

# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

10 · 1982



**Волнистый свод из панелей-оболочек двойной кривизны, монтируемый краном грузоподъемностью 16 т с применением подвижной монтажной опоры на строительстве пункта хранения и обслуживания сельхозтехники в совхозе им. Гагарина (Кировоградская обл.)**

**Коробчатые настилы применены не только в покрытиях, но и в перекрытиях здания шерстоградильной фабрики в г. Сумы**

(к статье Г. П. Злобина «Развитие капитального строительства и стройиндустрии на Украине»)



# БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ  
И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ  
ЖУРНАЛ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА СССР  
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

ИЗДАЕТСЯ с апреля 1955 г. /

## Содержание

### К 60-летию образования СССР

*Злобин Г. П.* Развитие капитального строительства и стройиндустрии на Украине 2

### Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!

*Даниленко В. Д.* Состояние и перспективы развития строительства на селе . . . 5

*Бартенев В. С., Воронов В. И., Жилин В. А., Коробов А. И.* Складчатые рамно-панельные конструкции сельскохозяйственных производственных зданий . . . 7

*Мангушев А. И., Любомирова Т. Н., Котов И. Н., Гейлер Е. С.* Рамные конструкции сельских зданий . . . 9

*Шевчук Н. Л., Шевчук К. И.* Эффективное применение конструкций сельскохозяйственных зданий . . . 10

*Назаренко В. Г., Заренина Т. С., Якушин В. А.* Преднапряженные прогоны и балки для сельского строительства . . . 13

*Сперанский И. М., Иссерс Ф. А., Котов И. Н., Казак А. А.* Облегченные плиты покрытий сельскохозяйственных зданий . . . 15

*Кудрявцев А. А., Беленький Ю. С.* Плиты перекрытий со слоем из арболита . . . 16

*Заренин В. А., Ферджулян А. Г., Евстифеева Л. С., Евдокимов А. А.* Стеновые панели для производственных сельскохозяйственных зданий . . . 18

*Цурган А. И., Сотникова О. В., Заренин В. А.* Сборные элементы технологического назначения для сельскохозяйственных производственных зданий . . . 20

*Богословский Б. М., Топчян Д. Н.* Сборные полы из легкого бетона для животноводческих помещений . . . 21

*Батраков В. Г., Иссерс Ф. А., Серых Р. Л., Фурманов С. И.* Свойства мелкозернистых смесей и бетонов с добавкой суперпластификатора . . . 22

*Рогатин Ю. А., Александрова Н. А.* Эффективность применения легких бетонов с пониженной объемной массой для наружных стен . . . 24

### Трибуна соревнующихся

Об итогах Всесоюзного общественного смотра-конкурса на лучшее качество строительства, проведенного в 1981 г. . . . . 26

### Заводское производство

*Рудой А. Ф., Трембицкий С. М., Грайфер А. Г.* Высокотемпературный ускоренный нагрев бетона виброгидропрессованных труб . . . . . 27

### В помощь проектировщику

*Быченков Ю. Д., Самойлович А. Л.* Особенности расчета прочности сжатых крупноразмерных коробчатых сечений с распределенной арматурой . . . . . 29

### В Госстрое СССР

Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования коллективов организаций Госстроя СССР . . . . . 30

10

(331)

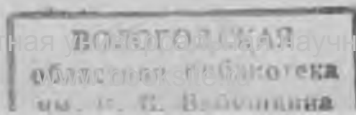
октябрь 1982



ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ЛИТЕРАТУРЫ  
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

Москва

© Стройиздат, 1982



Г. П. ЗЛОБИН, Председатель Госстроя Украинской ССР

## РАЗВИТИЕ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И СТРОЙИНДУСТРИИ НА УКРАИНЕ

60-летний путь Советской Украины в братской семье народов СССР отмечен выдающимися достижениями в развитии всех отраслей народного хозяйства, науки и культуры, ростом благосостояния трудящихся. Украинская ССР располагает теперь таким потенциалом, какой имела вся страна менее четверти века назад. Эти достижения неразрывно связаны с капитальным строительством.

Достаточно сказать, что за период с 1918 по 1981 г. в Украинской ССР было освоено около 354 млрд. р. капиталовложений, причем более половины этих средств приходится на девятую и десятую пятилетки.

За годы Советской власти в республике созданы тысячи крупных промышленных предприятий, рудников, электростанций, 6 крупных гидроузлов, введено в эксплуатацию 7,1 тыс. км электрифицированных железных дорог. Подлинными памятниками нерушимой дружбы народов нашей страны стали Днепрогэс, Харьковский тракторный, Запорожсталь. На украинской земле возникли новые города, такие как Северодонецк, Светловодск, Первомайск. Неузнаваемо изменился облик Донецка, Днепропетровска, Харькова и многих других городов республики. С 1917 по 1981 г. на Украине построены жилые дома общей площадью около 673 млн. м<sup>2</sup>.

После освобождения украинских земель от немецко-фашистских захватчиков, опираясь на братскую помощь РСФСР и других республик Советского Союза, строители Украины в короткие сроки подняли из руин более 10 тыс. крупных предприятий, сотни городов, тысячи сел. Только за две послевоенные пятилетки на Украине были построены и восстановлены жилые дома общей площадью 88,1 млн. м<sup>2</sup>, т. е. практически весь разрушенный войной жилой фонд.

Не знает себе равных по объемам капитального строительства десятая пятилетка. За 1976—1980 гг. в республике создан мощный экономический и научно-технический потенциал, обеспечивающий высокие устойчивые темпы развития всех отраслей народного хозяйства. В эти годы введены в действие 2050 современных промышленных предприятий и производственных объектов, мощности по добыче угля и железной руды; стали; минеральных удобрений, выпуску тканей, переработке сахарной свеклы. Построены жилые дома общей площадью 91,7 млн. м<sup>2</sup>, школы на 940 тыс. мест, детские дошкольные учреждения на 500 тыс. мест.

Партия и правительство уделяют постоянное внимание развитию строительной индустрии. Капиталовложения в собственную базу строительства республики за 60 лет составили более 9 млрд. р. В настоящее время в Украинской ССР насчитывается около 400 подрядных строительного-монтажных трестов, 744 крупных предприятия по производству строительных конструкций и деталей. Проектирование объектов строительства осуществляют свыше 310 проектных организаций, более 40 коллективов научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений проводят исследования по строительной тематике.

В республике работают 60 домостроительных комбинатов и предприятий крупнопанельного домостроения. Заводы железобетонных изделий оснащаются современными технологическими линиями. Все более широкое применение в практике находят новые строительные материалы: гипсокартонные листы улучшенного качества, конструкции из алюминия, различного вида пластмассы, перлитобетон и многие другие.

На строительную площадку пришла новая мощная техника: экскаваторы с гидравлическим приводом, башенные и стреловые краны большой грузоподъемностью, самоходные скреперы. Сегодня подрядные организации республики располагают парком строительных машин в количестве 66 тыс. единиц. В их распоряжении 118 тыс. единиц средств малой механизации и оборудования, в том числе более 2000 штукатурных и 800 малярных станций.

Большие качественные изменения в строительной отрасли Украинской ССР произошли за последние десять лет. Объемы строительства из крупноразмерных элементов, узлов, панелей и блоков с полной сборностью возросли по сравнению с 1970 г. в 2,5 раза, их удельный вес составил в 1981 г. 56,4% в общем объеме строительного-монтажных работ. Возведение жилых домов из индустриальных конструкций увеличено на 2,1 млн. м<sup>2</sup> и доведено до 61,2% общей площади жилищного строительства. Сегодня в республике почти две трети крупнопанельных домов строятся по новым улучшенным проектам.

Расширены масштабы применения скоростного крупноблочного монтажа зданий, сооружений и технологического оборудования предприятий с применением высокопроизводительных машин и средств механизации. До 30% объемов строительного-монтажных работ в промышленном строительстве охвачено узловым методом проектирования, организации и управления возведением крупных комплексов. В 1956 г. в республике внедряется система комплексного поточного жилищно-гражданского строительства на основе непрерывного планирования. За десять лет производительность труда в строительстве увеличена на 10%. Сегодня 1 млн. р. строительного-монтажных работ осваивают 88 рабочих против 129 в 1970 г.

Это стало возможным во многом благодаря ускоренному развитию материально-технической базы строительства, дальнейшему расширению объемов применения одного из важнейших материалов современного капитального строительства — железобетона, на долю которого сейчас приходится около половины общего потребления основных строительных материалов и конструкций.

Если в 1953 г., до выхода в свет постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 19 августа 1954 г. «О развитии производства сборных железобетонных конструкций и деталей для строительства», выпуск сборных железобетонных изделий на строительных площадках и приобъектных цехах составлял всего 0,28 млн. м<sup>3</sup>, то в 1981 г. объем производства сборного железобетона превысил 20 млн. м<sup>3</sup>. Семидесятые го-

ды явились значительным шагом вперед в освоении производства и применении новых прогрессивных материалов и конструкций в строительном производстве республики. Ввод в строй новых предприятий, оснащенных передовой техникой, осуществление обширной программы перевооружения действующих заводов обеспечили дальнейший рост выпуска продукции. За девятую и десятую пятилетку возросли объемы изготовления преднапряженных железобетонных изделий. Удельный вес этих конструкций в общем объеме сборного железобетона достиг 32,1%. Строители республики освоили производство преднапряженных железобетонных крупноразмерных плит покрытий «на пролет» длиной 12 и 18 м, довели объем применения комплексных преднапряженных железобетонных плит покрытий до 1,6 млн. м<sup>2</sup> в год. На строительстве Обуховской картонной фабрики выполнено складчатое покрытие площадью 30 тыс. м<sup>2</sup> с сеткой колонн 24×6 м, использованы сталежелезобетонные арки-диафрагмы пролетом 36 м при шаге колонн 12 м; при сооружении прядильно-ткацкой фабрики в Ивано-Франковской области в больших объемах применены коробчатые настилы покрытий длиной 12 и 18 м. На Белгород-Днестровском экспериментальном заводе ячеистых бетонов и изделий освоено производство стеновых панелей улучшенного качества серии 126, а на Славутском заводе силикатных стеновых материалов — панелей для влажных условий эксплуатации и панелей для жилых домов серии 144. Более чем в 5 раз по сравнению с 1970 г. увеличен объем изготовления несущих и ограждающих конструкций и изделий из легких бетонов на пористых заполнителях. Удельный вес железобетонных изделий достиг 27%.

Значительно возросли за последние пять лет объемы устройства индустриальных перегородок в производственных зданиях, применения при изготовлении железобетонных конструкций бетонов марки М500 и выше, внедрения в строительство прогрессивных видов свай.

На предприятиях сборного железобетона все более широко применяются усовершенствованные технологические процессы и новое оборудование. Например, интенсифицировать производство сборного железобетона позволяют использование при формовании изделий горячих бетонных смесей, двухстадийная тепловая обработка и введение в бетонную смесь химических добавок. В частности, благодаря предварительному разогреву бетонных смесей обеспечивается сокращение продолжительности тепловой обработки на 24—30%, снижение расхода цемента на 10—12% и уменьшение расхода тепла на 10—12%. Экономический эффект от внедрения этой технологии составляет около 1 р. на 1 м<sup>3</sup> бетона. В республике принимаются меры по расширению объемов внедрения этого метода.

Следующим прогрессивным направлением совершенствования технологии формования железобетонных изделий является применение ударно-вибрационной техники, которая позволяет сократить затраты на 30—40%, расход электроэнергии на 40—50%. В настоящее время на заводах ЖБИ находится в эксплуатации свыше 60 установок ударного и ударно-вибрационного действия.

