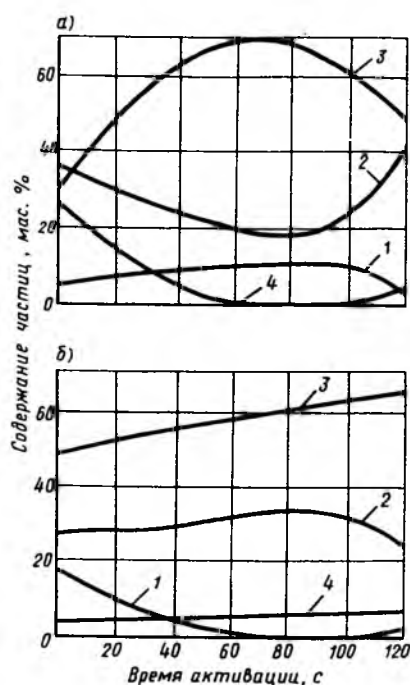


Рис. 1. Зависимость распределения частиц по размерам от времени активации а — после активатора Д; б — после смесителя ДС; 1 — фракция >65 ; 2 — то же $30...65$ мкм; 3 — то же $5,8...30$; 4 — то же $<5,8$ мкм

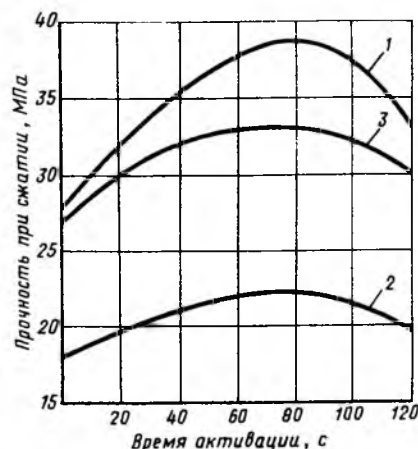
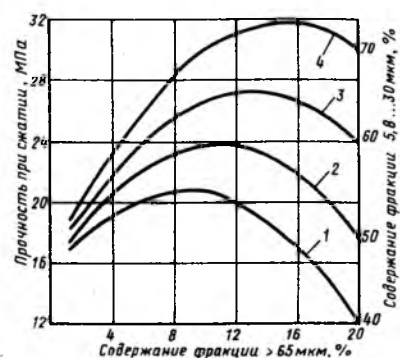


Рис. 2. Зависимость прочности бетона на основе цемента завода «Гигант» от времени активации 1 — через 28 сут нормального твердения; 2 — пропаренного бетона через 1 сут; 3 — то же через 28 сут



Методом пошаговой регрессии получены уравнения, связывающие прочность бетона после пропаривания через 1 и 28 сут, а также через 28 сут нормального твердения со временем активации t (рис. 2). Все кривые изменения прочности проходят через максимум, соответствующий времени активации 70...90 с. Дальнейшая обработка цементно-песчаного раствора в смесителе-активаторе снижает прочность бетона. Эти результаты согласуются с данными распределения частиц по размерам — рост прочности сопровождается снижением содержания частиц размером >65 мкм вплоть до 0, а происходящее затем снижение прочности связано с повышением доли этих частиц, что вызвано агрегированием мелких частиц при увеличении продолжительности активации.

Для бетонов на основе цемента завода «Гигант» были получены уравнения регрессии, связывающие прочность с распределением частиц цемента по размерам. Для пропаренных бетонов в возрасте 1 сут

$$ПП1 = 15,75271 + 0,02983147 \times D1 \times D3 - 0,06923996 \times D1^2, \quad (1)$$

где ПП1 — прочность бетона через 1 сут после пропаривания; $D1$ — содержание фракции размером >65 мкм, %; $D3$ — то же $5,8...30$ мкм, %; $v=0,89949$; $\sigma^2=3,319$.

Для бетонов после 28 сут нормального твердения

$$P28 = 1,219007 + 0,1519824 \times D3 \times D4, \quad (2)$$

где П28 — прочность бетона через 28 сут нормального твердения; $D2$ — содержание фракции размером $30...65$ мкм, %; $D4$ — то же $<5,8$ мкм, %; $v=0,63577$; $\sigma^2=31,24$.

Следует отметить, что для пропаренных бетонов наиболее существенное влияние на прочность оказывают частицы размером >65 мкм и $5,8...30$ мкм, а для бетонов нормального твердения — частицы размером $30...65$ мкм и $<5,8$ мкм.

На рис. 3 представлены кривые зависимости прочности пропаренного бетона от содержания фракций размером >65 и $5,8...30$ мкм. Наибольшая прочность может быть достигнута при содержании 10...20 % частиц размером >65 мкм и 60...70 % фракции $5,8...30$ мкм.

Рис. 3. Зависимость прочности бетона через 1 сут после пропаривания от содержания частиц размером >65 мкм 1 — 40 % фракции $5,8...30$ мкм; 2 — то же 50 %; 3 — то же 60 %; 4 — то же 70 %

На рис. 4 дана зависимость прочности бетона после 28 сут нормального твердения от содержания фракций размером 30...65 мкм и <5,8 мкм. В этом случае наблюдается закономерное увеличение прочности бетона с повышением содержания данных фракций. Максимальная прочность отмечается при содержании $\approx 10\%$ частиц размером <5,8 мкм и 40% размером 30...65 мкм.

На практике для бетонов нормального твердения на основе цемента завода «Гигант» наиболее близкое к оптимальному распределение частиц наблюдается при получении бетонной смеси по интенсивной раздельной технологии при продолжительности обработки цементно-песчаного раствора в смесителе-активаторе 60...90 с.

Для пропаренных бетонов оптимальное содержание 10...20% фракций размером >65 мкм и 60...70%, 5,8...30 мкм, обеспечивающее максимальную проч-

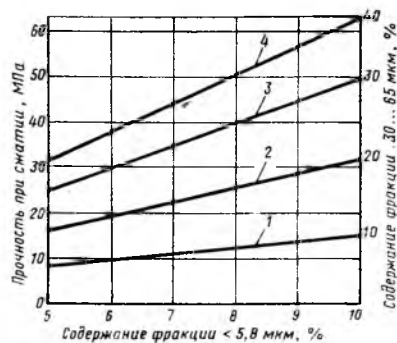


Рис. 4. Зависимость прочности бетона после 28 сут нормального твердения от содержания частиц размером < 5,8 мкм

1 — 10% фракции 30...65 мкм; 2 — то же 20%; 3 — то же 30%; 4 — то же 40%

ность, при интенсивной раздельной технологии не достигается. По-видимому, в данном случае следовало бы применить цемент более грубого помола. Это объясняется тем, что при ТВО гидрата-

ция мелких фракций происходит слишком интенсивно, в результате чего в камне создаются большие внутренние напряжения. Однако и для пропаренных бетонов при интенсивной раздельной технологии достигается прочность, превышающая аналогичный показатель по обычной технологии, на 25...30%.

Выводы

Установлено, что в процессе обработки цементно-песчаного раствора в смесителе-активаторе происходит разрушение агломератов, приводящее к значительному увеличению в материале доли мелких фракций и, как следствие, к повышению гидратационной активности цементной составляющей.

Прочность бетонных образцов, полученных при оптимальном режиме интенсивной раздельной технологии, увеличивается на 25...30%, что дает возможность получать заданную прочность при меньшем расходе цемента.

УДК 693.564.42

К. А. ОЛЕХНОВИЧ, д-р техн. наук, Ю. И. ВИНОГРАДОВ, Н. П. НЕСТЕРЕНКО, инженеры (Полтавский инженерно-строительный ин-т)

Виброплощадки для конвейерных линий

Реконструкция заводов ЖБИ и КПД предполагает оснащение формовочных постов эффективным оборудованием, отвечающим современным требованиям производства. При ограниченных финансовых и материальных ресурсах страны это массовое техническое мероприятие в отрасли сборного железобетона может быть реально осуществлено лишь на базе простых и экономичных машин. Причем результатом должно являться не только повышение производительности технологических линий и обеспечение стабильного качества изделий, но и улучшение социальных условий труда.

В настоящее время на конвейерных технологических линиях используют различные виброплощадки, серийные и изготавливаемые предприятиями сборного железобетона — СМЖ-200Б, СМЖ-280, СМЖ-538А, СМЖ-773, СМЖ-460, СМЖ-199А, ВРА-15, ВБ-20, ударные столы, вибротумбы, ВПК-25, ВПГ-1, ВПС-24 и др. Разнотипность виброфор-

мовочных средств вызвана неудовлетворенностью производителей эксплуатационными качествами серийных виброплощадок.

Рассмотрим три унифицированные низкочастотные виброплощадки типа ВПГ, разработанные КБ Вибротехника. Виброплощадка ВПГ-1М создана в результате совершенствования ВПС-15, ВПК-25 и ВПГ-1 с пространственными колебаниями подвижной рамы, внедренных за последние 15 лет. Она включает сварную подвижную раму, опертую на восемь податливых резинометаллических опор, закрепленных на фундаменте (рис. 1). Опоры способствуют реализации пространственных колебаний и не передают вибрацию на фундамент. Они имеют фиксирующие штыри, контактирующие с посадочными отверстиями снизу подвижной рамы. Это упрощает монтаж виброплощадки и позволяет быстро ее поднимать и перемещать в сторону краном при очистке подрамного пространства от остатков бетонной сме-

си и проверке упругих опор. В подвижной раме вблизи места крепления вибровозбудителя предусмотрены полости, заполняемые бетоном, что снижает уровень производственного шума и обеспечивает стабильные колебания подвижной рамы под нагрузкой при различной вибрируемой массе формы с бетонной смесью. Одиночный вибровозбудитель ВУ-25рс с вертикальным валом и ступенчатым изменением статического момента жестко закреплен в центральном окне подвижной рамы ниже ее рабочей поверхности и приводится во вращение электродвигателем, установленным на подмоторной раме шкивом вверх. Несовпадение плоскости действия круговой вынуждающей силы с горизонтальной плоскостью, проходящей через центр масс колебательной системы, вызывает эффективные пространственные (трехмерные) колебания подвижной рамы.

Форма-вагонетка, свободно установленная на подвижной раме, при

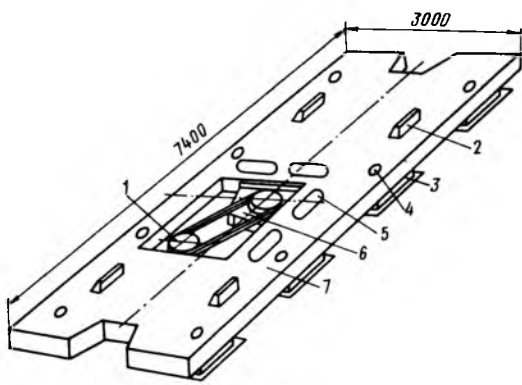


Рис. 1. Схема низкочастотной виброплощадки ВПГ-1М

1 — шкиф приводного электродвигателя; 2 — упоры от поперечного смещения формы-вагонетки; 3 — упругие резинометаллические опоры; 4 — посадочные отверстия для штырей упругих опор; 5 — полости для заполнения бетонной смесью; 6 — вибровозбудитель с вертикальным валом

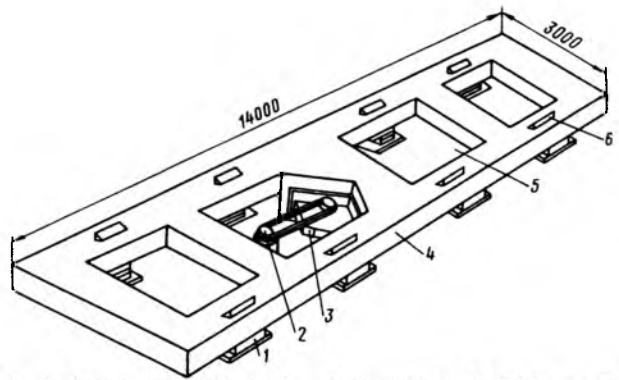


Рис. 2. Схема низкочастотной виброплощадки 1ВПГ-3×14-25

1 — упругие резинометаллические опоры; 2 — приводной электродвигатель; 3 — вибровозбудитель с вертикальным валом; 4 — подвижная рама; 5 — окна на подвижной раме; 6 — упоры от поперечного смещения формы

опускании фиксируется от поперечных смещений наклонными упорами, которые размещаются снаружи или внутри контура поддона, упираясь в его продольные балки. Виброплощадка проста по конструкции, технологична в изготовлении, удобна для технического обслуживания (всего две точки смазки). От серийных виброплощадок ее выгодно отличает минимум комплектующих изделий — один электродвигатель, четыре подшипника и три клиновых ремня. Оптимальный режим вибрации позволяет качественно уплотнить бетонную и керамзитобетонную смеси подвижностью 3...5 см. Виброплощадка ВПГ-1М хорошо себя зарекомендовала надежностью работы и стабильностью уплотнения бетонных смесей. Общий уровень звукового давления низкочастотных колебаний (24Гц) не превышает 88...90 дБА. Эксплуатационным недостатком виброплощадки с пространственными колебаниями подвижной рамы является теоретически нулевое, а практически минимальное значение вертикальных составляющих амплитуд виброперемещений в центральной части подвижной рамы. При формировании наружных стеновых панелей с оконными или дверными проемами это не имеет значения, но при изготовлении сплошных панелей и плит требуется некоторое увеличение продолжительности вибрационного воздействия из-за снижения технологической эффективности уплотнения бетонной смеси в центральной части изделия.