На всех этапах развития капитального строительства республики большой вклад в повышение его технического уровня вносят научно-исследовательские и проектные организации. Широко известны разработки таких институтов, как НИИ строительного производства, НИИ автоматизированных систем планирования и управления в строительстве, КиевЗНИИЭП, НИИСК и др.

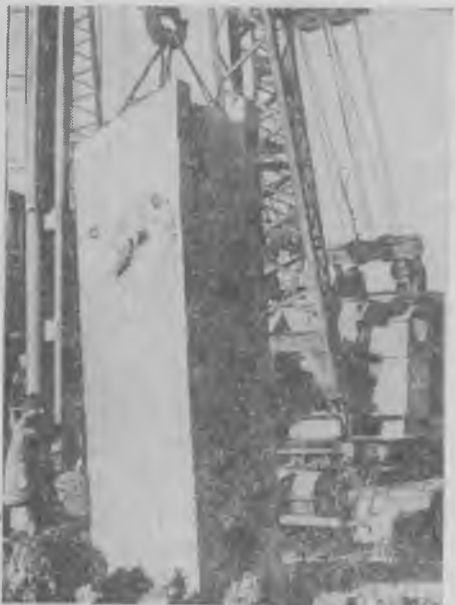
Для промышленного строительства усилиями научно-исследовательских институтов и проектных организаций созданы экономические большепролетные и крупноразмерные конструкции с использованием стальной повышенной и высокой прочностью, высокопрочных бетонов. Намного расширился, прежде всего в области промышленного и транспортного строительства, прогресс в фундаментостроении, который свел очень сложные задачи устройства заглубленных сооружений в сложных гидрогеологических условиях к достаточно эффективным и простым по исполнению методам (прогрессивные виды свай, сборная «стена в грунте», противодиффузионные диафрагмы).

Так, применение сборно-монолитных фундаментов под толстолистовой стан «3000» Ждановского завода им. Ильича (институт Укркипромет) позволило уменьшить расход цемента на 600 т. Методом «стена в грунте» в республике построено около 50 объектов, что обеспечило экономический эффект в объеме 5 млн. р. Замена элементов стального каркаса в многоэтажном производственном здании колоннами из бетона марок М600 и М700 (киевский Промстройпроект) позволила сэкономить более 4000 т стали. Применение брусковых конструкций из бетона марок М500 и М700 для каркасов главных корпусов электростанций (киевское отделение Теплоэнергопроекта) дает экономию в сравнении с типовыми железобетонными колоннами по трудозатратам — в 2—3 раза и по стоимости — на 10—20%. Значительную экономию обеспечивает применение железобетонных ферм пролетом 24 м из бетона марки М600, освоенных Никопольским заводом ЖБИ Минтяжстроя УССР.

Все большее распространение при формовании железобетонных изделий находят различные химические добавки, в том числе суперпластификаторы. Определенные успехи в этом вопросе добились на Харьковском ДСК. Применение суперпластификаторов позволяет уменьшить расход цемента на

Монтаж стеновых блоков в траншею при строительстве водозабора Южного ГОКа способом «стена в грунте» (г. Кривой Рог)

Монтаж двумя кранами технического обменного пункта «Сельхозтехники» в г. Брусилове (Житомирская обл.). Сводчатое здание из ребристых панелей-оболочек одинарной кривизны



20%, снизить энергозатраты на 15%. На Сумском заводе ЖБИ Укрмежколхозстроя внедрена технология изготовления железобетонных изделий из разогретых смесей с комплексной добавкой ускорителя твердения, что позволяет снизить расход цемента на 8—10%, сократить длительность тепловой обработки на 35—40% и увеличить производительность технологической линии на 15—20%.

Существенное влияние на индустриализацию строительства оказывает промышленность строительных материалов республики. Только за годы десятой пятилетки выпуск строительных материалов и изделий на предприятиях Минстройматериалов УССР увеличился на 170 млн. р.; в отрасли введены в эксплуатацию 120 крупных промышленных предприятий. На заводах министерства освоен выпуск декоративного и напрягающего цемента, портландцемента марки 500 и других прогрессивных материалов.

Значительных производственных успехов добились передовые домостроительные предприятия республики. Так, на Белоцерковском ДСК Минпромстроя УССР за годы десятой пятилетки производительность труда возросла на 28%, себестоимость строительно-монтажных работ снижена на 13%, продолжительность строительства домов по сравнению с нормативной сокращена на 1—2 мес. При этом затраты труда на 1 м<sup>2</sup> общей площади жилых домов уменьшены почти на 30%, а численность рабочих в расчете на 1 млн. р. строительно-монтажных работ уменьшилась с 73 до 61 человека.

В республике в последние годы получило широкое развитие экспериментальное строительство, являющееся важным этапом на пути реализации научных исследований и проектных предложений в строительное производство.

За десятую пятилетку в различных городах республики построено более 40 экспериментальных объектов, на которых отработывались новые эффективные конструкции и технологические решения. В их числе производственный корпус хлопкопрядильной фабрики в г. Долина, объекты второй очереди Яворовского горно-химического завода.

В Кременчуге построен панельно-блочный дом с массой объемных блоков до 16 т. В порядке эксперимента в Ялте, Виннице, Одессе и некоторых других городах осуществлено строительство зданий из монолитного железобетона. Такие сооружения позволяют существенно разнообразить жилую застройку при рациональном использовании территории городов, строить с применением индустриальных методов в районах, где отсутствует база крупнопанельного домостроения.

Перед строителями республики в одиннадцатой пятилетке стоят большие и ответственные задачи. Предстоит освоить более 95 млрд. р. капитальных вложений, повысить производительность труда на 16%, получить за счет этого весь прирост строительно-монтажных работ. Рост производительности труда в строительстве будет достигнут в основном за счет повышения технического уровня строительного производства, улучшения организации, совершенствования управления.

Повышение эффективности строительного производства находится в прямой зависимости от уровня рационального

использования сырьевых, топливно-энергетических и других материально-технических ресурсов.

Повышение технического уровня строительного производства в одиннадцатой пятилетке базируется на программно-целевом подходе к планированию научно-технического прогресса. На одиннадцатую пятилетку в Украинской ССР по отрасли «Строительство» Госстроем УССР утверждены шесть республиканских программ по решению важнейших научно-технических проблем в области технологии и организации промышленного и жилищно-гражданского строительства, создания новых эффективных технологий производства сборного железобетона, развития материально-технической базы строительства в республике, комплексных систем управления качеством продукции и др.

В текущей пятилетке в строительном производстве республики будет использовано около 80 млн. т цемента, свыше 20 млн. т металлопроката, свыше 40 млн. м<sup>3</sup> лесоматериалов. Решение проблем снижения материалоемкости в строительстве, разработки и внедрения новых строительных материалов и технологий их производства предусмотрено тремя подпрограммами республиканской целевой комплексной научно-технической программы «Материалоемкость». Над выполнением заданий этих подпрограмм работают 158 организаций-исполнителей, в том числе 38 НИИ, включая ведущие институты Академии наук УССР, 37 проектных организаций, 21 высшее учебное заведение, 19 заводов и промышленных объединений, 43 строительные организации. Ведутся разработки и внедрение конструктивных решений зданий и сооружений, в частности, из ячеистобетонных, железобетонных и стальных конструкций, легких коррозионноустойчивых конструкций на основе древесины и полимеров; технологии изготовления многослойных конструкций из жаростойкого железобетона, производства изделий на основе базальтового волокна, заменяющих арматурную сталь; технологии получения и применения высокопрочного гипсового вяжущего и др. В установленном на пятилетку задании по экономии основных материалов [7—9% металлопроката, 5—7% цемента, 7—9% лесоматериалов] до 27% приходится на долю названных подпрограмм.

В республике разработана и реализуется широкая программа развития строительной индустрии и промышленности строительных материалов. Намечено значительно увеличить производство эффективных материалов и конструкций, повысить заводскую готовность и качество изделий. Предусматривается построить, расширить и реконструировать 57 заводов и цехов по изготовлению железобетонных и металлических конструкций. В одиннадцатой пятилетке будет завершен перевод всех предприятий крупнопанельного домостроения на выпуск деталей домов по проектам новых серий и проектам, откорректированным по теплотехническим качествам.

Направляя все силы и энергии на претворение в жизнь исторических решений XXVI съезда КПСС, строители, работники стройиндустрии, проектных и научно-исследовательских организаций Украины новыми трудовыми успехами встречают славный юбилей — 60-летие образования СССР.



Панель-оболочка коммуникационного типа размером 3×24 м, массой 14 т

В. Д. ДАНИЛЕНКО, заместитель министра сельского строительства СССР

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НА СЕЛЕ

В реализации Продовольственной программы, принятой на майском (1982 г.) Пленуме ЦК КПСС, сельскому строительству отводится роль отрасли, призванной обеспечить тружеников села комфортным жильем и производственными помещениями, необходимыми для производства продуктов животноводства и птицеводства, сохранения и переработки сельскохозяйственной продукции, ремонта и хранения сельхозтехники и пр.

При решении этих задач строители будут широко применять железобетон, который был и до сих пор остается основным материалом в сельском строительстве. Создание мощной базы по производству и применению сборного железобетона предопределило темпы повышения технического уровня сельского строительства и позволило довести удельный вес полносборного строительства на селе в 1981 г. до 56,6% общего объема выполненных работ против 40% в 1975 г. и 13% в 1970 г.

Производственная база Минсельстроя СССР выпускает для нужд сельского строительства около 10 млн. м<sup>3</sup> сборного железобетона в год, который используется для строительства 10 млн. м<sup>2</sup> животноводческих, птицеводческих и других производственных зданий сельского хозяйства, 6 млн. м<sup>2</sup> жилых и 3 млн. м<sup>2</sup> культурно-бытовых зданий на селе и развития собственной производственной базы.

Основу производственной базы составляют 380 предприятий сборного железобетона, на которых трудится около 70 тыс. человек.

В десятой пятилетке годовое производство сборного железобетона возросло на 25% по сравнению с предыдущей пятилеткой. За годы текущей пятилетки прирост составил 15%. Наряду с количественным ростом производства сборного железобетона произошло его качественное изменение: обновилась номенклатура выпускаемых изделий; снизилась их материалоемкость; повысилась средняя марка бетона несущих конструкций; снизился объемный вес легкого бетона ограждающих конструкций; увеличился объем производства преднапряженных конструкций; начали применять арматурные стали повышенной прочности. Благодаря этому появилась возможность из одного и того же объема сборного железобетона строить сельскохозяйственных производственных помещений на 15% больше, чем прежде.

Созданная номенклатура железобетонных изделий позволила обеспечить строительство новых типов полносборных зданий с совмещенным покрытием и кровлей из волнистых асбестоцементных листов в соответствии с действующими габаритными схемами сельскохозяйственных производственных зданий.

Освоение производства конструкций новой номенклатуры позволило повысить удельный вес полносборных решений при строительстве сельскохозяйственных производственных зданий в 1980 г. до 70% против 52,5% в 1975 г.

Переход к строительству сельскохозяйственных зданий нового типа обеспечил по сравнению со зданиями с рулонной кровлей: уменьшение собственного веса зданий на 20%; снижение стоимости на 12%; сокращение трудозатрат на 10%; снижение расхода сборного железобетона на 15%, что позволило получить при строительстве 6,8 млн. м<sup>2</sup> полносборных сельских производственных зданий в год, экономический эффект 55 млн. р. при экономии бетона 100 тыс. м<sup>3</sup>, стали 7 тыс. т, снижение трудозатрат до 500 тыс. чел.-дней.

Во вновь созданную номенклатуру железобетонных конструкций включены в качестве несущих элементов каркасов односкатные балки с пролетами 6, 7,5 и 9 м, треугольные безраскосные фермы пролетами 6, 9, 12 и 18 м, трехшарнирные рамы пролетом 12, 18 и 21 м, колонны и сваи-колонны сечениями 20×20 и 30×30 см, длиной до 7,5 м; в качестве ограждения — стеновые двухслойные панели на основе пористых заполнителей, стеновые трехслойные железобетонные панели, утепленные пенопластом или минераловатными изделиями, однослойные железобетонные перегородки; в качестве покрытий — облегченные железобетонные ребристые плиты размерами 1,5×6 и 3×6 м из тяжелого и легкого бетонов; в качестве фундаментов — башмаки и свайные фундаменты.

Переход к покрытиям с асбестоцементной кровлей позволил получить в сельскохозяйственных зданиях требуемые эксплуатационные условия, создал предпосылки для применения легких эффективных утеплителей (минераловатных изделий и пр.) и обеспечил снижение массы здания.

Для покрытий ряда зданий вспомогательного назначения в номенклатуру включены преднапряженные балки длиной 6 м, обеспечивающие возможность устройства малоуклонной кровли.

Большое место в составе здания занимают элементы технологического назначения, выполняемые из сборного железобетона. Это лотки и каналы навозоудаления, кормушки, решетки пола, сборные полы и ограждения станков. Некоторые из этих конструкций, находясь в специфических условиях эксплуатации, требуют выполнения их из плотных бетонов. Номенклатура этих изделий также упорядочена и представлена серией 3.818-1.

В течение прошедшей пятилетки на предприятиях Минсельстроя СССР организовано изготовление сборных элементов полов сельских производственных зданий. В 1980 г. выпущено 163 тыс. м<sup>2</sup> железобетонных решеток пола и 270 тыс. м<sup>2</sup> крупноразмерных легкогобетонных плит пола.

Большое распространение в практике строительства получили конструктивные решения однопролетных зданий с использованием типовых трехшарнирных рам и свайных фундаментов и конструктивные решения зданий стоечно-балочной схемы с применением свай-колонн, забиваемых под проектную отметку балок покрытия.

В последние годы в Минсельстрое СССР проводится работа по дальнейшему повышению полносборности сельскохозяйственного производственного строительства. Имеется в виду повысить сборность не только основных, но и вспомогательных зданий. Повышение полносборности основных зданий идет по пути замены кирпичных торцов зданий и внутренних перегородок сборными железобетонными элементами и монолитных полов сборными. В результате удалось повысить степень сборности основных зданий до 85% без увеличения стоимости строительства.

Повышение полносборности вспомогательных зданий идет по пути внутримплощадочной унификации, когда поставлена задача вспомогательные здания выполнять из тех же конструкций, что и основные здания. Такой подход позволил значительно сократить номенклатуру сборного железобетона и тем самым облегчить деятельность предприятий стройин-

дустрии. В 1981 г. построено 68 тыс. м<sup>2</sup> производственных площадей зданий с повышенной сборностью. В 1982 г. объем их строительства намечено довести до 250 тыс. м<sup>2</sup>.

Прогрессивным направлением в сельском строительстве в настоящее время является применение бесшовных соединений сборных железобетонных конструкций. Для строительства сельскохозяйственных производственных зданий разработано несколько типов таких соединений, которые апробированы в экспериментальном строительстве в Новосибирске, Слуцке, Костроме и др. Построено около 10 тыс. м<sup>2</sup> производственных помещений. Практика строительства подтвердила перспективность таких решений.

Наиболее удачными представляются решения ЦНИИЭПсельстроя, которые полностью исключают применение сварки и бетона замоноличивания в процессе монтажа зданий. Переход к бесшовным соединениям позволяет снизить трудозатраты на монтаже зданий и повысить его качество. В настоящее время ведется разработка штампованных закладных деталей для бесшовных соединений, которые позволяют снизить трудозатраты при изготовлении изделий.

Совершенствование конструктивных решений сельскохозяйственных производственных зданий путем укрупнения строительных элементов и повышения уровня их заводской готовности является одним из путей сокращения построечных трудозатрат и сроков строительства, повышения качества и снижения его стоимости.

Опыт строительства сельскохозяйственных производственных зданий из укрупненных элементов, полученный в Владимирской области, нашел дальнейшее развитие в создании объемно-блочных полурам повышенной заводской готовности. Объемно-блочная Г-образная полурама объединяет стену, покрытие и каркас, имеет ширину 3 м и входит в состав трехшарнирной рамы пролетом 18 или 21 м. Масса блока равна 7,2 т. Переход к строительству зданий с такими конструкциями позволит снизить суммарные трудозатраты на 15% (в том числе на монтаже до 25%), расход металла — на 10% без увеличения расхода бетона и стоимости строительства.

Для последних лет характерен рост доли жилищного строительства в общем объеме работ Минсельстроя СССР. Если в 1975 г. эта доля составляла 20%, то в 1981 г. она достигла 24%. Эта тенденция роста получит развитие и в последующие годы. Минсельстрой СССР постоянно принимает меры по повышению качества и индустриализации жилищно-гражданского строительства. В результате этого удельный вес полносборных жилых домов в общем объеме их строительства в 1980 г. составил 35,3% против 29% в 1975 г. В 1981 г. введено в эксплуатацию крупнопанельных и объемно-блочных жилых домов общей площадью 1,76 млн. м<sup>2</sup> и крупноблочных домов площадью 0,59 млн. м<sup>2</sup>. Это позволило совместно с другими индустриальными решениями из облегченных конструкций поднять удельный вес полносборного домостроения до 40%.

Строительство общественных зданий производится с применением каркасно-панельных конструкций серии ИИ-04 (ИИС-04) и крупнопанельных конструкций серий 25, 135 и др. С применением этих серий в 1980 г. построено общественных зданий общей площадью 340, а в 1981 г. — 400 тыс. м<sup>2</sup>. Осуществляется также строительство общественных зданий в крупноблочных конструкциях. В 1981 г. построено около 186 тыс. м<sup>2</sup> таких зданий. В результате удельный вес строительства полносборных общественных зданий в 1980 г. возрос до 20,6% против 6% в 1975 г. В текущей пятилетке намечается перейти к строительству крупнопанельных общественных зданий по серии 1.220-1.

Увеличение полносборного строительства жилищно-гражданских зданий стало возможным благодаря тому, что значительную часть вновь созданного производства сборного железобетона составляют предприятия крупнопанельного домостроения. Их суммарная мощность за пятилетие возросла в 5 раз и составила более 2,5 млн. м<sup>2</sup> общей площади жилых домов и общественных зданий в год. В текущей пятилетке намечается ввести в действие дополнительно предприятия по производству комплектов полносборных жилых и общественных зданий общей площадью 860 тыс. м<sup>2</sup> в год. В 1981 г. уже введены мощности по производству 200 тыс. м<sup>2</sup> крупнопанельных домов.

На предприятиях сельстройиндустрии освоено и расширяется производство наружных стеновых панелей и комплексов плит покрытий повышенной и полной заводской готовности для жилых, общественных и производственных зданий. В 1981 г. выпущен 1 млн. м<sup>2</sup> таких стеновых панелей и 953 тыс. м<sup>2</sup> комплексов плит.

За годы десятой пятилетки на 40% увеличилось изготовление легкобетонных элементов — стеновых панелей, блоков, несущих и других конструкций. К 1985 г. планируется повысить объем производства легкобетонных конструкций почти в 1,5 раза и довести его до 3,1 млн. м<sup>3</sup>. В 1981 г. предприятиями Минсельстроя СССР выпущено 2,3 млн. м<sup>3</sup> конструкций из легкого бетона, в том числе 122 тыс. м<sup>3</sup> несущих конструкций.

С целью снижения массы легкобетонных конструкций и улучшения их теплотехнических свойств при изготовлении стеновых ограждений широко применяются воздухововлекающие добавки и поризация бетонной смеси. В 1981 г. предприятиями Минсельстроя СССР изготовлено свыше 600 тыс. м<sup>3</sup> керамзитобетонных конструкций, что в 13 раз больше уровня 1975 г.

Для уменьшения расхода цемента предприятия Минсельстроя СССР при приготовлении бетонных смесей для конструкций широко применяют различные виды химических добавок. В 1981 г. с применением химических добавок приготовлено 2,14 млн. м<sup>3</sup> бетонных смесей. Впервые начато применение суперпластификаторов. С их использованием на Ивантеевском заводе ЖБИ произведено 15 тыс. м<sup>3</sup> железобетонных конструкций.

По инициативе Минсельстроя СССР ЦНИИЭПсельстрой совместно с институтами Госстроя СССР и Минсельхоза СССР постоянно работают над совершенствованием железобетонных конструкций, предназначенных для сельского строительства, и технологией их изготовления. Это делается для снижения расхода материалов и трудоемкости изготовления конструкций, повышения заводской готовности и сокращения построечных трудозатрат, использования эффективных материалов и расширения их номенклатуры, экономии энергетических ресурсов и повышения качества строительства.

В результате этой работы стали применяться бетоны повышенной прочности (марок М350—М400) при изготовлении несущих конструкций производственных зданий. При производстве ребристых плит покрытий применяются бетоны марок М250—М350. Повышение марки бетона помимо снижения расхода бетона обеспечивает повышение долговечности конструкций, эксплуатируемых в агрессивных средах животноводческих зданий.

При производстве железобетонных конструкций начали широко применять арматурные стали повышенной прочности. В обычных конструкциях используют, как правило, арматурные стали класса А-III, а в предвременно напряженных конструкциях — классов А-IV и А-IIIв. В преднапряженных конструкциях, не предназначенных для производственного строительства, широко используется арматура класса А-V и термически упрочненная арматура классов А<sub>т</sub>-IV и А<sub>т</sub>-V.

В 1980 г. производство преднапряженных железобетонных конструкций возросло на 32% по сравнению с объемами 1975 г. и достигло 2,4 млн. м<sup>3</sup>. Удельный вес их в общем объеме производства сборного железобетона увеличился за этот же период с 21 до 25%. К 1985 г. предусматривается довести объем производства преднапряженных конструкций до 2,8 млн. м<sup>3</sup>.

В подведомственных организациях Минсельстроя СССР проводится работа по обеспечению дальнейшего снижения расхода стали при производстве сборных железобетонных конструкций за счет перехода к производству и применению штампованных закладных деталей. Замена существующих закладных деталей штампованными позволяет снизить их массу в среднем на 20—25%.

В текущем году намечается закончить разработку каталога и рабочих чертежей штампованных закладных деталей, а к их производству и применению приступить в 1983 г.

В соответствии с Продовольственной программой наряду с реконструкцией и расширением существующих животноводческих и птицеводческих ферм в предстоящие годы первоочередное внимание будет уделяться увеличению жилищного строительства на селе, особенно домов усадебного типа, и строительству предприятий по хранению и переработке кормов и сельскохозяйственных продуктов, ремонту и хранению сельхозтехники и других предприятий, сопутствующих развитию сельскохозяйственного производства.

В связи с этим предприятиям Минсельстроя СССР совместно с проектными и научно-исследовательскими институтами Минсельхоза СССР и Госстроя СССР предстоит провести большую работу, с тем чтобы созданная производственная база в максимальной степени удовлетворяла возрастающую потребность сельских строителей.