Более равномерное распределение вертикальных составляющих амплитуд виброперемещений по рабочей поверхности подвижной рамы виброплощадки и устранение нулевых значений в центральной части подвижной рамы достигается вследствие наклона вибровозбудителя ВУ-25рс относительно вертикали на 20...30°. Это техническое решение

осуществлено в виброплощадке ВПГ-1МН в результате незначительного усложнения конструкции и некоторого увеличения мощности вибропривода. Впервые положительное влияние наклона вибровозбудителя ВУ-25рс на 18° проверено экспериментально на модернизированной виброплощадке ВПГ-1, эксплуатируемой ПО Саратовсельстройконструкция с 1983 г.

Повышение технологической эффективности виброплощадки ВПГ-1МН при формировании сплошных панелей и плит покрытия является важным производственным фактором и оправдывает некоторое усложнение ее конструкции и увеличение энергопотребления. По остальным параметрам эта виброплощадка идентична ВПГ-1М. В настоящее время обобщается опыт использования этой виброплощадки в различных производственных условиях.

Виброплощадка 1ВПГ-3×14-2 предназначена для формирования плит из тяжелого бетона и керамзитобетона в одиночных и кассетных формах размером 3×14 м (рис. 2). Она является модификацией распространенной низкочастотной виброплощадки ВПС-24, успешно работающей на многих заводах ЖБИ, но имеет большую длину подвижной рамы и другой тип упругих резинометаллических опор, способных воспринимать значительные продольные нагрузки. Подвижная рама для облегчения выполнена с дополнительными окнами. Вибровозбудитель ВУ-25рс с вертикальным валом установлен в центральном окне подвижной рамы. Форма от поперечного сползания ограничена жесткими наклонными упорами. Апробированная конструкция вибровозбудителя и упругих опор обеспечивает хорошие потребительские качества. Удельная металлоемкость и энергопотребление виброплощадки 1ВПГ-3×14-25 значительно ниже, чем

СМЖ-199а, почти в десять раз меньше количество комплектующих изделий.

Рассмотренные типоразмеры виброплощадок для конвейерных линий являются достаточно перспективными, поскольку позволяют осуществить переоснащение формовочных постов с минимальными затратами и обеспечивает нормальные санитарно-гигиенические условия труда при достаточной технологической эффективности. Преимущество виброплощадок ВПГ заключается также в том, что на базе их унифицированных узлов разработаны и используются другие типоразмеры грузоподъемностью 20...60 т для формирования объемных и доборных элементов, на открытых полигонах и на агрегатно-поточных линиях, т. е. создана практическая возможность комплексного переоснащения всех формовочных постов на любом предприятии при минимальной номенклатуре комплектующих изделий.

Техническая характеристика виброплощадок типа ВПГ для конвейерных линий

ВПГ-1М		1ВПГ-3×14-25	
Грузоподъемность, т	8...25	8...25	8...25
Габаритные размеры подвижной рамы, м	3×7	3×14	3×14
Частота колебаний, Гц	24	24	24
Удобоукладываемость бетонной смеси, см	3...5	3...5	3...5
Установочная мощность, кВт	22	30	30
Масса виброплощадки, кг	7800	11 800	11 800

Выводы

Чрезмерное разнообразие виброплощадок одинакового назначения для существующих конвейерных линий создает сложности при техническом перевооружении формовочных постов.

Следует в ближайшее время определить 3...4 типоразмера виброплощадок и организовать их централизованный выпуск в достаточном количестве для предприятий стройиндустрии.

Д. Ф. ТОЛОРЯ, Е. А. СИНЕВА, кандидаты техн. наук (ВНИИжелезобетон);
Б. В. ГУСЕВ, д-р техн. наук, проф., А. И. БУДНИКОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ);
О. А. ПРОХОРЦЕВ, инж. (Гипростроммаш)

Перспективы развития виброформовочного оборудования

В результате технического перевооружения предприятий стройиндустрии предусматривается в ближайшие 10...15 лет повысить производительность труда в 2,6...3 раза при обеспечении высокого качества изделий. Основным видом виброформовочного оборудования в нашей стране являются виброплощадки, на которых изготовляют 85 % сборного железобетона.

Совершенствование технологии возможно вследствие применения подвижных и очень подвижных смесей с добавками суперпластификаторов или благодаря использованию жестких и сверхжестких смесей с целью интенсификации производства, обеспечения немедленной распалубки и снижения металлоемкости оборудования и форм.

В промышленности сборного железобетона предстоит широкое внедрение пластифицирующих и суперпластифицирующих добавок С-3, 10-03, 40-03, а также модифицированных различными способами добавок (СДБ, ЛСТМ-2, НИЛ-21 и др.). Использование добавок предъявляет новые требования к формовочному оборудованию. Однако практика показала, что применение пластифицирующих добавок не избавляет от необходимости вибрирования бетонных смесей, поскольку только оно позволяет удалить воздух, вовлеченный при их изготовлении и укладке, способствует увеличению плотности и прочности бетона, получению высококачественной внешней поверхности изделия. При этом возможно применение виброоборудования с менее интенсивными режимами колебаний, чем при формировании жестких бетонных смесей.

Процесс вибрационного уплотнения бетонной смеси состоит из двух стадий — на первой происходит взаимное перемещение крупных частиц щебня и образование макроструктуры бетона, а на второй доуплотнение растворной составляющей и формирование элементов микроструктуры. При низких частотах (15...25 Гц) и симметричных (гармонических) режимах первая стадия составляет 0,3...0,5 с. Для перекомпоновки частиц щебня на первой стадии уплотнения необходимо ускорение всего (1,5...2) g.

В условиях асимметричных (удар-

но-вибрационных) режимов, которые происходят с частотой ≤ 25 Гц, в бетонной смеси наряду с низкочастотными колебаниями возникают высокочастотные составляющие. При этом ускорение в верхнем положении должно быть $\geq 2g$ для обеспечения перемещения частиц крупного заполнителя и их перекомпоновки. Величина верхнего ускорения дает им такую свободу, позволяет частично разуплотняться в каждом цикле, а затем занимать более плотное расположение.

При высокочастотных режимах (50 Гц) с гармоническим характером колебаний продолжительность первой стадии уплотнения в зависимости от жесткости бетонной смеси 2...10 с. Ускорение в верхнем и нижнем положении площадки одинаково и для подвижных смесей равно 3 g, а для жестких (5...6) g. Смесей повышенной жесткости прорабатывают, как правило, с применением инерционного пригруза.

На рис. 1 показаны необходимые ускорения при уплотнении бетонных смесей с $O.K.=2...20$ см в низком и среднем частотном диапазонах. Снижение ускорения в диапазоне частот 25 Гц с 4 до 2 g повышает долговечность оборудования в 5...10 раз, уменьшает уровень шума на 10...15 дБА.

За рубежом (ФРГ, Япония) для уплотнения подвижных бетонных смесей используют секционные виброплощадки с самостоятельными электроприводами. Грузоподъемность каждой секции до 1,5 т, а всей виброплощадки практически не ограничена. Каждая вибро-

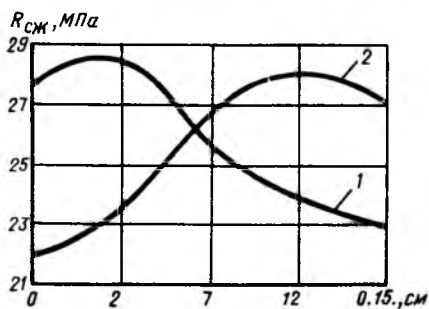


Рис. 1. Зависимость предела прочности от ускорения при различных частотах колебаний

1 — $n=50$ Гц, $a=(3...4)g$; 2 — $n=10...25$ Гц, $a=(1,5...2)g$

секция представляет собой металлическую балку на резиновых виброизоляторах, в нижней части которой закреплены электрические дебалансные вибро-возбудители, а верхняя часть, на которую устанавливают форму, покрыта резиной и предохранена от повреждений металлическим листом. Жесткие и малоподвижные смеси уплотняют с пригрузом и с креплением форм к вибро-возбудителям.

В нашей стране при уплотнении бетонных смесей в последнее время начали широко применять асимметричные ударно-вибрационные низкочастотные режимы колебаний [1, 2]. Они реализованы на различном вибрационном оборудовании рамного или блочного типов. К площадкам рамного типа относятся симметричные площадки с многокомпонентным характером колебаний конструкции ЭКВ Вибротехника Полтавского инженерно-строительного института, позволяющие уплотнять бетонную смесь в крупноразмерных конструкциях. На рис. 2 представлена конструктивная схема виброплощадки ВПГ 2X14, работающая с частотой 25 Гц при амплитуде колебаний в горизонтальной плоскости 0,5...0,7 мм, в вертикальной — 0,3...0,5 мм. Использование колебаний многокомпонентного характера обеспечивает достаточную технологическую эффективность для уплотнения малоподвижных и подвижных смесей. Снижение амплитуды колебаний до 0,2...0,3 мм позволяет формировать подвижные и литые бетонные смеси при введении пластификаторов и суперпластификаторов с получением высокой однородности изделий без расслоения бетонной смеси.

Имеется положительный опыт выпуска на таких виброплощадках ребристых плит и плит покрытий размером 3X12 м на ПО Кременчугжелезобетон. Особенно эффективно использование вибрационных головок при их закреплении на стационарных виброформах для изготовления плит на пролет 3X18 м и двускатных балок пролетом 18 и 24 м. Такой опыт накоплен на ЖБИ-18 Главмоспромстройматериалов, в ПО Укрпромжелезобетон, на Кишиневском заводе ЖБИ и многих других предприятиях. Однако рамный тип оборудования требует большого числа типоразмеров виброплощадок.

Поэтому Минстройдормаш традиционно изготавливал виброплощадки блочного типа с грузоподъемностью до 20 т. К ним относятся виброплощадки СМЖ-200Г и СМЖ-187Г, которые служат для уплотнения жестких и малоподвижных бетонных смесей.

В нашей стране такие смеси используют в 10...15 % случаев общего про-

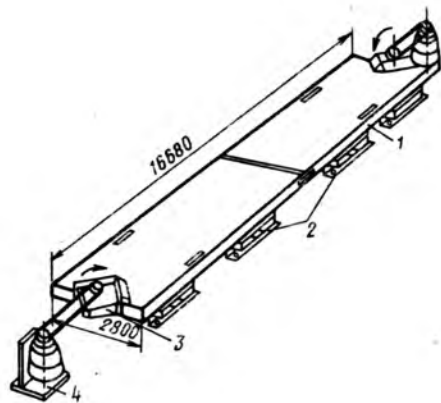


Рис. 2. Схема низкочастотной виброплощадки с пространственными колебаниями рамного типа конструкции Полтавского инженерно-строительного института
1 — форма; 2 — резинометаллические опоры; 3 — вибратор; 4 — электродвигатель

изводства, например, при производстве многупустотных панелей перекрытий и железобетонных шпал. Однако для выпуска шпал эффективны венгерские площадки типа СМЖ-200. Надежность работы виброплощадок Челябинского завода Строммашина в настоящее время находится на недопустимо низком уровне.

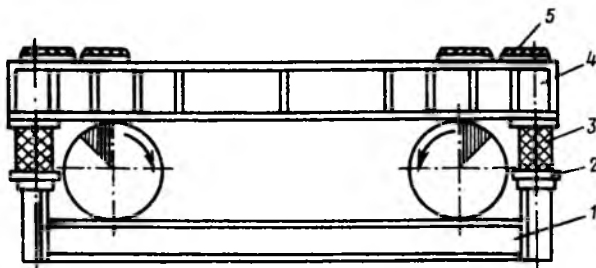
Поэтому по всей стране на предприятиях стройиндустрии производят виброресекции, вибротумбы и др. Хорошо зарекомендовала себя виброплощадка тумбовая секционная, созданная на Московском заводе ЖБИ-18, работающая с частотой колебаний ≈ 50 Гц. Виброресекция состоит из рамы с установленными на ней вибраторами, опирается на пол цеха через резиновые опоры, снижающие динамические нагрузки и уменьшающие уровень шума. Из нескольких секций можно скомпоновать виброплощадку любой грузоподъемности. Отсутствие синхронизаторов, карданных валов, опор и т. д., присущих серийным виброплощадкам, делает конструкцию более простой и надежной в эксплуатации.

Несомненный интерес представляют и виброплощадки блочного типа с ударно-вибрационным принципом действия СМЖ-538 [3] конструкции ВНИИСтройдормаш с частотой колебаний 25 Гц без крепления форм (рис. 3). Они состоят из отдельных блоков, снабженных двумя самосинхронизирующимися вибраторами. Самостоятельная работа блока создает удобство в проведении технического обслуживания и ремонта, но не обеспечивает синхронизацию работы всех блоков. Основным недостатком этих виброплощадок заключается в частом выходе из строя вибраторов (ИВ-96, ИВ-105) в среднем через полгода эксплуатации.