В. С. БАРТЕНЕВ, д-р техн. наук, проф.; В. И. ВОРОНОВ, инж.  
(Владимирский политехнический ин-т);  
В. А. ЖИЛИЦ, инж. (ВТУС Минстроя СССР); А. И. КОРОБОВ, инж. (КТБ НИИЖБ)

## Складчатые рамно-панельные конструкции сельскохозяйственных производственных зданий

Владимирским политехническим институтом совместно с Владимирским территориальным управлением строительства Минстроя СССР и НИИЖБ разработаны, исследованы и внедрены новые складчатые рамно-панельные конструкции сельскохозяйственных зданий различного назначения пролетом 18 и 21 м [1, 2].

Объемные блоки размерами 18×3 и 21×3 м собирают из двух ребристых комплексных панелей покрытия и двух трехслойных стеновых панелей с несущими ребрами (рис. 1). Для пролета 21 м разработан вариант с применением 3-метрового вкладыша с унификацией оснастки, как и для пролета 18 м.

Ребристые панели покрытия запроектированы с небольшим переломом (5°), который повышает жесткость сборного элемента конструкции и объемного блока в целом, улучшает архитектурный облик, уменьшает строительный объем зданий и обеспечивает минимально необходимый уклон асбестоцементной кровли (1:4). Повышение заводской готовности панелей покрытия достигается путем укладки при изготовлении паронизации (рубероид) и установки поперечных деревянных брусьев обрешетки, между которыми укладывают плиты эффективного утеплителя. Особенно высокая заводская готовность получена в панели стены, изготовленной по принципу трехслойной плиты на гибких связях с утеплителем посередине и несущими ребрами. Соединяясь сваркой закладных деталей и накладок или ванной сваркой выпусков арматуры с ребрами панели покрытия, они образуют несущие пространственные двухшарнирные рамы, в работе которых участвует плита покрытия и стены.

Одновременно с решением опытно-конструкторских и технологических задач во Владимирском политехническом институте исследовали действительную работу объемных блоков на действие внешних нагрузок. Анализ результатов испытания моделей и натурных образ-

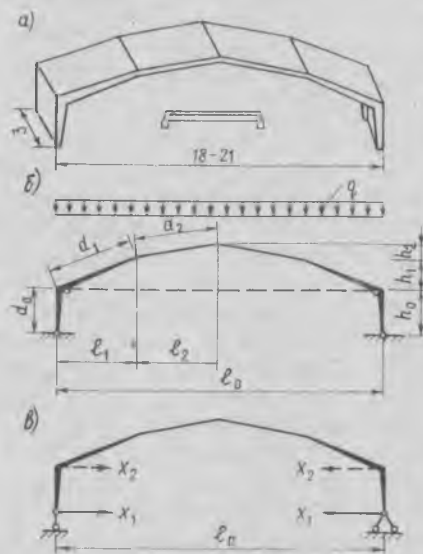


Рис. 1. Объемный блок из железобетонных складчатых рамно-панельных конструкций  
а — общий вид; б — расчетная схема; в — основная система

цов подтвердил, что объемный блок из железобетонных складчатых рамно-панельных конструкций деформируется под нагрузкой, как пространственная конструкция, и, соответственно, лучше сопротивляется действию внешних нагрузок, чем плоскостные рамы.

В качестве упрощенной расчетной схемы объемного блока принимается двухшарнирная рама, имеющая на

Уравнение	Основные неизвестные		Грузовые члены
	$X_1$	$X_2$	
(1)	$a_{11} = a_{11}^p$	$a_{12} = a_{12}^p$	$a_{10} = a_{10}$
(2)	$a_{21} = a_{21}^p$	$a_{22} = a_{22}^p + a_{22}^{скл}$	$a_{20} = a_{20}$

Примечание.  $a_{ik}^p$  — коэффициенты канонических уравнений для контурных двухшарнирных рам;  $a_{22}^{скл}$  — слагаемое коэффициента канонических уравнений  $a_{22}$ , учитывающее разгружающее влияние складки.

уровне верха стоек фиктивную затяжку (упругую связь), обобщающую упругий отпор складки по линии контакта с ригелем рамы (см. рис. 1). Раскрытие статической неопределенности сводится к составлению и решению двух канонических уравнений с неизвестными  $X_1$  и  $X_2$  (см. таблицу).

Для контурных рам перемещения  $a_{ik}^p$  вычисляются по формулам строительной механики с учетом изменения высоты ребра и напряженного состояния сечения по длине элемента. Заменяя складку близкой ей по работе короткой цилиндрической оболочкой, а распределенные сдвигающие усилия по линии контакта складки с ребрами сосредоточенной силой, получим

$$a_{22}^{скл} = \frac{l^2}{s B_{скл} \left(1 - \frac{q}{q_p}\right)}, \quad (1)$$

где  $l$  — пролет объемного блока;  $s$  — линейная характеристика складки:  $s = 0,76\sqrt{Rh}$  [ $R$  — радиус кривизны короткой цилиндрической оболочки, заменяющей складку

$$R \approx \frac{l^2}{8(h_1 + h_2)} + \frac{h_1 + h_2}{2}; \quad (2)$$

$h$  — толщина грани складки];  $B_{скл}$  — жесткость поперечного сечения складки на сжатие или растяжение:  $B_{скл} = E\delta F_{п}$ ;  $F_{п}$  — приведенная площадь сечения грани складки на всю ширину объемного блока;  $q$  — интенсивность равномерно распределенной нагрузки на единицу длины объемного блока для рассматриваемой стадии напряженного состояния (нормативная или расчетная нагрузка);  $q^{рас} = 1,4 q^{нл}$ ; разрушающая нагрузка;  $q_p = 1,4 P_p$ ;  $\left(1,05 - \frac{q}{q_p}\right)$  — эмпирический коэффициент, учитывающий уменьшение разрушающего влияния складки с ростом уровня загрузки.

В результате сопоставления экспериментальных и теоретических данных установлено, что напряженно-деформированное состояние моделей и опытных конструкций зависит от работы полки покрытия в растянутой зоне. Так, опыт-

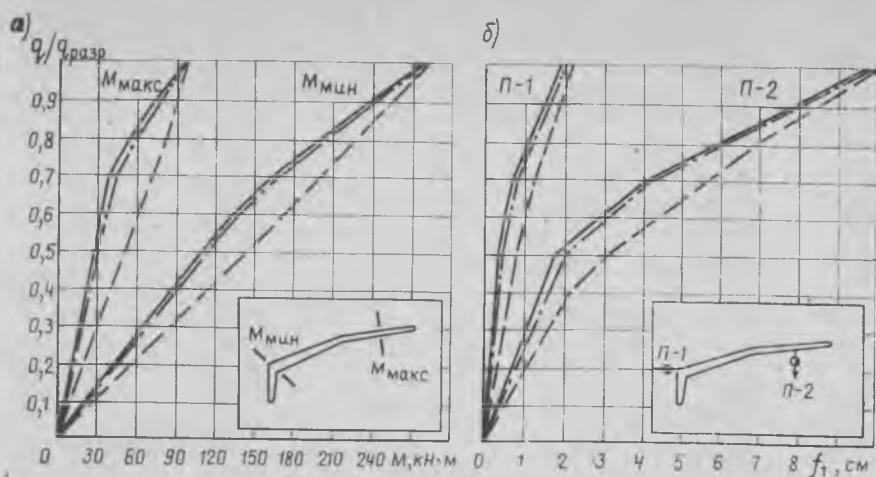


Рис. 2. Изгибающие моменты (а) и перемещения (б) в зависимости от уровня нагрузки

ные изгибающие моменты в узлах  $M_{мин}$  и в пролете  $M_{макс}$  хорошо согласуются с результатами расчета по предложенному методу и имеют значительное расхождение с расчетом без учета работы полки покрытия (рис. 2). Опытные перемещения складчатых рамно-панельных конструкций незначительно отличались от результатов расчета с учетом разгружающего влияния складки и существенно — без его учета (см. рис. 2).

На основании проделанных в КТБ НИИЖБ при участии Владимирского политехнического института и ВТУС исследований скорректированы рабочие чертежи, изготовлены и испытаны опытные конструкции пролетом 18 и 21 м. Образцы загружали равномерно

распределенной нагрузкой. Перемещения измеряли прогибомерами Максимова, деформации арматуры — индикаторами часового типа, деформации бетона — тензорезисторами. По результатам испытаний сделан вывод о соответствии этих конструкций требованиям ГОСТ 8829—77. Повышенная несущая способность и жесткость складчатых рамно-панельных конструкций подтвердила теоретические предположения о пространственной работе объемного блока в стадии эксплуатации. Положительные результаты испытаний позволили начать массовое изготовление элементов рамно-панельных конструкций на комбинате строительных материалов треста Владстройконструкция в Гусь-Хрустальном.



Рис. 3. Монтаж железобетонных складчатых рамно-панельных конструкций

Формование производили в металлической опалубке по технологии, применяемой при изготовлении типовых ребристых плит покрытия без преднапряжения арматуры. На специальных панелевозах перевозили одновременно 3 панели покрытия или 4 элемента стены. Анализ монтажно-транспортных усилий вызвал необходимость предусмотреть конструктивные мероприятия по обеспечению жесткости и трещиностойкости элементов.

Для монтажа использован кран на пневмоходу с облегченной металлической вышкой конструкции треста Оргтехстрой ВТУС (рис. 3). Стеновые панели при помощи клиньев фиксировались в фундаментах, затем панели покрытия опирались одним концом на стеновой элемент, а другим на специальные винтовые домкраты вышки, которыми подгонялись стыкуемые элементы. После сварки стыков выбивали клинья и освобождали от нагрузки домкраты вышки.

Объемный блок бригада из четырех человек собирала за 1,5 ч. На возведение сельскохозяйственного производственного здания длиной 102 м при двухсменной работе требовалась неделя (с устройством шиферной кровли).

В 1980 г. при строительстве птицефабрики «Центральная» впервые применили рамно-панельные конструкции пролетом 18 м. В настоящее время Владимирским территориальным управлением строительства Минстроя СССР сооружено 13 зданий павильонного типа. При этом сроки монтажа сократились в 2,5 раза, на каждом здании получена экономия 12—14 тыс. р.

#### Выводы

Железобетонные тонкостенные складчатые рамно-панельные конструкции повышенной заводской готовности, обладающие необходимой прочностью и жесткостью, дают возможность создавать помещения без промежуточных опор. Их внедрение значительно сокращает сроки строительства при минимальном расходе бетона и стали.

Анализ опыта проектирования, изготовления, транспортировки и монтажа позволяет рекомендовать рассмотренные конструкции для широкого внедрения в практику строительства сельскохозяйственных производственных зданий различного назначения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Складчатые покрытия общественных и сельскохозяйственных зданий / В. С. Бартенев, А. С. Жив, В. И. Воронов, В. А. Матвеев. — Бетон и железобетон, 1977, № 8.
2. Петров В. Применение железобетонных рамно-панельных конструкций для строительства птичников. — В сб.: Передовой опыт в строительстве. Минстрой СССР, 1981, сер. 1, вып. 1.

## Рамные конструкции сельских зданий

В строительстве сельскохозяйственных однопролетных зданий большое распространение получила конструктивная схема с каркасом из трехшарнирных железобетонных рам и асбестоцементной кровлей. В настоящее время объем их производства достигает 50 тыс. м<sup>3</sup>. Это позволяет строить здания без внутренних опор, усложняющих эксплуатацию. В 1970-е годы при возведении таких сооружений в различных районах страны применялось большое число типов цельных и составных полурам [1, 2]. Преимущество цельных полурам состоит в сокращении трудоемкости и сроков монтажа, меньшем расходе металла, отсутствии сварных соединений на стройплощадке. Составные полурамы позволяют возводить производственные и общественные здания различной этажности.