Для повышения срока службы серий-

Рис. 3. Схема виброблока ударно-вибрационной площадки СМЖ-538

1 — опорная рама; 2 — вибратор; 3 — упругие амортизаторы; 4 — верхняя рама; 5 — транспортерная лента



ных виброплощадок создана низкочастотная ударно-вибрационная площадка СМЖ-773, включающая все узлы и детали и в той же компоновке, что и СМЖ-200, но работающая на более низкой частоте (25 Гц). В ней предусмотрены резиновые амортизаторы под виброблоки (рис. 4). В лабораторных условиях подобный режим вибрации позволил снизить продолжительность уплотнения и повысить плотность бетона при жестких и малоподвижных консистенциях бетонной смеси, однако надежность ее работы требует тщательной промышленной проверки.

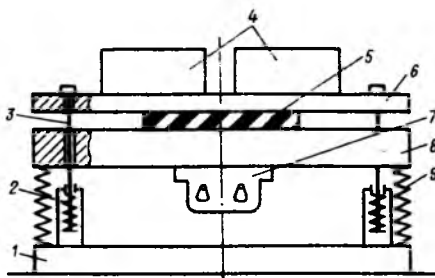


Рис. 4. Схема виброблока ударно-вибрационной площадки СМЖ-773

1 — рама; 2 — пружина; 3 — тяга; 4 — электромагнит; 5 — резиновые прокладки; 6 — промежуточная плита; 7 — двухвальная вибровозбудитель; 8 — плита; 9 — опорные пружины

Для уплотнения жестких бетонных смесей лабораторными исследованиями установлена и практикой промышленного производства подтверждена эффективность применения переменных режимов формования. Так, на Чудовском заводе ЖБШ произвели последовательное формование на двух типах виброплощадок — с предварительным уплотнением в течение 1 мин без пригруза на ударно-вибрационной площадке СМЖ-538 и 4 мин окончательное уплотнение на типовой, из них 1 мин с пригрузом. Жесткость бетонной смеси 40 с соответствовала ГОСТ 10181—78. Крепление форм на обеих виброплощадках осуществляли на электромагнитах.

При визуальном осмотре отформованных шпал оказалось, что число пор значительно меньше по сравнению с отформованными по типовой технологии. Также были зафиксированы лучшие показатели по уплотнению ($K_{упл} =$

$= 0,97$ вместо 0,96) и трещиностойкости (15 вместо 13,5 т). Поэтому целесообразно для уплотнения жестких бетонных смесей использовать виброплощадки с переменными параметрами. Они могут иметь характер импульсов, включающих в себя спектр частот 25 ... 50 Гц или дискретный режим наподобие рассмотренного с ударным характером колебаний в низкочастотном диапазоне, но с сохранением жесткого крепления формы к площадкам.

Выводы

Для уплотнения подвижных и очень подвижных бетонных смесей служат виброплощадки с низкочастотными гармоническими или сложными (ударными, ударно-вибрационными) колебаниями без специального крепления форм. Хорошо зарекомендовали себя виброплощадки ВПГ, СМЖ-538 и др.

Для уплотнения малоподвижных и жестких бетонных смесей необходимо создание высокочастотных (≥ 50 Гц) виброплощадок или вибротумб с гармоническими колебаниями, а также с переменным режимом колебаний, включающим широкий спектр частот с ударным характером в низкочастотном диапазоне. При этом обязательно жесткое крепление форм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ударно-вибрационная технология уплотнения бетонных смесей / Б. В. Гусев, А. Д. Демин, Б. И. Крюков и др. — М.: Стройиздат, 1982. — 150 с.
2. Осмаков С. А. Брауде Ф. Г. Виброударные формовочные машины. — Л.: Стройиздат, 1976. — 127 с.
3. Опыт применения ударно-вибрационных площадок типа СМЖ-538 при формовании железобетонных изделий / Е. Г. Зиновьев, Е. А. Синева, Л. Е. Берлин, Э. В. Лаварншек. — Сб. ВНИИЭСМ. — Сер. 3. — Вып. 1. — М., 1987. — 10 с.

Изготовление изделий методом напорного бетонирования

Перспективным направлением в улучшении технологии и повышении условий и производительности труда при выпуске изделий из сборного и монолитного железобетона является использование бетононасосов и других нагнетающих устройств.

В последние 15...20 лет в технически развитых капиталистических странах (США, ФРГ, Япония, Италия и др.) широко применяют различные типы бетононасосов, в основном, для подачи смесей по трубопроводам к месту их потребления.

К преимуществам бетононасосов перед другими средствами механизации относятся: высокая скорость укладки бетонной смеси (200...250 м³ в смену); комплексное решение подачи смеси по горизонтали до 500 и по вертикали до 100...120 м; возможность подачи смеси в места, труднодоступные для других средств механизации; минимальные потери смеси, связанные с ее перегрузками.

Однако внедрение бетононасосов создает определенные сложности, вызванные такими специальными требованиями, как рациональный подбор смеси по гранулометрическому составу и по подвижности, четкая организация работ, высокая техническая профессиональная подготовка обслуживающего персонала.

Поисковые работы, проведенные НПО Энергостройпром, ВНИИжелезобетоном и другими организациями в

1986 г., показали, что бетононасосы можно использовать не только для транспортирования и укладки бетонных смесей, но и как формующие агрегаты, позволяющие получать высококачественные изделия.

Формование изделий бетононасосами получило название напорной технологии. Она исключает применение вибрационного уплотнения бетонной смеси в форме, что улучшает условия труда рабочих, обеспечивает большую эксплуатационную надежность формовочного оборудования. Нагнетание бетонной смеси в форму бетононасосом позволяет уменьшить время заполнения формы. При этом сокращается основной процесс, определяющий повышение производительности технологического комплекса.

Водоотделение после формования позволяет уменьшить водосодержание бетона. Снижение при этом В/Ц приводит к повышению прочности, а в равнопрочных бетонах обеспечивает сокращение расхода цемента и уменьшение себестоимости смеси.

В качестве метода уплотнения бетонных смесей напорная технология была предложена ВНИИжелезобетоном в конце 60-х годов. В конце 70-х годов в НИИЖБе в лабораторных условиях были проведены работы по применению метода напорного бетонирования при изготовлении виброгидропрессованных труб диаметром 500 и длиной 3000 мм. При этом уплотнение бетонной смеси

осуществлялось созданием опрессовочного давления до 1 МПа в течение 5...10 мин.

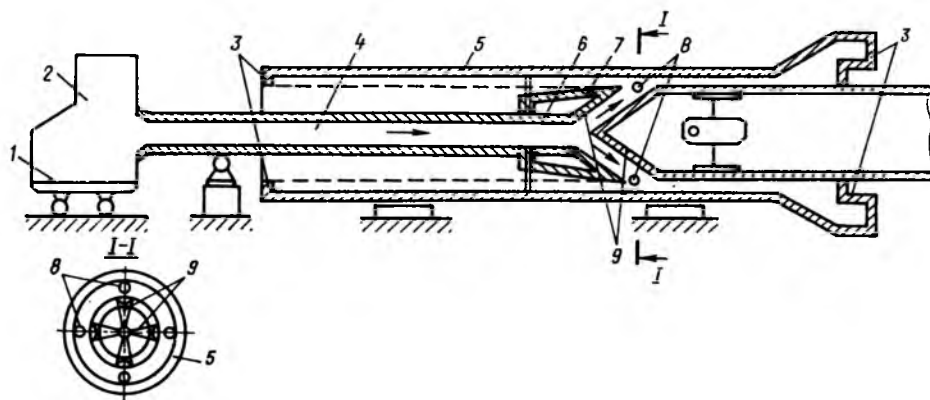
В ИСиА Госстроя БССР была создана и смонтирована на заводе сборного железобетона Минского ПО индустриального домостроения Минприбора БССР экспериментальная линия ЛКК-1 по изготовлению панелей перекрытий размером 5750×2570×140 мм, принцип формования которых основан на использовании бетононасоса.

Проведенные работы имеют один существенный недостаток: формование изделий осуществляется с одной стационарной точки форм. Это приводит к смятию каркаса при изготовлении ненапряженных конструкций, в частности безнапорных труб, стоек, опор, или к созданию в форме бетонных пробок при формовании с преднапряженной арматурой. Кроме того, использование литых бетонных смесей подвижностью 16...18 см при формовании изделий вызывает существенное расслоение смеси по длине формы.

Все работы не вышли из стадии экспериментальных исследований и в настоящее время к промышленному внедрению не готовы.

На основе новой технологии напорного бетонирования были запроектированы и изготовлены экспериментальные установки для формования безнапорных бетонных и железобетонных труб, фундаментов под металлические опоры высоковольтных линий электропередачи, железобетонных лотков, элементов колонн промзданий, стоек опор напряжением 6...10 кВ, пустотных плит настила и блоков ленточного фундамента.

Схема одной из этих установок для формования пустотелых конструкций приведена на рисунке. В металлическую форму, зафиксированную на посту, имеющую торцевые крышки с отверстиями, конфигурация которых соответствует заданной конфигурации внутренней полости формируемого изделия, вводят бетоновод. Последний одним концом соединен с бетононасосом, смонтированным на тележке. К другому концу бетоновода жестко закреплен пустотообразователь расчетной длины с внутренней осевой полостью диаметром, равным диаметру бетоновода, заканчи-



Устройство для изготовления пустотелых и железобетонных конструкций

1 — тележка; 2 — бетононасос; 3 — торцевые крышки; 4 — бетоновод; 5 — металлическая форма; 6 — внутренняя полость; 7 — пустотообразователь; 8 — отсекатели; 9 — образующие каналы

вающейся каналами для выхода смеси. Внутри пустотообразователя на образующих каналах, выполненных под углом к продольной оси формы, установлены отсекатели для запираания бетонной смеси. Конец пустотообразователя, соединенный с бетоноводом, выполнен в виде усеченного конуса на длине, составляющей 1/3 диаметра пустотообразователя, для создания избыточного объема бетонной смеси и отжатия свободной воды из-за подпрессовки смеси при движении.

Способ формирования пустотелых изделий состоит в том, что перед подачей бетонной смеси в форму устанавливают пустотообразователь с заданной внутренней конфигурацией, соответствующей изделию, и фиксируют на противоположном от бетононасоса торце формы. При подаче смеси бетононасосом под давлением 0,2...0,3 МПа последняя проходит по бетоноводу, внутренней полости пустотообразователя и каналам в зону формирования и равномерно заполняет ее. Под действием гидродинамического давления бетонная смесь уплотняется, происходит отжим избыточной воды через перфорацию в форме и пустотообразователе. По мере достижения гидродинамического давления, соответствующего заданной степени уплотнения, пустотообразователь с бетоноводом начинают перемещать к выходу в следующий участок формы. Таким образом происходит непрерывное заполнение формы бетонной смесью и уплотнение ее в каждом следующем участке. При перемещении пустотообразователя производят предварительную подпрессовку изделия и калибровку поверхности.

После выхода конусной части пустотообразователя из формы его останавливают, производят окончательную подпрессовку изделия воздействием мгновенного дополнительного гидродинамического давления 0,5...0,8 МПа.

Затем бетонную смесь запирают в каналах пустотообразователя отсекателями, отключают бетононасос и выводят пустотообразователь за пределы формы до выхода каналов из нее. Отформованное изделие с пустотообразователем проходит предварительную термообработку при температуре 85...90 °С или выдержку в естественных условиях до прекращения действия пластифицирующей добавки, затем пустотообразователь удаляют и изделие передают на пост термообработки.

Эффективность новой технологии изготовления изделий зависит от специальных технологических требований, предъявляемых к бетонным смесям: скорости подачи их в форму, давление смеси на стенки форм при ее

Расход материалов на 1 м ³ смеси				Исходная подвижность, смеси, см	Давление смеси, МПа	Количество отжатой воды, л	Конечная подвижность, см
цемент, кг	щебень, кг	песок, кг	вода, л				
540	827	812	192	11	0,5	16,9/18,3	8
540	827	812	192	11	0,3	12,1/14,4	8
540	827	812	192	11	0,1	8,7/10,1	8
520	844	833	190	10,5	0,5	15,2/17,6	7,2
520	844	833	190	10,5	0,3	11,2/13,4	7,2
520	844	833	190	10,5	0,1	7,5/9,8	7,2
500	860	850	187	11	0,5	15,6/17,2	8,5
500	860	850	187	11	0,3	10,4/12,6	8,5
500	860	850	187	11	0,1	7,3/9,4	8,5

Примечание. Перед чертой — в течение 4 мин, после черты — в течение 25 мин

уплотнении дополнительным опрессованием, ее продолжительности и количеству, а также к режимам тепловой обработки изделий.

Был выполнен комплекс исследовательских работ по разработке технологии изготовления методом напорного бетонирования безнапорных бетонных и железобетонных труб. Эксперименты проводили как в лабораторных условиях, так и на экспериментальной установке.

Подбор бетонной смеси проводили в лабораторных условиях. Для определения количества отжатой воды использовали прибор для компрессионных испытаний бетонной смеси. Навеска бетонной смеси составляла 1 л. Смесь помещали в специальный металлический стакан, где создавалось давление порядка 0,1; 0,3 и 0,5 МПа.

Составы бетонных смесей и количество отжатой воды в расчете на 1 м³ в течение максимальной нагрузки приведены в таблице.

Как видно из результатов, максимальное количество отжимаемой воды не превышает 19 л/м³, причем основное количество воды отжимается при всех значениях давления в первые 4 мин опрессовки.

На основании полученных данных обрабатывали оптимальную подвижность бетонных смесей при изготовлении безнапорных труб диаметром 800 и длиной 3500 мм, а также изучали влияние скорости перемещения формы вдоль сердечника на качество бетона изделий. Исследования показали, что наилучшее качество поверхности и структуры бетона безнапорных железобетонных труб получается при перемещении формы вдоль сердечника со скоростью 1,5...2 мин, при этом оптимальная подвижность смеси должна составлять 6...8 см.

После заполнения формы давление бетонной смеси на ее стенки не должно превышать 0,3...0,4 МПа, уплотнение смеси осуществляется при давлении 0,5...0,6 МПа, причем в раструбной и втулочной частях его необходимо производить в течение 10...20 с при неподвижной форме.

Прочностные характеристики бетона

определяли по цилиндрическим образцам, выпиленным по периметру и длине трубы, а также по цилиндрическим образцам, выпиленным из кубов-образцов, изготовленных из первоначального состава бетона и уплотненных вибрированием. Испытания показали, что разброс прочностных характеристик (коэффициент вариации) по периметру и длине изделия не превышал 13 %.

При проектном классе бетона В30 средняя прочность при сжатии в смеси с расходом цемента марки 400—400 кг/м³ составила 49 МПа, а образцов, уплотненных вибрированием, — 41 МПа. Испытание образцов-цилиндров, выпиленных из тела изделий, показало прочность при растяжении методом раскалывания 2,7...3 МПа.

Испытывали также партию труб (12 шт.) на водонепроницаемость. Девять труб выдержали давление 0,08 МПа, две трубы — 0,06 МПа. Испытание труб на внешние нагрузки проводили по ГОСТ 6482.0 — 79 и ГОСТ 6482.1 — 79. Результаты испытаний показали, что разрушающая нагрузка на 40...50 % выше нормативных значений.

Трубы также выдержали испытания на трещиностойкость. Для получения данных при проектировании металлоформ новых конструкций изделий исследовали давление бетонных смесей на стенки формы в процессе заполнения трубы, уплотнения путем опрессовки и выдержки перед тепловой обработкой в течение 2 ч.

Давление бетонной смеси на стенки форм измеряли двумя способами: установленным на форме манометром и мездозами типа ПДП-70, предназначенными для измерения статических и динамических давлений в грунтах, сыпучих средах, бетонных смесях и др. Использовали также электроконтактный манометр, который был включен в электросистему управления бетононасосом, что позволило не только контролировать подъем давления смеси в форме, но и при достижении заданного давления отключать бетононасос.

Результаты исследований показали, что первые порции бетонной смеси заполняют нижнюю часть формы по всей

длине неравномерно, распределяясь, в основном, во втулочной и раструбной ее частях. При дальнейшем формировании смеси заполняет весь объем формы, совершая при этом круговое движение. Время заполнения формы объемом 1 м³ составляет 3...3,5 мин при скорости передвижения по сердечнику 1,6 м/мин. При полном загрузке давление на стенки формы составляет в среднем 0,48 МПа. При уплотнении путем подачи в форму дополнительных порций смеси давление повышается до 0,55...0,6 МПа.

Дальнейшее повышение давления приводит к разрыву болтовых соединений, в основном в середине формы.

Давление бетонной смеси на стенки формы во время выдержки изделий перед тепловой обработкой несколько повышается, а в некоторых зонах трубы достигает 0,8...0,9 МПа. Это по-видимому, объясняется снижением деформаций формы и ее болтовых соединений, которым форма подвергалась при уплотнении смеси. Снижение деформаций формы приводит к передаче напряже-

ний на бетонную смесь, сжатую в замкнутом объеме, тем самым повышая ее давление на стенки формы.

Технико-экономическое сравнение этой технологии с наиболее производительной технологией изготовления безнапорных труб методом радиального прессования показало, что годовой экономический эффект на объем 30 тыс. м³ при использовании технологии изготовления безнапорных труб методом напорного бетонирования составляет 192 тыс. р.

УДК 721.054.7:691.54

И. А. РАТНИКОВ, канд. техн. наук, Л. Г. ОЛЕФИРЕНКО, А. В. ШИРИНСКИЙ, инженеры (ВНИИЖелезобетон)

Автоматизированный прирельсовый склад цемента

Типовые проекты складов цемента примерно один раз в 5...7 лет перерабатывают. Это связано с усовершенствованием машин и механизмов, а также технологических линий по складской переработке цемента. Немаловажное значение имеет также сокращение потерь цемента вследствие внедрения новых систем управления, учета и контроля. При складской переработке цемента потери достигают 5 %, а внедрение учета и контроля на предприятиях строительной индустрии может сэкономить до 5 млн. т в год.

В связи с этим Гипростроммашем при участии ВНИИЖелезобетона разработан проект склада цемента, позволяющий автоматизировать учет и контроль поступающего материала вместо типовых проектов 409—29—61 (65).

В основном цемент на заводы сборного железобетона доставляют в вагонах-цементовозах и вагонах бункерного типа. Однако некоторая часть цемента

поступает в крытых вагонах, что вызывает необходимость применения специального оборудования для их разгрузки. По нормативам МПС СССР время разгрузки вагонов бункерного типа ограничено 36 мин. Для этого необходимо иметь одну единицу пневмотранспортного оборудования производительностью не менее 100 т/ч, устанавливаемого под приемным бункером вместимостью не менее 30 т, или два насоса НПВ-63-2 производительностью 63 т/ч, подающих цемент в один транспортный трубопровод.

Для унификации оборудования по выгрузке цемента из силосов проанализировали целесообразность применения данного оборудования при различных вариантах подачи цемента. В существующих типовых проектах цементных складов предусмотрено поступление цемента в расходные бункеры бетоносмесительных отделений с помощью струйных, пневмовинтовых и камерных на-

сосов. Выбор оборудования и схемы подачи обусловлены производительностью, приведенной дальностью транспортирования, потребностью в сжатом воздухе, общими энергетическими затратами, долговечностью и т. д.

Сравнительные технико-экономические показатели серийного оборудования для пневматического транспортирования представлены в таблице. При прочих равных условиях наиболее экономичным является камерный насос (2,25 кВт·ч/т). Поэтому с целью унификации оборудования возможно применение одного вида оборудования для различных типоразмеров склада. Разработано два варианта автоматизированного склада цемента в зависимости от применяемого пневмотранспортного оборудования. В первом для приема цемента из вагонов бункерного типа предусмотрено приемное устройство, включающее две платформы (на каждую тележку вагона) для взвешивания вагонов, приемный бункер с весовым устройством и пневматический винтовой подъемник цемента ТА-15 производительностью 100 т/ч. Сначала перемещается цемент из силосов в промежуточный бункер донными выгрузателями, затем он подается в бетоносмесительное отделение камерным насосом ТА-23А (ТА-23Б).

Различное количество емкостей хранения (1...4) позволяет привязывать склады цемента с вместимостью 330...1320 т, осуществлять разгрузку одного или двух вагонов, а цемент с одного склада может поступать в несколько бетоносмесительных цехов по самостоятельным трактам подачи.

Во втором варианте предусмотрено использование камерных насосов для приема цемента на склад и для выдачи в бетоносмесительное отделение. При некотором увеличении капитальных вложений он отличается простотой и, следовательно, надежностью технологической схемы вследствие исключения промежуточных устройств и полной унифи-

Оборудование	Производительность, т/ч	Дальность подачи, м	Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	Энергозатраты, кВт·ч			Удельные энергозатраты	
				двигателя питателя	двигателя компрессора	общие	сжатого воздуха, м ³ /т	электроэнергии, кВт·ч/т
Пневматический винтовой насос ТА-14А	33,4	200	15	30	90	108	27,0	3,24
Пневматический винтовой насос НПВ-63-2	56,7	200	22	55	132	165	23,2	2,91
Камерный насос ТА-23А (Б)	40,0	200	15	—	—	90	22,5	2,25
Струйный насос с интенсифицирующей камерой	16,5	150	10	—	60	60	36,4	3,64
Пневмовинтовой насос НПВ-36-4	36,0	400	25	75	132	177	41,6	4,91

кации технологического оборудования (см. рисунок). В состав склада цемента по второму варианту входит приемное устройство для разгрузки вагонов-хопперов и цистерн. Оно включает две весовые платформы, приемный бункер с весовым устройством для разгрузки вагонов-хопперов, четыре камерных насоса ТА-23А для перемещения цемента в силос.

Оборудование склада может быть включено в общую систему учета и контроля цемента на основе технических средств автоматизации и управления на базе серийно изготавливаемых предприятиями Минприбора микропроцессорных и вычислительных устройств, включая логический микропроцессорный контроллер «Ломиконт» и КТС АСУП на базе мини-ЭВМ СМ-1800.

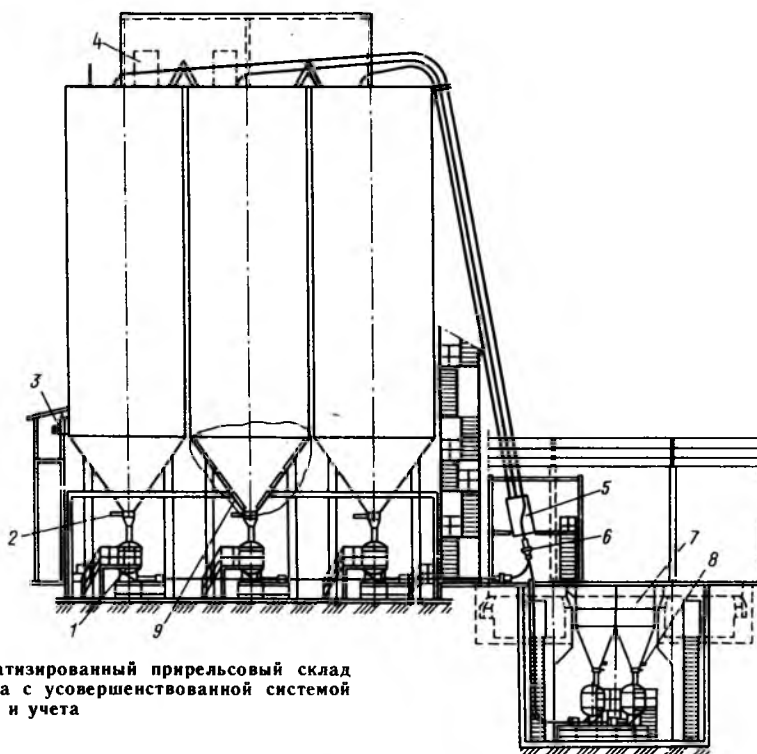
Управляющий комплекс состоит из системы для взвешивания цемента, поступающего на склад или выдаваемого из него и системы управления (АСУТП) на базе «Ломиконт», предназначенной для управления механизмами склада, сопряженной с вычислительным комплексом (АСУП).

Цемент в бетоносмесительный цех может поступать по сигналам указателей уровня расходных бункеров бетоносмесительных цехов. Прием цемента на склад осуществляется в полуавтоматическом режиме по программе, заданной оператором. После запроса из бетоносмесительного цеха система управления, сопряженная с БАУ-2 (блок автоматического управления) подает команду на включение механизмов камерного насоса.

Бункер выдачи заполняется до срабатывания указателя верхнего уровня бункера выдачи или при снятии сигнала «Запрос» из бетоносмесительного цеха. Отключение механизмов подачи в бункер выдачи происходит в последовательности, обратной запуску с продувкой сжатым воздухом транспортного трубопровода.

Если объем цемента, вмещаемый в приемный бункер, больше одного объема камерного насоса, то должен быть установлен указатель среднего уровня в приемном бункере и повторное заполнение бункера следует производить по сигналу среднего указателя уровня вместо нижнего. Одновременно осуществляется загрузка цемента камеры насоса (сигнал поступает от БАУ-2).

По окончании этого процесса сигнал указателя уровня обеспечивает закрытие загрузочного клапана и клапана выпуска воздуха, при этом открывается клапан подачи сжатого воздуха в камерный насос. По достижении заданного давления открывается магистральный затвор и начинается разгрузка.



Автоматизированный прирельсовый склад цемента с усовершенствованной системой подачи и учета

1 — насос однокамерный пневматический ТА-23А (ТА-23Б); 2 — затвор шиберный; 3 — пневморазгрузчик боковой выгрузки; 4 — фильтр; 5 — переключатель цементопроводов; 6 — двухходовой переключатель; 7 — бункер приемный; 8 — указатель уровня; 9 — свдолобрушающее аэрационное устройство

После падения давления (окончание разгрузки) закрывается магистральный затвор. Подача сжатого воздуха переключается на транспортный трубопровод (продувка цементопровода) и открываются клапан выпуска воздуха, загрузочный клапан, и процесс повторяется.