В 1976 г. Гипронисельхоз совместно с ЦНИИЭПсельстроем и НИИЖБ унифицировал конструкции цельных полурам и разработал типовые чертежи «Железобетонные рамы для однопролетных сельскохозяйственных зданий с уклоном кровли 1:4, пролетами 12, 18 и 21 м», серия 1.822-2. Рамы предназначены для каркасов однопролетных сельскохоз-

ственных зданий и состоят из Т-образных полурам, шарнирно-соединенных с фундаментами и в коньковом узле, шаг рам 6 м. Высота стойки полурам, ограниченная условиями транспортировки, 3,75 м. Рамы могут применяться в зданиях с неагрессивной средой, а также в условиях слабо- и среднеагрессивной степени воздействия газовых сред. Полурамы с прямоугольным сечением стойки и ригеля изготавливают в одноместных формах горизонтально и в многоместных кассетах — вертикально.

Рамы из бетона марки М300 армируют сварными каркасами из арматуры класса А-III. Прямоугольное сечение конструкции позволило применить пространственный каркас, собираемый из двух плоских каркасов, в которых продольные и поперечные стержни соединены контактной точечной сваркой. Использование прямоугольного сечения с двумя плоскими каркасами увеличивает надежность сечения от разрушения поперечной силой. Полурамы под все нагрузки изготавливают в одной опалубке. При меньшем пролете устанавливают вкладыш в ригель полурам. Рамы рассчитаны на нагрузку 18—27 кН/пог. м, что обеспечивает возможность строитель-

ства зданий с покрытием из железобетонных плит размерами 3×6 и 1,5×6 м и кровлей из волнистых асбестоцементных листов. Рамы рассчитаны на вертикальные равномерно распределенные нагрузки по двум схемам загрузки — полная нагрузка расположена на всем пролете; постоянная нагрузка действует на всем пролете, а временная снеговая — на половине пролета. Расчет производили на ЭВМ «Минск-32» по деформированной схеме с помощью программы, составленной ЦНИИЭПсельстроем. По трещиностойкости рамы отнесены к III категории (допускаемая ширина раскрытия трещин 0,2 мм). Расход бетона на полурамы для пролетов 12, 18 и 21 м составляет 0,78; 1,25 и 1,36 м<sup>3</sup>.

Типовые рамы серии 1.822-2 выпускают предприятия Минсельстроя СССР (рис. 1). Для производства полурам разработаны четырехместная кассета, обеспечивающая строительство 30—35 зданий в год (ЦНИИЭПсельстрой), и десятиместная кассета (Гипросельстройиндустрия).

В 1980—1981 гг. в связи с изменением и дополнением Норм проектирования железобетонных конструкций перерабо-

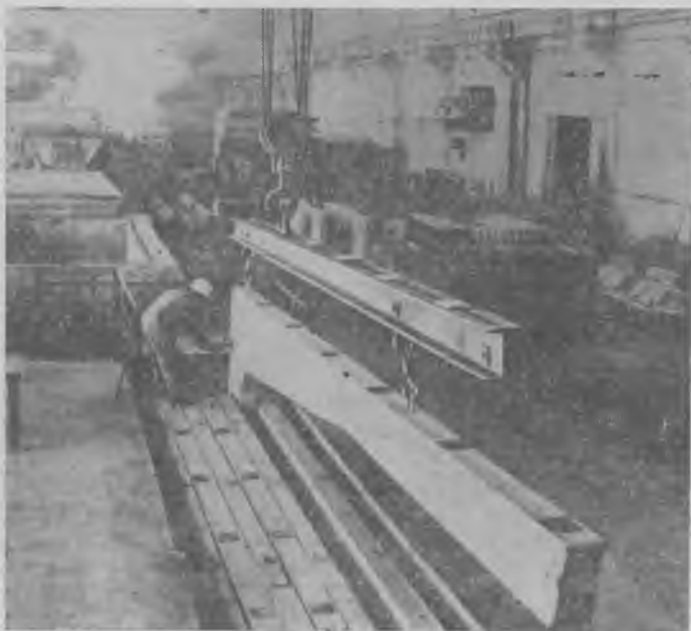


Рис. 1. Изготовление полурам в напольной четырехместной кассете на Вевисском ЖБИ Минсельстроя ЛитССР



Рис. 2. Здание коровника с каркасом из трехшарнирных рам в пос. Пески Сумской обл.

тана серия 1.822-2. При этом усовершенствованы арматурные каркасы — вместо стыковки продольных стержней арматурных каркасов ванной сваркой введена контактная стыковая сварка; сокращено число применяемых арматурных профилей.

Расход арматуры после корректировки типовых чертежей для рам пролетами 18 и 21 м снизился на 5—10%. Кроме того, дополнительно предложены рамы под нагрузки 12 и 15 кН/пог. м при сохранении размеров опалубки. Новые рамы представлены в альбомах рабочих чертежей серии 1.822.1-2-82. Дальнейшее совершенствование типовых рамных конструкций заключается в увеличении пролетов зданий, использовании бетонов на пористых заполнителях, облегчении конструкции благодаря рациональным опалубкам. В результате работ, выполненных УзНИПисельстроем Минсельхоза УзССР (Самаркандский филиал) совместно с ЦНИИЭПсельстроем, Гипронисельхозом, НИИЖБ и ЦНИИСК, расширена область применения типовых рам для пролетов 12, 18 и 21 м на районы с расчетной сейсмичностью до 9 баллов и дополнительно для этих условий выпущены рабочие чертежи железобетонных рам пролетом 24 м. Они разработаны в опалубочных формах рам серии 1.822-2 с дополнительными вставками. Рамы рассчитывали на основное и особое сочетание нагрузок. Основное сочетание (вертикальные равномерно распределенные нагрузки) принято, как и при расчете типовых конструкций, по двум схемам загрузки. Усилия в рамах, найденные с учетом особого сочетания нагрузок, не явились определяющими при подборе сечения полурам.

Статическими испытаниями вертикальным нагружением опытного образца рамы пролетом 24 м под нагрузку 18 кН/пог. м, проведенными в Самарканде, установлено, что рамы обладают достаточной прочностью, жесткостью и трещиностойкостью. Промстройпроект и ЦНИИЭПсельстроем разработаны трехшарнирные рамы пролетом 27 м, которые используются Сумским Облмежколхозстроем при строительстве коровника серии 801-315 (рис. 2).

Для снижения массы конструкции, а также возможности применения местных строительных материалов Гипронисельхоз, ЦНИИЭПсельстрой и НИИЖБ переработали типовые рамы пролетами 12, 18 и 21 м для бетона марки М300 на пористых заполнителях под нагрузки 18, 21 и 24 кН/пог. м. Испытания опытного образца рамы ПРЛ-21 под нагрузкой 24 кН/пог. м, проведенные на Рязанском сельском строительном комбинате, дали положительные результаты по контролируемым параметрам.

Гипронисельхоз, Молдавский Колхозстройпроект и НИИЖБ выпустили рабочие чертежи опытного образца облегченных полурам РСТ-21 для здания пролетом 21 м под прогонное покрытие и нагрузку 15 кН/пог. м. Полурама имеет прямоугольное сечение стойки и ригеля в карнизном узле, которое переходит в тавровое сечение ригеля. Общие габариты полурамы соответствуют типовому решению, поэтому для ее изготовления годится типовая опалубка с незначительными изменениями. Полурама состоит из трех плоских каркасов. Принцип их конструирования принят таким же, как в скорректированной ти-

повой серии. В результате расход бетона снизился на 14%, стали — на 5% по сравнению с типовой конструкцией.

Один из путей дальнейшего облегчения рамных конструкций связан с выбором рациональных опалубочных размеров и применением спаренного армирования. С этой целью ЦНИИЭПсельстроем совместно с НИИЖБ разработаны «Облегченные железобетонные рамы для зданий пролетами 18 и 21 м с шагом 6 м».

Рамы рассчитаны на нагрузки 12—27 кН/пог. м в единой опалубке. Стойка полурамы имеет переменное по высоте двутавровое сечение, переходящее в прямоугольное в карнизном узле и на опоре, ригель полурамы — тавровое сечение. Пространственный каркас полурамы собирают из пяти плоских каркасов, соединенных ванной сваркой. В наиболее напряженных сечениях, нормальных к продольной оси, стержни рабочей растянутой арматуры расположены в два ряда по высоте сечению вплотную и соединены сваркой. Принятые формы поперечного сечения, способ армирования и конструирования позволили снизить расход бетона и стали на 10% по сравнению с серией 1.822.1-2/82. Испытания опытного образца рамы пролетом 21 м под нагрузку 27 кН/пог. м дали положительные результаты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г. И. Бердичевский, С. И. Докудовский, О. Б. Нисенбойм, И. М. Гурия. Конструктивные решения многопролетных животноводческих зданий. — Бетон и железобетон, 1977, № 3.
2. Г. А. Попович, В. Н. Першаков, В. С. Еськов. Рамные конструкции сельскохозяйственных производственных зданий. Киев. Будівельник, 1978.

УДК 631.2:692

Н. Л. ШЕВЧУК, инж. (Бюро внедрения НИИСК);  
К. И. ШЕВЧУК, инж. (трест Укроргтехсельстрой)

## Эффективное применение конструкций сельскохозяйственных зданий

В сельском строительстве наряду с проектированием и возведением моноблоков осуществляется строительство новых, реконструкция и расширение действующих животноводческих комплексов без промежуточных опор. Так, например, если ранее в основном сооружались однопролетные здания шириной 18 и 21 м, то в настоящее

время ширина часто достигает 24 м и более. Для их возведения рекомендуются железобетонные полурамы серии 1.822-2, безраскосные фермы серии 1.863-1, сталежелезобетонные фермы и другие несущие конструкции каркасов однопролетных зданий.

С целью определения наиболее прогрессивных несущих конструкций, не

требующих капитальных вложений на создание дополнительных мощностей по их серийному производству, рассмотрим варианты технических решений однопролетных зданий шириной 18, 21, 24 м, где в качестве базовых приняты решения каркасов зданий с применением железобетонных рам и безраскосных ферм по колоннам.

Вариант I — техническое решение зданий шириной 18 и 21 м с применением железобетонных полурам серии I.822-2, опирающихся на сборные фундаментные башмаки серии I.810-2 (разработаны ЦНИИЭПсельстроем), и шириной 25 м, состоящих из полурам, применяемых в сельскохозяйственном строительстве МССР (рис. 1). Для создания условий сравнимости расход металла полурам 24 м с нагрузкой 160 МПа пересчитан под расчетную нагрузку 210 МПа.

Вариант II — для зданий шириной 18 м (см. рис. 1) каркас выполнен с железобетонной безраскосной фермой серии I.863-1, разработанной Промстройпроектом совместно с ЦНИИЭПсельстроем. При ширине 21 м использована безраскосная ферма с приведением всех технико-экономических показателей под расчетную нагрузку 210 МПа\*. Для зданий шириной 24 м предусмотрена безраскосная ферма серии I.463-3, разработанная ПИ-1.

В варианте III — новое решение зданий (см. рис. 1), где предусмотрены сталежелезобетонные фермы конструкции треста Укроргтехсельстрой Минсельстроя УССР, разработанные совместно с НИИСК. С использованием таких ферм в УССР построены здания общей площадью более 500 тыс. м<sup>2</sup>.