Для выдачи цемента из приемного бункера полностью, в случае снятия сигнала «Запрос» из бетоносмесительного цеха, с системы управления подается импульсный сигнал от указателя нижнего уровня приемного бункера, который при неполном заполнении камерного насоса закроет загрузочный клапан и даст возможность освободить камерный насос.

Регистрацию массы цемента, поступившего в бетоносмесительный цех, осуществляют с помощью весового устройства камерного насоса или сигнала от датчика давления. Начальное взвешивание камерного насоса производят системой управления по команде «Пуск». Зарегистрированная масса должна соответствовать заданной величине (тара камерного питателя). На пульте индусируется световой сигнал «Камерный насос пуст», при его отсутствии система управления формирует сигнал «Стоп разгрузки». Каждая порция цемента, прошедшая через насос, взвешивается по командам электроконтактного манометра и суммируется с предыдущей массой, поступившей в бетоносмесительный

цех, с одновременным вычитанием из массы цемента разгружаемого силоса. Предусмотрен дистанционный режим работы при поступлении цемента в бетоносмесительный цех.

Основные технико-экономические показатели следующие: годовой грузооборот 25 700/35 800 т; сметная стоимость строительства 173,5/380,9 тыс. р., в том числе строительно-монтажных работ 131,7/172,7, оборудования 41,8/208,2; численность рабочих 5/6 чел.; потребляемая мощность 124,5/44,6 кВт. Удельные показатели на 1 т грузооборота: трудозатраты 0,32/0,23 чел.-ч; капиталовложения 6,8/10,6 р.; расход электроэнергии 14,2/3,6 кВт.-ч; себестоимость складирования 2,65/3,37 р.; приведенные затраты с учетом экономии цемента 5,54/4,96 р. (перед чертой — типовый проект, после черты — предлагаемый вариант).

Удельные капиталовложения разработанного варианта склада цемента значительно выше (на 56 %). Увеличение капитальных вложений объясняется использованием автоматической системы управления, позволяющей вести точный учет и контроль расхода цемента.

В результате применения этих мероприятий приведенные затраты снижаются на 10,5 %. Годовой экономический эффект, определенный по разности приведенных затрат, составляет 20,8 тыс. р. на один склад.

Передовая технология арматурных работ

Совершенствование арматурно-сварочного производства предприятий стройиндустрии на основе широкого внедрения современной техники и передовой технологии является обязательным условием интенсификации производства железобетона, повышения качества продукции, снижения энерго- и материалоемкости. Несмотря на то, что на долю изготовления арматуры приходится более 40 % общей трудоемкости производства сборного железобетона, эти работы механизированы слабо.

Самарским филиалом Индустройпроекта обследованы арматурные цехи на заводах КПД и ЖБИ Самары и установлено, что уровень механизации арматурных работ составляет 10...20 %, большое количество работ выполняется вручную или на малопроизводительном оборудовании. Аналогичное положение отмечено на заводах ЖБИ и в других регионах нашей страны.

Госстроем СССР намечено в 1991 г. повысить уровень механизации сварочных работ до 60 % и производительность труда сварщиков в 1,5 раза благодаря широкому внедрению современного высокопроизводительного оборудования.

В настоящее время промышленность не выпускает полного набора оборудования, необходимого для механизированного производства арматуры на заводах ЖБИ как для промышленного строительства, так и для объектов соцкультбыта и жилищного строительства. Нет оборудования для изготовления арматурных каркасов колонн, свай, ригелей, труб большого диаметра, автоматов для гибки монтажных и анкерных петель, автоматизированных линий для сварки плоских и фасонных каркасов из легкой и тяжелой арматурной стали, линий сварки пространственных каркасов стеновых панелей и др.

Совершенно отсутствует специальное оборудование для производства каркасов для изготовления изделий железобетонной шахтной крепи, шпалерных столбиков и др. Существующее оборудование не обеспечивает комплексной механизации и автоматизации — заготовку, транспортирование и подачу на сварку стержней-заготовок обычно выполняют вручную.

Более 40 % современного сварочного

оборудования имеет ограниченные технологические возможности и не охватывает всей номенклатуры арматурных изделий. Это снижает коэффициент использования оборудования и приводит к необходимости изготовления арматурных изделий вручную на универсальном оборудовании низкой производительности. Например, на сварочной машине МТМ-32 Псковского завода тяжелого электросварочного оборудования можно производить сетки только с шагом продольных стержней 200 мм, при другом расположении продольных стержней их приходится изготавливать на односточечных сварочных машинах или дуговой сваркой. Производительность многоточечных сварочных машин 10...30 сварок в минуту, что ниже мирового уровня. Но и таких машин промышленность выпускает значительно меньше, чем требуется заводам стройиндустрии.

По данным Союзстройкомплета фактическая поставка сварочного оборудования для комплектации пусковых объектов и на техническое перевооружение действующих производств не превышает 45...50 % заявленной потребности. Потребность в многоточечных сварочных машинах удовлетворяется не более чем на 15...25 %. В условиях постоянного дефицита около 35 % оборудования для производства арматуры железобетонных изделий эксплуатируется свыше расчетного срока службы, 40...45 % оборудования находится в технически неисправном состоянии. Большую часть его не восстанавливают из-за отсутствия запасных частей. Поэтому заводы вынуждены использовать устаревшее, морально и физически изношенное оборудование, а также примитивные устройства, изготовленные собственными силами, работа на которых малопроизводительна и сопряжена с большими затратами тяжелого ручного труда.

Довольно часто при проектировании инженерных сооружений железобетонные конструкции разрабатывают для конкретного объекта. В то же время различные серии жилых домов и других зданий и сооружений предусматривают применение железобетонных конструкций с широкой номенклатурой типоразмеров арматурных изделий, не всегда рассчитанных на изготовление ма-

шинным способом. Разработчики конструкций, стремясь к условной экономии арматурной стали, иногда не уделяют внимания технологичности. Эти факторы отрицательно сказываются на организации производства, использовании оборудования, что приводит к необходимости частой переналадки, снижению производительности и сокращению срока его службы. В большей степени это относится к сложному, относительно высокопроизводительному оборудованию. В этом заключается одна из трудностей при внедрении новой техники, поэтому заводы вынуждены использовать универсальное, легко переналаживаемое оборудование низкой производительности — односточечные сварочные машины, гибочные станки с ручной подачей заготовок и съемом готовых изделий и т. д.

Низкий уровень механизации арматурных работ, широкое применение ручной дуговой сварки, тяжелые санитарно-гигиенические условия на многих заводах ЖБИ обуславливают не престижность, непривлекательность труда рабочих-арматурщиков, что снижает эффективность имеющегося оборудования и производительность труда.

В настоящее время разработаны автоматизированные линии, позволяющие механизировать все технологические операции по изготовлению арматурных каркасов. По своим характеристикам они с успехом могут конкурировать с лучшими мировыми образцами. К сожалению, такие линии выпускают по индивидуальным заказам заводов или небольшими партиями. Это ведет к его удорожанию, что усложняет техническое перевооружение заводов. Особенно неэффективно применение новой, дорогостоящей техники на небольших предприятиях.

Коэффициент использования нового высокопроизводительного оборудования даже на крупных заводах ЖБИ и КПД 0,3...0,6. Например, разработанная Самарским филиалом Индустройпроекта линия сварки легких двухветвевых каркасов, имеющая при шаге поперечных стержней 200 мм производительность 8,6 м/мин, за несколько часов работы обеспечивает суточную потребность.

Повысить эффективность работы линий можно при комплексной автома-

тизации арматурного производства. Положительный опыт накоплен Гатчинским СДСК и Востряковским заводом ЖБК ДСК-3, которые с помощью ЦНИИЭП жилища осуществили эффективное армирование изделий.

Широкое внедрение автоматизированных линий на заводах ЖБИ и КПД позволяет не только механизировать тяжелые работы, но и изменить их социальную направленность. Так, на заводе ЖБИ № 1 Самарского ДСК внедрено три автоматизированные линии по изготовлению арматурных каркасов вместо однотоочечных сварочных машин. Это позволило высвободить девять арматурщиков, перейти на двухсменную работу в арматурном отделении, одному оператору обслуживать сразу две линии, довести уровень механизации арматурных работ до 40 % при повышении качества каркасов.

Одна из причин современного состояния арматурного производства заключается в отсутствии согласованности между потребителями и производителями оборудования. В настоящее время различными организациями разработано различное оборудование, однако далеко не все внедрено.

Самарским филиалом Индустройпроекта в короткие сроки изготовлена автоматизированная линия по выпуску из бухтовой арматуры легких двухветвевых каркасов с диаметром продольной арматуры до 6 мм и поперечной до 4 мм. Разработку линии начали с дизайнерской проработки. Линия, снабженная электронной системой управления, позволяет изготавливать каркасы с шагом поперечных стержней 50...200 мм. В 1989 г. на Международной Пловдивской ярмарке она была удостоена Диплома и золотой медали. В настоящее время еще две линии — по изготовлению каркасов свай и каркасов колонн по заключению Гипростроммаша соответствуют мировому уровню.

С 1989 г. Самарский филиал Индустройпроекта производит гарантийное обслуживание линий в Самаре. После накопления опыта эту форму работы можно распространить и на заводы других регионов.

На опытно-экспериментальной базе Самарского филиала Индустройпроекта в 1990 г. изготовлено около 25 автоматизированных линий. В настоящее время ведутся проектные работы по ее расширению, после чего здесь можно будет выпускать до 50 автоматизированных линий в год и увеличить производство запасных частей к ним.

Совершенствование технологии раскроя стержневой арматурной стали

На заводах по производству сборного железобетона возникает много проблем, связанных с несовершенством используемого оборудования, технологических линий, а также специфичностью арматурных изделий. В арматурных цехах в основном работает устаревшее оборудование, которое не позволяет без существенной доработки выпускать на нем арматурные изделия новых железобетонных конструкций.

В ППО Моспромстройматериалы ежегодно перерабатывается около 300 тыс т арматурной стали, из них свыше 120 тыс. т стержневой арматуры. При этом, как правило, ее режут на специальных приводных станках, оборудованных стеллажами для приема исходных стержней, и рольганговым столом с упором. На посту резки обычно работают двое рабочих, которые отбирают стержни из пачки, перемещают их до упора, режут и сбрасывают готовую продукцию вручную. Мерный опор также перемещают вручную на заданный размер. Эти операции требуют больших затрат времени и физического труда, малопроизводительны, что вызывает необходимость организации нескольких постов по резке стержневой арматуры. Задача усложняется, если в линии по резке стержневой арматуры устанавливают стыковую сварочную машину. Тогда линия превращается в линию по безотходному раскрою стержневой арматуры, однако трудоемкость работы еще более возрастает.

На заводе ЖБИ № 11 ППО Моспромстройматериалы выпускают 250 типоразмеров колонн, ригелей и стенок жесткости. При этом необходимы заготовки стержневой арматуры как по сортаменту, так и по длинам, на что ежегодно требуется около 13 тыс. т металла.

При таких больших объемах переработки стержневой арматурной стали перед заводом стояла задача сократить отходы и вписаться в нормативы отходов для арматурных сталей классов А-I и А-III, при этом снизить долю ручного труда и повысить производительность на технологических линиях по переработке стержневой арматуры.

Известно, что на количество отходов влияет и исходная длина стержневой арматурной стали. В соответствии с ГОСТ 5781—82* поставляют стержни

мерной длины 6...12 м, с немерными отрезками не менее 2 м и не более 15%, а также немерной длины. Партия стержней 3...6 м содержит не более 7%. Предельные отклонения по длине мерных стержней до 6 м составляют при обычной точности резки 50, при повышенной точности — 25, а длиной свыше 6 м — 70 и 35 мм.

Следовательно, уже в стандарте при поставке стали на заводы-потребители как бы предусмотрены пусть небольшие, но трудноустраняемые отходы 0,8...1,2% при обычной точности резки стержней длиной 6 м. Если к этому прибавить немерные отрезки различной длины, практически всегда поставляемые металлургическими заводами с мерным металлом, и труднораскраиваемые с минимальными отходами, то доля отходов стали резко возрастает. Нормативными же документами установлены предельные значения трудноустраняемых отходов арматурной стали классов А-I...А-III 1%, что учитывается при разработке производственных норм ее расхода. И хотя завод заказывает в основном стержневую арматурную сталь мерной длины, практически наряду с ней он получает с металлургических заводов и остатки различной длины массой около 15%. Такую разную по длине арматурную сталь нелегко оптимально раскроить на существующих технологических линиях. Это можно сделать только на специализированных линиях по безотходному раскрою стержневой арматурной стали.

В КТБ Мосоргстройматериалы разработаны варианты оптимального раскроя стержневой арматурной стали на автоматизированной линии по безотходному раскрою стержневой арматурной стали завода ЖБИ № 11. Исходя из годового номенклатурного задания выбрали из рабочих чертежей на изделия длины и диаметры стержневой стали класса А-III диаметром 20...40 мм. Затем определили потребность стержней той или иной длины и соответствующих диаметров. При этом рассматривали раскрой стержней без стыковой сварочной машины и с ее применением.

В первом случае методом подбора установили длину стержней заказной арматурной стали, которые должны поступать с металлургических заводов с учетом их резки на абразивно-отрезном

станке, так как к стержням для колонн с плоским стыком предъявляются высокие требования по точности длины и по перпендикулярности торца стержня к его продольной оси. Таким образом определили несколько исходных длин стержней, которые завод может оптимально раскраивать на заготовки необходимой длины и в нужном количестве. При этом составили карты раскроя стержневой арматурной стали на автоматизированной линии для конкретного

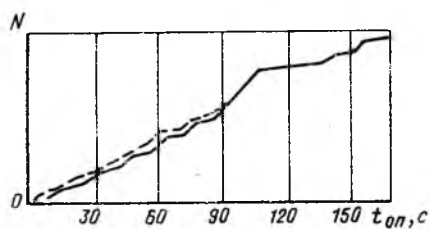


Рис. 1. Раскрой стержней $\varnothing 32$ А-III ($L=9580$ мм) на три заготовки
— раскрой стержня со сваркой;
--- то же. без сварки

нудит заводы встраивать даже в автоматизированные линии контактно-стыковые сварочные машины, чтобы уложиться в нормативы отходов. Оптимальный раскрой стержней по двум вариантам можно внедрить на любом заводе, использующем стержневую арматурную сталь. Расчеты по вариантам раскроя целесообразно проводить с применением ЭВМ.

На старых технологических линиях добиться экономии стержневой армату-

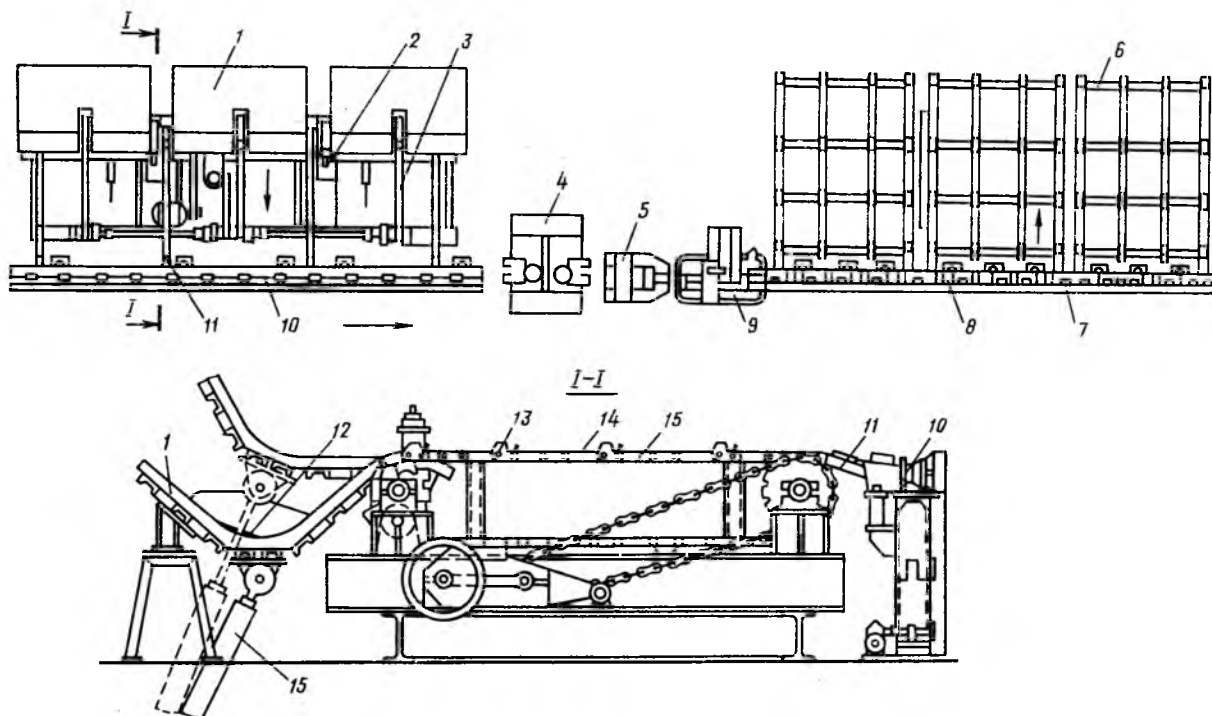


Рис. 2. Линия по безотходному раскрою арматурных стержней
1 — лотковые питатели; 2 — выравниватели стержней; 3 — цепной подаватель с встроенными захватами; 4 — сварочная стыковая машина К-724; 5 — устройство для снятия грата; 6 — накопитель-пакетировщик; 7 — бесконтактный упор; 8 — приемный рольганг; 9 — абразивно-отрезной станок МФ-332; 10 — подающий рольганг; 11 — приемный стол-магазин; 12 — арматурные стержни; 13 — захваты; 14 — цепь пластинчатая; 15 — гидропривод

диаметра арматурной стали. Исходя из них сделали сводные таблицы раскроя стержней с установлением длины заготовок. По вариантам раскроя стержня на необходимые заготовки определили исходную длину заказного стержневого металла, при переработке которого доля отходов не превышала нормативную. В результате полученных оптимальных вариантов раскроя стержневой арматуры заказных длин отходы по всем картам раскроя составили 0,4...1,05%.

Второй вариант раскроя рассчитывали из стержней исходных заказных длин первого варианта с учетом технологических отходов. При этом учли отходы, получаемые при стыковом соединении стержней. Суммируя технологические отходы и потери при сварке, получили общие трудноустраняемые отходы в размере 0,79%, что ниже норматива. Следует отметить, что больший процент отходов возникает из-за чрезмерных

пределных отклонений по ГОСТ 5781—82* в первом варианте.

Для выбора наиболее приемлемой технологической линии по безотходному раскрою стержневой арматурной стали просчитали циклограмму операций раскроя стержня по двум вариантам, на основании которой построили графики раскроя стержня исходной длины на три заготовки без контактно-стыковой сварки и с ней (рис. 1). Из сравнения кривых видно, что время раскроя стержня с применением контактно-стыковой сварки примерно в два раза выше, чем без нее. Следовательно, производительность технологической линии раскроя стержней резко падает при включении в линию сварочного оборудования, а число линий возрастает. Однако пока действует ГОСТ 5781—82*, металлургические заводы будут поставлять заказчикам стержни в соответствии с указанными в нем отклонениями. Это вы-

ры по предложенным вариантам раскроя невозможно. КТБ Мосоргстройматериалов разработало автоматизированную линию по безотходному раскрою арматурных стержней, которая внедрена на заводе ЖБИ № 11 (рис. 2). Раскрой стержней на линии за исключением подготовки стержней к сварке на стыковой машине автоматизирован.

Техническая характеристика линии

Диаметр раскраиваемых стержней, мм	20...40
Длина исходных стержней, мм	10 000
Длина заготовок, мм	1300...10 000
Производительность, т/ч	0,7...1,2
Габариты, мм	30 000×3400×1100

Линия работает следующим образом. Стандартную пачку арматурных стержней укладывают в лотковый питатель с гидроприводом. По мере подъема лотков стержни под собственной массой

перемещаются в зону выхода захватов из паза лотков, захватываются ими и на цепном транспортере перемещаются к приемному столу. Если стержни, находящиеся на цепном подавателе, перекрестнулись или заняли диагональное положение, то включаются в работу выровнители, ориентирующие стержни параллельно продольной оси подающего рольганга. С приемного стола стержень поступает на приводной приемный рольганг, по которому передвигается на заданную длину до бесконтактного упора и отрезается. Отрезанный стержень перемещается до следующего бесконтактного упора, дающего команду на сброс стержня в ту или иную секцию накопителя-пакетировщика. Если после резки остается конец стержня длиной меньше необходимой, то его сваривают на стыковой машине со следующим стержнем. Затем весь процесс повторяется. По мере загрузки секций накопителя-пакетировщика готовые стержни перемещают краном на рабочие посты к сборочно-сварочным кондукторам.

Существующее на контактно-сварочной машине гратосъемное устройство имеет некоторые недостатки. В связи с этим КТБ Мосоргстройматериалы разработало автономное устройство для снятия грата на состыкованных стержнях, вынесенное за пределы контактной сварочной машины и имеющее автономный привод зажима и подачи стержня в сторону ножей. Оно является самостоятельным оборудованием, устанавливаемым в технологическую линию по переработке стержневой арматурной стали. Устройство позволяет широко использовать состыкованные арматурные стержни при сварке сеток или каркасов на контактно-точечных машинах и при сборке замкнутых пространственных арматурных каркасов. Основными условиями внедрения оптимального раскроя стержневой арматуры являются совершенствование технологических линий, ритмичность поставок арматуры заказных длин адресату.

По вопросам оптимального раскроя арматурной стали на технологических линиях новой конструкции можно обращаться в КТБ Мосоргстройматериалы по адресу: 121019, Москва, ул. Волхонка, д. 11, тел 113-39-00.

Г. Л. ГОРЕЛИК, А. М. ТЕЙТЕЛЬБАУМ, Е. А. ХАРИТОНОВА, И. А. КАЗАДАЕВА, инженеры (ВНИИжелезобетон)

Новые виды высокопрочной проволоки для производства железобетонных шпал

На заводах железобетонных шпал ежегодно перерабатывают 90 тыс. т, или 90 % всего объема выпускаемой в СССР высокопрочной профилированной проволоки диаметром 3 мм. Систематические обрывы проволоки при изготовлении струнопакетов вынуждают устанавливать в пакет дополнительно 2...4 проволоки, что приводит к значительному перерасходу металла. Исследованиями ВНИИжелезобетона установлено, что одна из причин обрыва проволоки заключается в низких пластических свойствах — относительном удлинении и числе перегибов, а также в наличии расслоений и микротрещин [1]. С целью улучшения качества проволоки ВНИИметизом предложена высокопрочная проволока с новым четырехсторонним периодическим профилем, а несколько позже Магнитогорским горно-металлургическим институтом совместно с ВНИИжелезобетоном и Белорецким металлургическим комбинатом —

проволока с трехсторонним периодическим профилем вместо проволоки с двухсторонними вмятинами по ГОСТ 7348—81 (рис. 1).

При производстве новой проволоки поперечное обжатие сечения при профилировании происходит, в отличие от стандартной проволоки, не в одной плоскости, а для четырехстороннего профиля — в двух взаимоперпендикулярных плоскостях, для трехстороннего профиля — в трех плоскостях под углом 120°.

На плоских гранях проволоки с четырехсторонним периодическим профилем под углом к ее оси расположены анкерующие выступы, которые формируются благодаря тому, что на рабочих валках профилирующих клетей волок имеется насечка соответствующей формы. Такая форма выступов снижает концентрацию напряжений в местах соединений выступов с арматурой. У проволоки с трехсторонним периодическим профилем на выпуклой поверхности нанесены овальные вмятины, что также уменьшает концентрацию напряжений. Поперечное сечение проволоки при этом практически круглое, что выгодно с технологической точки зрения.

При формировании трехстороннего профиля по указанным схемам калибр и его параметры обеспечивают текучесть металла практически только в осевой направлении, что в целом исключает появление растягивающих напряжений в поперечном направлении в отличие от двухстороннего профиля, дополнительно упрочняет металл и исключает расслоение проволоки.

Благодаря более развитому профилю поверхности проволоки с трех- и четырехсторонним периодическим профилем отмечается повышенное сцепление с бетоном, что положительно сказывается на работе железобетонной конструкции. С целью экономии металла ВНИИжелезобетоном предложено метизным заводам выпустить опытные партии проволоки с указанными профилями диаметром 2,9 вместо 3 мм, что позволяет экономить до 6,5 % металла. Уменьшение поперечного сечения проволоки при сохранении проектного усилия натяжения возможно вследствие использования запаса прочности.

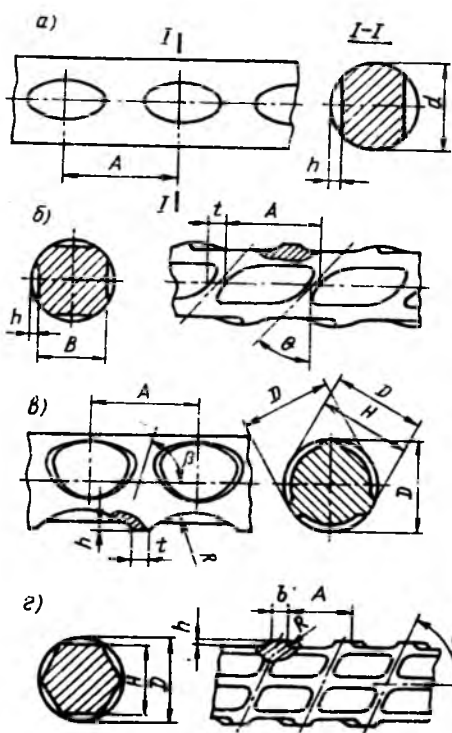


Рис. 1. Периодический профиль высокопрочной проволоки а — двухсторонний по ГОСТ 7348—81; б — четырехсторонний, $\theta=30\pm 5^\circ$, $\alpha=7^\circ$; в — трехсторонний, $\beta=70\pm 10^\circ$; г — шестисторонний, $\phi=30\pm 5^\circ$

Профиль	Стандарт	$d_{\text{ном}}$, мм	h , мм	A , мм	P_p , кН	σ_b , МПа	$\alpha_{\text{сж}}$, мм	$\delta_{\text{пл}}$, %	$\sigma_{0,2}$, МПа
Двухсторонний	ГОСТ 7348—81	3,0	0,15	6,5	12,60	1782	8	4,0	1499
		7,0	0,35	7,0	60,40	1570	—	6,0	1300
Трехсторонний	ТУ 14-4-1486—88	2,9	0,07	7,4	11,97	1814	8	4,5	1503
		4,5	0,10	7,0	28,05	1820	9	3,1	1609
Четырехсторонний	ТУ 14-4-1373—86	2,9	0,15	9,5	11,15	1689	9	4,0	1457
Шестисторонний	ТУ 14-4-1336—88	7,0	0,18	7,4	63,70	1656	—	2,4	1468

Примечание. Значения параметров над чертой и под чертой зависят от номинального диаметра.