В сталежелезобетонных фермах верхний железобетонный пояс (сечение 200×220 или 220×300 мм) работает на сжатие с изгибом. При этом эффективно используются прочностные характеристики материалов — бетона на сжатие и арматуры на растяжение.

Нижний пояс, работающий на растяжение, запроектирован из круглой арматурной стали; решетка (стойки и раскосы) — из металлических уголков 50×50×5 и 75×75×7 мм.

В результате исследований установлено, что наиболее экономично изготавливать сталежелезобетонные фермы на заводах ЖБИ присоединением металлических элементов ферм к железобетонным закладным деталям верхнего пояса. Такая технология обеспечивает более рациональное использование мощности арматурного цеха и бетонорастворного узла завода ЖБИ по сравнению с технологией, предусматривающей выпуск элементов нижнего пояса на заводах металлических конструкций.

На стройплощадке ферму комплектуют из двух полуферм и затяжки. Сборку осуществляют с помощью ин-

вентарного кондуктора соединением открытых металлических элементов, что не требует значительных трудозатрат.

Натуральные и стоимостные показатели вариантов определены с учетом сопоставимых несущих конструкций (рам, ферм, колонн, фундаментов и др.). Для сопоставимости анализируемые технико-экономические показатели приведены к 100 м<sup>2</sup> производственной площади для условий одного и того же района строительства с применением единой сметно-нормативной базы.

Несущие конструкции рассчитаны на нагрузку 210 МПа. В качестве ограждающих конструкций во всех вариантах решений приняты плиты покрытий серии I.865-4 размерами 3×6 и 1,5×6 м и стеновые панели серии I.832-5 размерами 1,8×6 и 1,2×6 м.

Одним из основных показателей, характеризующих эффективность конструктивных решений зданий, является их материалоемкость.

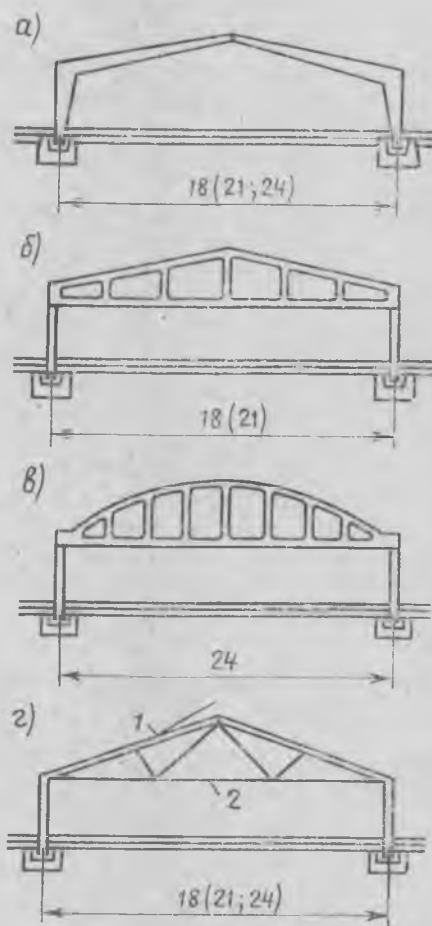


Рис. 1. Схемы поперечников зданий

\* Попович И. А., Першаков Б. Я., Еськов В. С. Рамные конструкции сельскохозяйственных производственных зданий. Киев, Будивельник, 1978.

Пролет, м	Расход бетона	Расход металла	Трудозатраты	Стоимость «в деле»
	%			
18	94,9	110,1	101,8	106,2
	84,7	94,6	95,2	93,5
21	95,9	107,2	101,3	106,6
	87,6	91,1	95,6	94,1
24	109,5	98,7	101,9	107
	86,1	84,6	95,4	92

Примечания: 1. Вариант I принят за 100%.  
2. Пад чертой — вариант II; под чертой — III.

Расход бетона на здание определяется по формуле

$$B = b_1 \sum_{i=1}^n + b_2 \sum_{i=1}^n + \dots + b_n \sum_{i=1}^n, \quad (1)$$

где  $b_1, b_2, \dots, b_n$  — расход бетона на конструкции, м<sup>3</sup>;  $i(1, 2, \dots, n)$  — число конструкций данной марки.

Данные, приведенные в таблице и на рис. 2, свидетельствуют о том, что при использовании сталежелезобетонных ферм в качестве основных несущих конструкций каркаса бетона расходуется значительно меньше, чем в случае сборных железобетонных рам и безраскосных ферм. Это обусловлено требованиями устройства более сложных фундаментов под рамные конструкции для восприятия вертикальных и горизонтальных нагрузок, чем фундаменты под колонны для зданий, перекрываемых сталежелезобетонными фермами.

Расход металла, приведенного к стали класса А-I, подсчитан на основании рабочих чертежей сравниваемых конструктивных решений по формуле

$$C_T = P_1 \sum_{i=1}^n + P_2 \sum_{i=1}^n + \dots + P_n \sum_{i=1}^n, \quad (2)$$

где  $P_1, P_2, \dots, P_n$  — расход металла по маркам конструкций, приведенного к стали класса А-I, кг.

Одним из основных показателей, определяющих эффективность и технологичность конструктивного решения здания, являются общие трудозатраты:

$$T_0 = (T_{из1} + T_{сб1} + T_{м1}) \sum_{i=1}^n + \dots + (T_{изn} + T_{сбn} + T_{мn}) \sum_{i=1}^n, \quad (3)$$

где  $T_{из1}, \dots, T_{изn}$ ;  $T_{сб1}, \dots, T_{сбn}$  и  $T_{м1}, \dots, T_{мn}$  — трудозатраты на изготовление укрупненной сборки и монтаж конструкций на стройплощадке, чел.-ч;

Трудозатраты на изготовление конструкций определены по основным переделам — приготовление бетонной смеси, производство каркатов из напрягаемой и ненапрягаемой арматуры, закладных деталей и их укладка в формы, формирование изделий, повышение заводской готовности конструкций, а также антикоррозионная защита открытых поверхностей.

При нахождении трудозатрат на стройплощадке учитывались затраты на разгрузку и укрупненную сборку конструкций, установку их в проектное положение, заделку стыков и антикоррозионную защиту, а также вспомогательные работы по устройству приспособлений для монтажа и др.

Применение сталежелезобетонных ферм вызывает некоторые дополнительные

трудозатраты (на укрупнительную сборку), которые увеличивают трудоемкость на стройплощадке по сравнению с рассматриваемыми базовыми решениями на 17,5—18%. Однако суммарные трудозатраты на изготовление и монтаж сталежелезобетонных ферм ниже, чем в других вариантах несущих конструкций (см. таблицу).

Это объясняется тем, что на заводах ЖБИ 30—50% составляют затраты на армирование конструкций отдельными сетками и стержнями, сборке пространственных каркасов из плоских секток и коротких прутков, имеющих сложную конфигурацию. Например, для зданий шириной 18 м при изготовлении сталежелезобетонной фермы ФСЖ-18-2100 необходимо выполнить 571 заготовку из металла и арматурной стали, для железобетонной рамы серии I.822-2 — 850 и безраскосных треугольных ферм серии I.863-1 — 1060.

Особое внимание при сравнении вариантов уделяют показателю стоимость «в деле», который определяют по формуле

$$C_d = [(C_k + Z_{тр}) K_{з.ср} + C_m] \times K_{н.р} K_{п.н} K_{з.у}, \quad (4)$$

где  $C_k$  — стоимость конструкций, р.;  $Z_{тр}$  — стоимость транспортировки конструкций до приобъектного склада, р.;  $K_{з.ср}$  — коэффициент заготовительно-складских расходов;  $K_{з.ср} = 1,02$ ;  $C_m$  — стоимость монтажа, р.;  $K_{н.р}$  — коэффициент накладных расходов;  $K_{н.р} = 1,198$ ;  $K_{п.н}$  — коэффициент плановых накопителей;  $K_{п.н} = 1,06$ ;  $K_{з.у}$  — коэффициент, учитывающий удорожание работ, производимых в зимнее время —  $K_{з.у} = 1,025$ .

Во всех сравниваемых вариантах каркасов стоимость железобетонных конструкций установлена по Прейскуранту № 06-08 с учетом стоимости арматуры, монтажных петель, закладных и анкерных деталей и затрат на антикоррозионную защиту. Затраты по транспортировке конструкций автотранспортом от завода-изготовителя до стройплощадки приняты по Ценику № 3 и подсчитаны по формуле

$$Z_{тр} = [(P_t K_g K_{э.о}) Q + C_p Q + C_{рек}] W, \quad (5)$$

где  $P_t$  — провозная плата (тариф), р/т;  $K_g$  — коэффициент габаритности;  $K_{э.о}$  — коэффициент экспедиционных операций;  $K_{э.о} = 1,04$ ;  $Q$  — объемная масса сборных железобетонных конструкций;  $Q = 2,5 \text{ т/м}^3$ ;  $C_p$  — стоимость разгрузки;  $C_p = 0,61 \text{ р/т}$ ;  $C_{рек}$  — стоимость реквизиита;  $C_{рек} = 0,55 \text{ р/м}^3$ ;  $W$  — объем железобетона в одной конструкции, м<sup>3</sup>.

Перевозку сталежелезобетонных ферм осуществляют отдельными элементами

длиной не более 9,5 и 12 м, для чего не требуются специализированные транспортные средства, поэтому затраты на транспортировку в 2—2,4 раза ниже, чем безраскосных ферм длиной 18—24 м.

Комплексный анализ показал, что стоимость «в деле» конструкций здания с применением сталежелезобетонных ферм ниже, чем базовых вариантов (см. таблицу и рис. 2).

### Выводы

Внедрение сталежелезобетонных ферм, простых в изготовлении и удобных при транспортировке, обеспечивает снижение трудозатрат на изготовление и возведение на 5—7%, стоимости строительных конструкций на 10—12%, расхода стали на 13—15% по сравнению с типовыми решениями. Приведенные данные позволяют рекомендовать разработку общесоюзной типовой серии сталежелезобетонной фермы для массового применения в строительстве сельскохозяйственных зданий.

## На ВДНХ СССР

### Вибраторы

Вибратор ИВ-102 предназначен для уплотнения бетонных смесей при укладке их в малоармированные массивы гидротехнических сооружений и при изготовлении железобетонных изделий для сборного строительства.

В цилиндрический корпус встроены электродвигатель и дебалансный возбудитель колебаний. Вал дебаланса опирается на два подшипника качения, смазка и охлаждение которых осуществляются жидкой смазкой. Вибронаконечник связан с рукояткой резиноканевым рукавом. Включение и отключение вибратора производится выключателем, вмонтированным в корпус и укрепленным на рукоятке. Масса вибратора 16 кг. Электродвигатель мощностью 0,75 кВт потребляет напряжение 40 В при частоте тока 200 Гц.

Вибратор ИВ-98 предназначен для уплотнения бетонных смесей, транспортирования, выгрузки и просеивания сыпучих материалов и для других работ. Он представляет собой электродвигатель мощностью 0,55 кВт, на концах вала ротора которого установлены дебалансы, являющиеся источниками вибрационных колебаний. Статор двигателя встроены в алюминиевый корпус (станину). Вал ротора опирается на подшипники качения, смонтированные в щитах. Концы вала с дебалансами закрыты крышками.

Габаритные размеры вибратора: длина 390, ширина 240, высота 250 мм. Масса 24 кг.