На указанные виды проволоки и опытные партии железобетонных шпал, армированных ею, разработаны технические условия, регламентирующие параметры профиля и механические свойства арматуры (см. таблицу).

Харьковский сталепроволочно-канатный завод изготовил опытную партию проволоки диаметром 2,9 мм с четырехсторонним профилем, а Белорецкий металлургический комбинат — с трехсторонним. При производстве этих партий расслоение отсутствовало во всех мотках. Испытания механических свойств опытных партий показали, что вся проволока соответствовала регламентируемым требованиям. С новой проволокой изготовили опытные партии железобетонных шпал. Анализом обрывности проволоки на посту натяжения струнопакетов установлена эффективность опытной проволоки с четырехсторонним и трехсторонним профилем по сравнению со стандартной проволокой — обрывность струн при натяжении снижается более чем в два раза. Опытные партии шпал по всем параметрам соответствовали требованиям ГОСТ 10629—78.

Железобетонные шпалы относятся к предельно напряженным железобетонным конструкциям, испытывающим при эксплуатации действие многократных повторных нагрузок. Поэтому при предварительной оценке шпал [2] ВНИИжелезобетон провел сравнительную оценку выносливости высокопрочной проволоки со стандартным и наиболее рельефным четырехсторонним профилем. Испытания осуществляли при постоянном коэффициенте асимметрии $q=0,85$ в режиме нагрузок, наиболее соответствующих условиям работы арматуры в шпалах. При этом установлено, что выносливость новой и стандартной проволоки аналогична.

Результаты лабораторных и заводских статических и усталостных испытаний опытных шпал подтвердили достоверность приведенных данных. В процессе разработки четырехстороннего и трехстороннего профилей исследовали сцепление и распорность проволоки в бетоне [3, 4] с целью подбора эффективного профиля, обеспечивающего

параметры на уровне проволоки со стандартным профилем.

Расслоение проволоки и нестабильность ее свойств характерны при малых диаметрах, наблюдаются и для диаметров 5...8 мм.

Магнитогорский горно-металлургический институт и Белорецкий металлургический комбинат разработали способ прокатки проволоки больших диаметров в клетях с трехвалковыми калибрами. В отличие от стандартной новую проволоку изготавливают холодной прокаткой с многосторонним обжатием исходной катанки и последующим волочением и профилированием. По указанной технологии произвели две опытные партии проволоки диаметром 4,5 и 7 мм. Проволока диаметром 4,5 мм имеет трехсторонний профиль, равномерно нанесенный по периметру под углом 120° , а у проволоки диаметром 7 мм наклонные ребра равномерно расположены по периметру шестигранного сечения под углом 60° (см. рис. 1). Многократное обжатие приводными валками в процессе прокатки позволяет существенно снизить неравномерность распределения остаточных напряжений, а однородность деформации достигается сим-

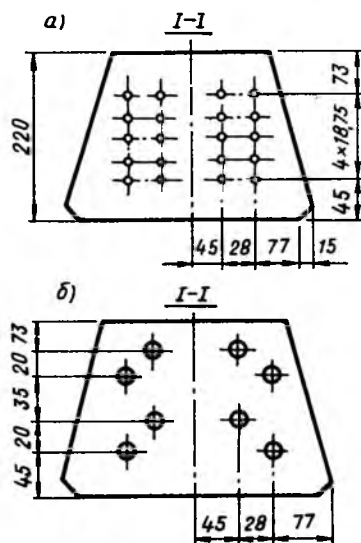


Рис. 2. Варианты укрупненного армирования железобетонных шпал а — арматура диаметром 4,5; б — то же 7 мм

метричным расположением вмятин и выступов. Геометрические параметры и механические свойства проволоки диаметром 4,5 и 7 мм приведены в таблице.

Сопоставляя полученные данные с требованиями ГОСТ 7348—81, видно, что новая арматурная проволока характеризуется высокой прочностью и однородностью, однако пластические свойства ниже требуемых. В целом новая проволока по механическим характеристикам близка к лучшим образцам проволоки зарубежных промышленно развитых стран.

При изготовлении шпал из проволоки диаметром 4,5 мм приняли две схемы крепления арматуры — в волновых пластинах и с помощью высаженных головок, опирающихся на анкерные плиты. Оценку прочности различных способов анкерования проволоки диаметром 4,5 мм осуществляли в процессе изготовления и испытания образцов с обжатой волной в волновых пластинах и высаженными головками. Оптимальное обжатие в анкерных пластинах при использовании существующих обжимов определяли в приспособлении, где образцы обжимались между фрагментами пластин с последующей фиксацией их болтами в зажатом состоянии. Затем с помощью разрывного пресса устанавливали усилия выдергивания проволоки.

Испытания показали, что оптимальное усилие обжатия 40...50 кН. Однако даже при этом прочность снижается на 11...15 % прочности основного металла, кроме того, в процессе опрессовки в зоне наибольшего изгиба около 5 % образцов ломается.

Высадку головок на проволоке диаметром 4,5 мм производили на гидрпрессе СКБ Главмостостроя при давлении 1,5...1,8 МПа и усилии пуансона ≈ 80 кН. Высаженные головки имели цилиндрическую форму диаметром 6,7...7 мм, высота головки 4,7 мм, продольные трещины отсутствовали.

Головки на обрыв испытывали с использованием термообработанных анкерных шайб из стали 40Х. Податливость головок при усилии ≈ 25 кН составила 0,28...0,3 мм. В результате установлено, что среднее значение разрушения анкера $P_p=28,23$ кН, прочность анкера $\sigma_p=1830$ МПа, следовательно, анкер равнопрочен основному металлу.

Анкерование струнопакетов из проволоки диаметром 7 мм осуществляли только с помощью высаженных головок. Высадку головок на проволоке диаметром 7 мм производили при давлении 2,5...2,8 МПа, усилие на пуансоне ≈ 120 кН. Высаженные головки имели цилиндрическую форму диаметром 10...10,5 мм, высотой 7 мм, продольные

трещины на головках отсутствовали. При испытании на растяжение головки опирались на анкерные термообработанные шайбы. Податливость головок при усилении ≈ 55 кН составляла 0,5 мм. Результаты испытания головок на обрыв показали, что $R_p^{CP} = 62,01$ кН, $\sigma^{CP} = 1610$ МПа. Снижение прочности по сравнению с основным металлом 2,8 %.

Арматуру диаметром 4,5 и 7 мм нарезали с помощью рычажных ножниц и с двух сторон в зависимости от выбранного способа анкеровки, высаживали анкерные головки или концы проволок обжимали в волновых пластинах. Опытную партию шпал с укрупненным армированием выпустили на Вяземском заводе железобетонных шпал.

Конструктивные варианты арматурных элементов и расположение их в экспериментальных шпалах показано на рис. 2. Арматурные пакеты различных вариантов шпал собирали в заводских инвентарных формах. Арматурные элементы с высаженными головками крепили в прорезях анкерных плит, установленных в стандартных обоймах, а арматуру с выштампованной волной зажимали в волновых пластинах, установленных в обоймах. Собранные струнопакеты укладывали в форму и подавали на пост натяжения. Проектная величина общей силы натяжения арматуры, равная 364 кН, обеспечивалась вытяжкой проволоочного пакета гидравлическими захватами. Натяжение арматуры контролировали в соответствии с ВСТ—1—81, напряжения арматуры ди-

аметром 7 мм — прибором ПРД—V, а диаметром 4,5 мм — ДП—1.

Разброс напряжений находился в пределах ± 5 %. Всего было отформовано 60 шпал, из них треть с проволокой диаметром 7 мм и высаженными головками, треть с проволокой диаметром 4,5 мм с анкерной в волновых пластинах, остальные с проволокой диаметром 4,5 мм с высаженными головками.

Тщательным осмотром поверхности шпал не обнаружено трещин на торцах и боковой поверхности. Геометрические размеры соответствуют ГОСТ 10629—78, а расположение арматурных стержней — проекту на опытные шпалы. Четыре опытные шпалы из каждой партии испытали на трещиностойкость статической нагрузкой последовательно в обоих подрельсовых сечениях до контрольных нагрузок согласно ГОСТ 10629—78 и до нагрузок, при которых появилась первая трещина длиной более 30 мм. В результате установлено, что все шпалы независимо от прочности используемого бетона выдержали контрольные нагрузки, регламентируемые стандартом, однако если в подрельсовых сечениях шпалы нагрузка появления первой трещины превышала контрольную на 13 %, то в среднем сечении запаса нет.

Выводы

Нанесение профиля на высокопрочную проволоку с двух сторон приводит к ее расслоению, микродефектам и большим потерям металла на метизных за-

водах и заводах-потребителях.

Целесообразно переходить на технологию многостороннего объемного обжатия при нанесении профиля, что полностью исключает брак от расслоения и не ухудшает механические свойства исходного металла.

Благодаря повышению механических характеристик проволоки, профилированной по новой схеме, улучшению характеристик ее совместной работы с бетоном можно снизить рабочее сечение проволоки, т. е. уменьшить ее диаметр и получить существенную экономию металла.

Применение укрупненного армирования при изготовлении железобетонных шпал значительно снизит трудозатраты в производстве арматурных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Спектор А. Н., Горелик Г. Л. Исследование характеристик высокопрочной проволоки для армирования железобетонных шпал. — М.: МДНТП им. Дзержинского, 1971. — С. 43—50.
2. Городницкий Ф. М., Михайлов К. В. Выносливость арматуры железобетонных конструкций. — М.: Стройиздат, 1972. — 151 с.
3. Холмянский М. М. Контакт арматуры с бетоном. — М.: Стройиздат, 1981. — 184 с.
4. Выбор профиля высокопрочной проволоки с целью обеспечения технологической прочности шпал/ В. В. Курилин, Г. Л. Горелик, А. М. Тейтельбаум, Н. Д. Сунгурова. — М.: ВНИИжелезобетон, 1988. — С. 20—24.

Рефераты статей, опубликованных в номере

УДК 69.057.12—413

Волков Л. А., Пашков В. Н., Прохорова Н. В. Цехи по производству крупнопанельных конструкций зданий // Бетон и железобетон. — 1991. — № 4. — С. 7—9.

Даны два варианта изготовления изделий для зданий культурно-бытового назначения серии I.090.1-1 на шестипостовой полуконвейерной линии и в стендовых формах. Тепловая обработка изделий производится в ямных камерах периодического действия. — Ил. 1.

УДК 666.972.4

Ли В. А., Смирнов О. В. Литевая технология вертикального формирования изделий // Бетон и железобетон. — 1991. — № 4. — С. 9—10.

Изложены результаты исследований вертикального формирования изделий из литых бетонных смесей. Описана конструкция каскадно-лоточной установки для изготовления панелей внутренних стен и перекрытий по безвибрационной технологии формирования. — Ил. 1, табл. 1.

УДК 691.327:666.9.046

Объешенко Г. А., Трембицкий С. М. Эффективные тепловые методы интенсификации твердения бетона // Бетон и железобетон. — 1991. — № 4. — С. 11—13.

Рассмотрен тепловой метод активизации твердения бетона на основе применения теплого бетона и режима с ограниченным тепловым импульсом. Показана возможность достижения комплексного эффекта по интенсификации производства, снижению технологических энергозатрат и в целом фондоемкости. — Табл. 4. — Библиогр.: 5 назв.

УДК 693.542

Особенности раздельного приготовления бетонных смесей / Н. А. Бочаров, В. Н. Россовский, Т. В. Кузнецова и др. // Бетон и железобетон. — 1991. — № 4. — С. 16—18.

Приведено описание методики измерения удельной поверхности частиц и фракционного состава цемента при его исходном состоянии в период приготовления в бетоносмесителе, в смесителе-активаторе, после последовательного перемешивания сначала в активаторе, затем в бетоносмесителе. Показана взаимосвязь удельной поверхности, фракционного состава с физико-механическими характеристиками бетона. — Ил. 4. — Библиогр.: 1 назв.

УДК 693.546.42

Олехнович К. А., Виноградов Ю. И., Нестеренко Н. П. Виброплощадки для конвейерных линий // Бетон и железобетон. — 1991. — № 4. — С. 18—19.