Изготавливает эти вибраторы завод «Красный маяк» (150003, г. Ярославль, ул. Республиканская, 3).

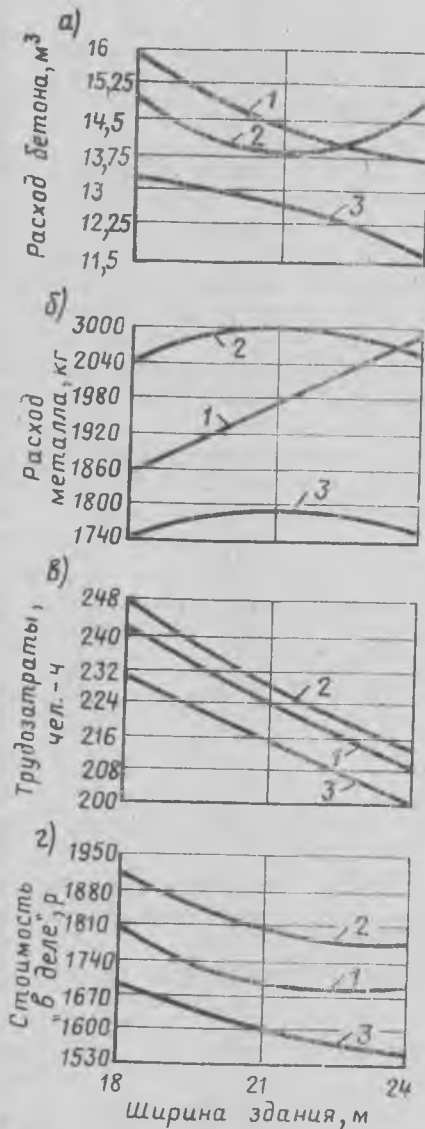


Рис. 2. Зависимость технико-экономических показателей возведения зданий от их технических решений и ширины здания  
а — расход бетона; б — расход металла; в — трудозатраты; г — стоимость «в деле»; 1 — рамных; 2 — с безраскосными фермами; 3 — со сталежелезобетонными фермами

## Преднапряженные прогоны и балки для сельского строительства

Железобетонные прогоны широко применяют в сельскохозяйственных зданиях с облегченным покрытием, в которых по ним укладывают плиты типа АКД и затем устанавливают асбестоцементную кровлю. Кроме того, потребность в прогонах возникает при строительстве холодных помещений: складов сельскохозяйственной продукции, минеральных удобрений и т. д.

Были разработаны прогоны различной конструкции для применения в сельском строительстве, в том числе прогоны прямоугольного и таврового сечения. Общим недостатком этих конструкций явилось отсутствие преднапряжения.

ЦНИИПромзданий совместно с ЦНИИЭПсельстроем и НИИЖБ предложены преднапряженные прогоны с уменьшенной высотой на опорах. Прогоны укладывают по несущим конструкциям вдоль здания. В связи с этим при больших уклонах кровли, присущих сельским зданиям, они воспринимают изгибающие моменты, плоскость которых не совпадает с главными осями инерции поперечных сечений конструкций. Возникающий при этом криволинейный изгиб требует постановки дополнительной арматуры.

ЦНИИЭПсельстроем разработана конструкция прогона, поперечное сечение которого запроектировано так, чтобы максимально сблизить плоскость действия усилий с плоскостью главных

Таблица 1

Марка прогона	Нагрузка, кН/м	Расход стали, кг
—	—	—
1ПРС-1	2,15	18,7
1ПР-1	2,90	24
1ПРС-2	3,15	20,6
1ПР-2	4,1	31
1ПРС-3	4,3	22,8
—	—	—
1ПРС-4	6,35	28
1ПР-5	3,4	57
1ПРС-5	3,4	32,5
2ПР-2А	4,5	28
2ПРС-1АIV	4,95	21,9
2ПР-3АIV	5,7	34
2ПРС-2АIV	6,4	23,9
2ПР-5АIV	8,2	53
2ПРС-3АIV	7,9	26,1

Примечание. Над чертой для серии 1.462-14, вып. 2, ЦНИИПромзданий; под чертой — для серии 1.462-14, вып. 2, ЦНИИЭПсельстрой.

осей (рис. 1). Прогоны предназначены для применения в покрытиях зданий различного назначения: с неагрессивной и слабоагрессивной воздушной средой, а также в производственных сельскохозяйственных зданиях со среднеагрессивной воздушной средой. Прогоны запроектированы из тяжелого бетона марки М350 двух типов — без преднапряжения (типа 1ПРС) и с преднапря-

жением (типа 2ПРС) — и предназначены для зданий с уклоном кровли 25%.

Поперечное сечение прогона выполнено в виде косоугольного тавра, плоскость стенки расположена в плоскости действия нагрузки, т. е. в нем максимально сближены плоскости внешних и внутренних усилий. По расходу материалов эти прогоны значительно экономичнее аналогичных типовых конструкций (табл. 1): расход бетона уменьшен на 17%, стали от 14 до 50% в зависимости от класса и действующих нагрузок.

С применением таких прогонов построены здания птичников в Рыбачинском районе КиргССР и на Александровской птицефабрике в Рязанской области. Осваивается их применение в УзССР. В настоящее время выполнены рабочие чертежи типовых конструкций прогонов по серии 1.462-14, вып. 2.

В сельском строительстве широко применяют здания с железобетонным каркасом стоечно-балочной схемы. Габаритные схемы с пролетами 9 и 12 м не обеспечены современными несущими железобетонными элементами. При шаге несущих конструкций в продольном направлении 6 м для перекрытия пролетом 12 м применяют балки промышленной серии; при шаге 3 м — балки, выпускаемые комбинатами с импортным оборудованием. Первые рассчитаны на тяжелые нагрузки и применение в зданиях с рулонной кровлей, имеющей минимальные уклоны. Вторые — для применения в сельском строительстве, однако запроектированы без преднапряжения, что привело к перерасходу материалов. Разработанные Гипронисельхозом совместно с НИИЖБ и ЦНИИЭПсельстроем балки пролетом 9 м серии 1.862-2 имеют высоту опорной части, не унифицированную со смежными конструкциями. Это усложняет их монтаж в сочетании с другими стропильными конструкциями и требует устройства опорных столиков, а также увеличения высоты стен, что повышает расход материалов и трудозатрат на монтаже.

В 1976—1978 гг. ЦНИИЭПсельстроем совместно с Гипронисельхозом и

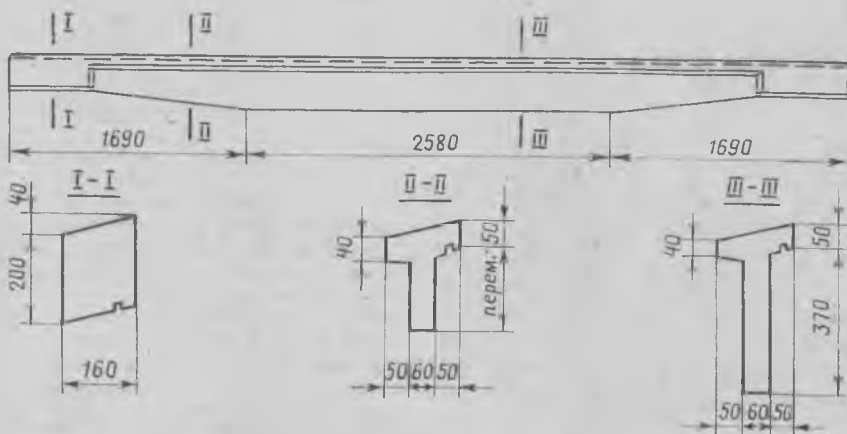


Рис. 1. Конструкция железобетонного прогона

НИИЖБ для сельскохозяйственных производственных зданий с уклоном кровли 25% разработаны технические решения и рабочие чертежи опытных образцов преднапряженных железобетонных балок пролетами 9 и 12 м из тяжелого бетона и керамзитобетона. Опорные узлы этих балок также не унифицированы. Балки имеют по 6—7 напрягаемых рабочих стержней, что увеличивает трудозатраты при изготовлении и затрудняет бетонирование.

На основе анализа существующих конструкций балок разработаны технические решения и рабочие чертежи опытных образцов преднапряженных железобетонных балок пролетами 9 и 12 м для сельскохозяйственных зданий с уклоном кровли 25%. Они имеют переменную по длине высоту: максимальную — в середине пролета и минимальную — на опоре. Сечение балки тавровое для пролета 9 м и двутавровое — для 12 м. Высота опорных частей унифицирована, что снижает трудозатраты при монтаже, так как в сочетании с другими несущими конструкциями, например с фермами ФБТ серии I.863-1, не требуется дополнительных элементов. Уменьшенная высота опорных частей позволяет экономить по высоте здания 45 см стен.

Тавровое и двутавровое сечение балок, переменная по длине высота позволяют экономить в среднем 20% бетона и 27% арматурной стали. В качестве рабочей растянутой арматуры балки пролетом 12 м имеют три преднапряженных стержня, что их выгодно отличает от упомянутых выше конструкций. Технико-экономические показатели балок приведены в табл. 2.

В ЦНИИЭПсельстрое был изготовлен и испытан опытный образец балки



Рис. 3. Схема испытаний и расстановка приборов на балке пролетом 12 м

пролетом 12 м, рассчитанный под максимальную нагрузку 27 Кн/м (без учета собственной массы). Образец изготавливали в деревянной опалубке в вертикальном положении, арматуру натягивали на упоры, закрепленные в силовом полу цеха. Оттяжку арматуры в

середине пролета осуществляли специальным приспособлением (рис. 2). Технология изготовления балки проста, а внедрение ее не вызывает никаких трудностей. Испытывали балку в рабочем положении с расположением грузов, соответствующих расчетной схеме (рис. 3).

Испытания показали хорошее совпадение теоретических и опытных значений несущей способности, жесткости и трещиностойкости. Разрушение балки произошло по нормальному сечению вследствие текучести рабочей арматуры. В настоящее время ЦНИИЭПсельстрой разрабатывает рабочие чертежи типовых конструкций балок пролетом 9 и 12 м для унифицированных нагрузок 12...27 Кн/м.

Таблица 2

Показатели	Балки $l=9$ м		Балки $l=12$ м	
	аналог БСТ-5А-IV	разрабатыв. БС9-3А-IV	аналог БСТ12-5А-IV	разрабатыв. БС12-3А-IV
Приведенные затраты, р.	119,32	99,76	224,7	167,62
Себестоимость «в деле», р.	98,96	81,88	188,8	138,3
Заводская себестоимость, р.	68,29	55,84	124,96	95,07
Трудоемкость монтажа, чел.ч	3,2	3,2	5,2	3,8
Объем бетона, м <sup>3</sup>	0,76	0,7	1,53	1,14
Количество стали, кг	180	132,4	304	231
Масса конструкции, т	1,9	1,6	3,8	2,85
Марка бетона	M300	M350	M300	M400



Рис. 2. Приспособление для оттяжки арматуры

## Уважаемые товарищи!

Принято решение об издании нового научно-технического и производственного журнала «Проектирование и инженерные изыскания» — органа Госстроя СССР.

В журнале будут публиковаться статьи, освещающие важнейшие проблемы технической и экономической политики в строительстве, совершенствования проектно-сметного дела, а также критические материалы, вскрывающие недостатки в проектировании, сметном деле и инженерных изысканиях.