Отмечено большое число типов современных виброплощадок используемых на предприятиях сборного железобетона. Рассмотрены конструкции двух типоразмеров низкочастотных виброплощадок ВПГ, предлагаемых для конвейерных линий заводов ЖБИ и КПД для формирования изделий размерами $3 > 6$ и $3 > 12$ м. Приведены их технические характеристики. — Ил. 2.

УДК 666.9.055.002.5<313>

Перспективы развития виброформовочного оборудования / Д. Ф. Толдоя, Е. А. Синева, Б. В. Гусев и др. // Бетон и железобетон. — 1991. — № 4. — С. 20—21.

Изложены теоретические аспекты процесса уплотнения бетонной смеси при различных частотах колебаний, предложены критерии уплотняющей способности виброплощадки в виде ускорения ее колебаний. Приведен обзор различных типов виброплощадки. — Ил. 4. — Библиогр.: 3 назв.

CONTENTS

Toloraja D. Ph. On conception of creation of automatized production of precast concrete

Tsyro V. V., Barekhov A. I., Sokolov V. A., Shastun V. N., Sokhrjakov V. I. Application of cassettes-conveyor lines for reconstruction of enterprises of large-panel buildings

Volkov L. A., Pashkov V. N., Prokhorov N. V. Shops for production of large-panel structures of buildings

Li V. A., Smirnov O. V. Casting technology of vertical moulding of articles

Mikhailov I. P., Danilov V. I., Kandaurov B. N., Vlasov Yu. A. Unified technological solutions for structures of industrial and agricultural buildings

Botcharov N. A., Rossovsky V. N., Kouznetsova T. V., Nikonova N. S., Mitushin V. V., Matukhina O. N. Peculiarities of separate preparation of concrete mixes

Olekhovitch K. A., Vinogradov Yu. I., Nesterenko N. P. Vibrating platforms for conveyor lines

Toloraja D. Ph., Sineva E. A., Gusev B. V., Budnikov A. I., Prokhorov O. A. Perspectives of development of vibro-moulding equipment

Gablija Yu. A., Rumjantsev S. G. Production of articles by method of pressure concreting

Ratnikov I. A., Olephirenko L. G., Shirinkyj A. V. Automatized nearrails storage of cement

Ermakov G. I., Rovinskyj M. A. Advanced technology of reinforcing works

Podlesnykh V. A., Melnikov M. M. Improvement of technology of cutting of bar-reinforcing steel

Gorelik G. L., Teitelbaum A. M., Kharitonova E. A., Kazadaeva I. A. New types of reinforced concrete wire for production of reinforced concrete sleepers

CONTENU

Toloraja D. Ph. Sur la conception de création de la production automatisée du béton armé préfabriqué

Tsyro V. V., Barekhov A. I., Sokolov V. A., Chastoun V. N., Sokhrjakov V. I. L'application des lignes de caissons-convoyeurs pour la reconstruction des entreprises de construction des bâtiments en gros panneaux

Volkov L. A., Pashkov V. N., Prokhorov N. V. Les ateliers pour la production de structures en gros panneaux pour les bâtiments

Li V. A., Smirnov O. V. La technologie de coulage pour le moulage vertical des pièces

Mikhailov I. P., Danilov V. I., Kandaurov B. N., Vlassov Yu. A. Les solutions technologiques unifiées pour les structures des bâtiments industriels et agricoles

Botcharov N. A., Rossovsky V. N., Kouznetsova T. V., Nikonova N. S., Mitushine V. V., Matukhina O. N. Les particularités de la préparation séparée des bétons frais

Olekhovitch K. A., Vinogradov Yu. I., Nesterenko N. P. Les tables vibrantes pour les lignes de convoyeurs

Toloraja D. Ph., Sineva E. A., Gusev B. V., Boudnikov A. I., Prokhorov O. A. Les perspectives de développement de l'équipement pour le moulage par vibration

Gablija Yu. A., Rumjantsev S. G. La production des pièces par les méthodes de bétonnage sous la pression

Ratnikov I. A., Olephirenko L. G., Chirinsky A. V. Le stock de ciment automatisé près de rails

Ermakov G. I., Rovinsky M. A. La technologie avancée des travaux de renforcement

Podlesnykh V. A., Melnikov M. M. Le perfectionnement de la technologie de découpage des aciers en barres

Gorelik G. L., Teitelbaum A. M., Kharitonova E. A., Kazadaeva I. A. New types de fils de haute résistance pour la production des traverses en béton armé

INHALTSVERZEICHNIS

Toloraja D. F. Konzeption zum Schaffen der automatisierten Produktion des vorgefertigten Stahlbetons

Zyro W. W., Barechow A. I., Sokolow W. A., Schastun W. N., Sochrjakow W. I. Ausnutzung von Batteriefertigungsanlagen bei Rekonstruktion von Werken für Grossplattenbauweise

Wolkow L. A., Paschkow W. N., Prochorow N. W. Werkhallen für Produktion von Grossplattenkonstruktionen für Gebäude

Li W. A., Smirnow O. W. Gusstechnologie für Vertikalformgebung von Erzeugnissen

Michailow I. P., Danilow W. I., Kandaurov B. N., Wlassow Ju. A. Vereinheitlichte technologische Lösungen für Konstruktionen von Industrie- und Landwirtschaftsgebäuden

Botsharow N. A., Rossowskij W. N., Kusnezowa T. W., Nikonowa N. S., Mitjuschin W. W., Matjuchina O. N. Besonderheiten zur getrennten Zubereitung von Betongemischen

Olechnowitsch K. A., Winogradow Ju. I., Nesterenko N. P. Rütteltische für Fließfertigungsanlagen

Toloraja D. F., Sinjowa Je. A., Gussev B. W., Budnikow A. I., Prochorzew O. A. Perspektiven zur Entwicklung der Rüttelformeinrichtung

Gablija Ju. A., Rumjanzew S. G. Herstellung von Erzeugnissen durch die Methode der Druckbetonierung

Ratnikow I. A., Olephirenko L. G., Schirinskij A. W. Automatisiertes Zementlager mit Gleisanschluss

Jermakow G. I., Rowinskij M. A. Fortschrittliche Technologie von Bewehrungsarbeiten

Podlesnych W. A., Melnikow M. M. Verbesserung der Technologie für Zuschneiden des Stabstahl

Gorelick G. L., Teitelbaum A. M., Charitonowa Je. A., Kasadajewa I. A. Neue Arten des hochfesten Drahtes für Produktion von Stahlbetonschwellen.

Редакционная коллегия: В. И. Агаджанов, Ю. М. Баженов, В. Г. Батраков, Н. Л. Биевец, В. М. Бондаренко, А. И. Буракас, В. В. Гранев, П. А. Демянюк, В. Г. Довжик, Ф. А. Иссерс, Б. И. Кормилицин, Р. Л. Маилян, К. В. Михайлов, Т. М. Пецольд, В. А. Рахманов, И. Ф. Руденко, Р. Л. Серых, В. М. Силян, В. М. Скубко, Ю. Г. Хаютин, А. А. Шлыков (зам. главного редактора), Е. Н. Щербаков

Технический редактор *Е. Л. Сангурова*

Корректор *Н. А. Шатерникова*

Сдано в набор 07.02.91. Подписано в печать 21.03.91. Формат 60×88 1/8. Печать офсетная. Бумага книжно-журнальная. Усл. печ. л. 3,92. Усл. кр.-отт. 4,92. Уч.-изд. л. 5,54. Тираж 10301. Заказ 5248. Цена для индивидуальных подписчиков 80 к., цена для организаций — 1 р. 40 к.

Адрес редакции:
Москва, Георгиевский пер., 1, строение 5, 3-й этаж
Почтовый адрес редакции (экспедиция): 101442, Москва, ГСП, Каляевская, 23 а
Тел. 292-41-34, 292-62-05

Набрано на ордена Трудового Красного Знамени Чеховском полиграфическом комбинате Государственного комитета СССР по печати. 142300, г. Чехов, Московской обл.
Отпечатано в Подольском филиале ПО «Периодика» Государственного комитета СССР по печати. 142110, г. Подольск, ул. Кирова, 25.

Вологодская областная универсальная научная библиотека
www.booksite.ru

ВСЕСОЮЗНЫЙ ИНСТИТУТ ОГНЕУПОРОВ

ЛАБОРАТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТАВОВ ОГНЕУПОРОВ

**выполняет комплексные исследования структуры, состава
и свойств композиционных материалов.**

**Лаборатория имеет высококвалифицированных
специалистов и оснащена современной импортной
и отечественной аппаратурой.**

В лаборатории сконцентрированы:

- методы определения химического и фазового составов материалов (спектрофотометрический, комплекснометрический, пламенно-фотометрический, газовая хроматография и кулонометрический методы, эмиссионный спектральный анализ, рентгеноструктурный анализ, рентгеноспектральный микроанализ, ИХ-спектроскопия, электронная и оптическая микроскопия и др.)
- методы исследования пористой структуры материалов (пористость, плотность, удельная поверхность по БЭТ и др., распределение частиц по размерам, распределение пор по размерам, в том числе методами ртутной порометрии и капиллярной конденсации)
- высокотемпературные прецизионные методы определения теплофизических и термодинамических свойств материалов (теплопроводность для широкого спектра материалов — от высокоэффективной теплоизоляции до металлов, температуропроводность, теплоемкость, линейное расширение в интервале температур от 20 до 1800 °С, газопроницаемость, вязкость)
- методы изучения термомеханических свойств (прочность при изгибе и сжатии при температурах до 1400 °С, модуль упругости, термостойкость, огнеупорность, температура начала размягчения, дополнительная усадка, металло- и шлакоустойчивость)
- методы определения поверхностных свойств высокотемпературных расплавов (краевые углы смачивания, поверхностное натяжение, работа адгезии)
- методы исследования коллоидно-химических и реологических характеристик высококонцентрированных дисперсий
- комплексные термоаналитические методы до 1750 °С и высокотемпературная микроскопия до 2100 °С

**Лаборатория выполняет комплексные исследования
и разовые измерения в сжатые сроки.**

*С предложениями обращаться: 199034, Ленинград, наб. Макарова, д. 2, ВИО, ЛИСО,
тел. 218-85-41.*

ПОРТАТИВНЫЙ ПРИБОР ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА

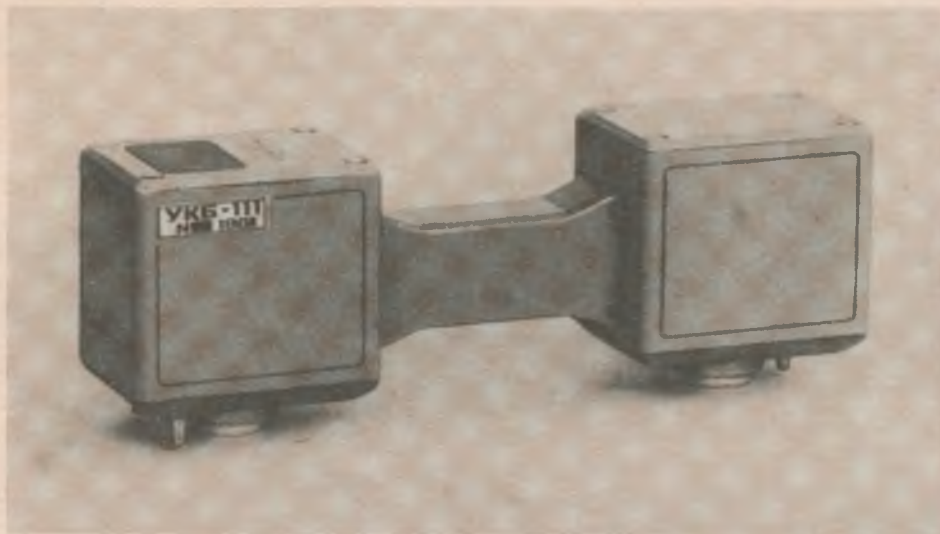
Прибор предназначен для неразрушающего ультразвукового контроля прочности бетонов классов В7, 5...В35 (марок М100...М400) в железобетонных изделиях, конструкциях и сооружениях.

Рекомендуется для применения в строительстве — предприятия стройиндустрии, а также строящиеся и эксплуатируемые здания и сооружения.

Принцип работы прибора основан на аналого-цифровом преобразовании информации и аппроксимации зависимости «время — прочность», хранящейся в блоке памяти прибора.

Изменение алгоритма функционирования прибора производится сменой программы, вводимой в энергонезависимое запоминающее устройство.

В приборе использована автоматическая обработка информации, что позволяет получить результат измерения непосредственно в единицах прочности МПа. Питание прибора осуществляется от 8 встроенных аккумуляторов марки Д-0,26.



Техническая характеристика: число градуировочных зависимостей — 3; объем используемой памяти — 2 К; дискретность отсчета результата измерения — 1 МПа; погрешность измерения не более $\pm 10\%$; база прозвучивания 200 мм; ток, потребляемый прибором от аккумуляторов, — 0,05 А; габаритные размеры прибора по корпусу 280×125×110 мм; масса прибора с источником электропитания не более 1,5 кг.

*По техническим вопросам просим обращаться по адресу:
СССР, 220027, Минск, Ленинский проспект, 65,
Белорусский политехнический институт, тел. 63-64-76.*