Редакция нового издания приглашает специалистов проектных, изыскательских, научно-исследовательских и строительных организаций направлять свои статьи и предложения по адресу: 103012, Москва, Рыбный пер., 3, 1-й подъезд, комн. 16, редакция журнала «Проектирование и инженерные изыскания», тел. 223-10-02.



И. М. СПЕРАНСКИЙ, канд. техн. наук (ЦНИИЭПсельстрой);  
Ф. А. ИССЕРС, канд. техн. наук (НИИЖБ); И. Н. КОТОВ (Гипронисельхоз);  
А. А. КАЗАК, инж. (ЦНИИЭПсельстрой)

## Облегченные плиты покрытий сельскохозяйственных зданий

Плиты покрытий производственных сельскохозяйственных зданий являются наиболее массовым видом изделий, и удельный вес их в общем объеме применяемого в сельском строительстве сборного железобетона составляет около 50%.

До начала 70-х годов для зданий с шагом несущих конструкций 6 м применяли железобетонные плиты типа ПКЖ и ПНС, предназначенные для промышленного строительства. Однако особенности эксплуатационных воздействий на покрытия сельскохозяйственных зданий, связанные с облегченным режимом работы конструкций и отсутствием перепадов по высоте, позволили запроектировать облегченные плиты покрытий, предназначенные специально для сельскохозяйственных зданий производственного назначения. В 1968—1969 гг. Гипронисельхоз, ЦНИИЭПсельстрой и НИИЖБ разработали рабочие чертежи облегченных ребристых плит покрытий размером 1,5×6 м из тяжелого бетона без преднапряжения (СПР), а затем и преднапряженных (СПН), в которых высота продольных ребер уменьшена до 250 мм, высота поперечных ребер принята 150 мм (рис. 1). Это позволило снизить расход сборного железобетона на плиты покрытия на 15%. Такие плиты были изготовлены и испытаны в ЦНИИЭПсельстрой, после чего Главсельстройпроект утвердил рабочие чертежи в качестве типовой серии 1.865-1, вып. 1 «Железобетонные плиты покрытий для производственных зданий сельского хозяйства» (СПР) и вып. 2 (СПН).

Одновременно в ЦНИИЭПсельстрой были изготовлены в той же опалубке из керамзитобетона марки М300 и испытаны преднапряженные плиты, рассчитанные под нагрузку 6 кПа (без учета собственной массы). Результаты испытаний показали, что плиты имеют достаточную прочность, жесткость и трещиностойкость при нагружении.

Первоначальный опыт массового применения плит СПР и СПН показал, что при их изготовлении в углах появились трещины, которые при транс-



Рис. 1. Покрытие унифицированного коровника из преднапряженных ребристых плит серии 1.865-1

портировании развивались в полке вдоль продольных ребер. На Вевисском заводе ЖБИ Минсельстроя ЛитССР было организовано опытное изготовление плит СПН с вутами в углах в зоне соединения продольных и торцевых ребер. Устройство вугтов является достаточным мероприятием для повышения трещиностойкости плит при транспортировании и монтаже.

Одним из путей дальнейшего снижения расхода бетона и трудозатрат при изготовлении и монтаже элементов покрытия является переход к укрупненным плитам размером 3×6 м, позволяющий снизить расход материалов на 6—10% и трудозатраты на изготовление плит на 20—25% и на их монтаж на 35—40%. В 1976—1977 гг. Гипронисельхоз, ЦНИИЭПсельстрой и НИИЖБ совместно разработали облегченные крупноразмерные железобетонные плиты 3×6 м, взаимозаменяемые с плитами размером 1,5×6 м. Испытания плит статическим нагружением до разрушения на Барановичском заводе ЖБИ Минсельстроя БССР показали, что они имеют достаточные прочность, жесткость и трещиностойкость. В результате корректировки рабочих чертежей были разработаны альбомы типовых конструкций серии 1.865-4 «Железобетонные предварительно-напряженные плиты покрытий длиной 6 м для сельскохозяйственных зданий». Для

внедрения в производство Гипростром-машем разработаны рабочие чертежи металлоформ плит размерами 1,5×6 м (шифр 7840/1) и 3×6 м (шифр 7840/2).

Выпуск плит серии 1.865-4 был начат на заводе Сумского облмежколхозстроя, на Барановичском заводе ЖБИ Минсельстроя БССР и на Паневежском заводе ЖБИ Литмежколхозстроя, а затем освоен сельскими строительными комбинатами Слуцка, Новосибирска, Капчагая, Миргорода, Солдато-Александровска и других городов.

В связи с тем, что за годы девятой и десятой пятилеток в Минсельстрой СССР создана мощная база по производству пористых заполнителей, были разработаны типовые плиты покрытий из легкого бетона. Переход к применению плит из бетонов на пористых заполнителях позволяет расширить область их применения и снизить массу покрытия на 20—25%.

Разработке таких плит предшествовало исследование прочности, жесткости и трещиностойкости их при кратковременном и длительном действии статической нагрузки. Испытывали две плиты размером 3×6 м, предназначенные под нагрузку 4,5 кПа (без учета собственной массы). Плиты армировали стержнями из стали класса А-IV и А-IIIв. Одну из плит испытывали только кратковременным нагружением до разрушения, вторую — этапами нагружали до нормативной нагрузки, под действием которой ее выдерживали в течение 145 сут. В течение этого времени наблюдали за ростом прогибов, шириной раскрытия трещин и втягиванием концов напрягаемой арматуры. Затем плиту этапами доводили до разрушения.

Испытания показали, что керамзитобетонные плиты обладают достаточной прочностью, жесткостью и трещиностойкостью. Рост прогибов в плитах, нагруженных полной нормативной нагрузкой, в течение 3—4 мес замедляется и прекращается через 5 мес. Было установлено весьма близкое совпадение опытных и теоретических предельных изгибающих моментов для обеих плит, а также теоретических и фактических прогибов плит при кратковременном и длительном действии нормативной нагрузки. Это свидетельствует о том, что прочность и деформативность плит из бетонов на пористых заполнителях хорошо оценивается расчетом по СНиП П-21-75 (табл. 1).

В 1978—1979 гг. Гипронисельхоз, ЦНИИЭПсельстрой и НИИЖБ разработали рабочие чертежи керамзитобетонных плит покрытий в опалубочных размерах серии 1.865-4 с учетом

№ образца	M <sub>оп. разр.</sub>	M <sub>теор. разр.</sub>	M <sup>оп</sup> M <sub>теор</sub>	Прогибы продольных ребер, см				Ширина раскрытия трещин, мм (и сопоставление с СНиП II-28-73)		
				опытные		теоретические		в ребрах		в полке
				кратк.	длит.	кратк.	длит.	продольных	поперечных	
1	4,91	4,90	1,002	1,75	—	2,59	—	0,07 (0,10)	0,10 (0,15)	0,08 (0,15)
2	4,32	4,34	0,995	2,35	3,19	2,61	3,07	0,09 (0,10)	0,07 (0,15)	0,07 (0,15)

опыта внедрения плит из тяжелого бетона и на основе данных испытаний керамзитобетонных плит. В Минсельстрое КиргССР был впервые освоен выпуск керамзитобетонных преднапряженных ребристых плит покрытий. Использование их для зданий птичников, возводимых трестом Киргизсельстрой, вместо предусмотренных в проекте асбестоцементных плит покрытий с клефанерной стенкой ППА-62 (1,5×6 м) дало экономический эффект до 15,3 тыс. р. на одно здание.

Для повсеместного внедрения облегченных плит покрытий в сельскохозяйственном строительстве Гипронисельхоз, ЦНИИЭПсельстрой, НИИЖБ и НИИСК разработали объединенную серию 1.865.1-4/80 (вып. 1—5) рабочих чертежей плит из тяжелых бетонов и бетонов на пористых заполнителях (рис. 2). Плиты предназначены для применения в покрытиях зданий с рулонной кровлей и в вентилируемых покрытиях с кровлей из асбестоцементных листов, в зданиях с неагрессивной средой, а также в условиях слабо- и среднеагрессивной степени воздействия газовых сред. Плиты можно использовать в покрытиях зданий с расчетной сейсмичностью 7 и 8 баллов при условии выполнения антисейсмических мероприятий.

Плиты покрытий размером 3×6 м, предназначенные для эксплуатации в неагрессивной среде, рассчитаны под

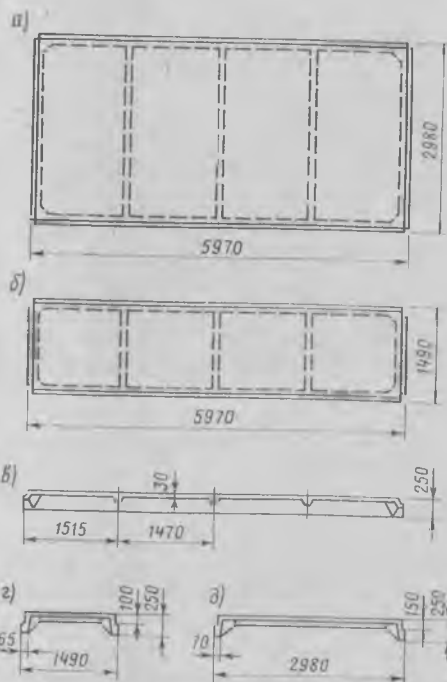


Рис. 2. Преднапряженные плиты покрытий длиной 6 м для сельскохозяйственных зданий серии 1.865.1-4/80

а — плита размером 3×6 м; б — плита размером 1,5×6 м; в — продольный разрез; г, д — поперечные разрезы

нагрузку 3; 3,6; 4,6; 5 и 6,3 кПа (с учетом собственной массы); плиты покрытий размером 1,5×6 м — под нагрузку 4,2; 5,3; 7 и 8,9 кПа. Расчетная нагрузка на плиты, предназначенные для эксплуатации в слабо- и среднеагрес-

сивных газовых средах, уменьшена на 0,5 кПа из-за ограничения ширины раскрытия трещин в этих условиях. Полезная нагрузка на плиты из бетонов на пористых заполнителях на 0,15—0,25 кПа выше, чем на плиты из тяжелого бетона, из-за разности их собственных масс.

В качестве напрягаемой арматуры плит используют стержни из стали классов А-IV и Ат-Vк. При отсутствии на заводе-изготовителе необходимой стали предусмотрена ее замена сталью класса А-IIIв, упрочненной вытяжкой.

Технико-экономическое сравнение плит серии 1.865.1-4/80 с плитами промышленной (табл. 2) показало, что применение облегченных плит без изменения расхода стали позволяет снизить массу конструкции на 20% при сокращении стоимости на 15%.

Таблица 2

№ п. п.	Марка плиты	Размер в плане, м	Расчетная нагрузка, кПа	Приведенная толщина бетона, см	Расход стали, кг/м <sup>2</sup>	Стоимость «в доле», р/м <sup>2</sup>
1	ПГ-2А1V-Т ПГ-3А1V-Т	3×6	2,95	5,95	4,34	7,40
2			3,10	5	4,40	6,20
3	ПА-IV 1,5×6	1,5×6	2,70	6,88	4,17	8,10
4						

Примечание. Плиты № 2 и 4 — серии 1.865.1-4/80.

Разработанная серия преднапряженных железобетонных плит из тяжелого и легкого бетонов позволит изготавливать плиты с применением местных естественных или искусственных строительных материалов и применять их в сельскохозяйственных объектах различного технологического назначения при существенной экономии бетона, стали и трудозатрат.

УДК 69.025:691.115:674.816.2

А. А. КУДРЯВЦЕВ, канд. техн. наук (НИИЖБ); Ю. С. БЕЛЕНЬКИЙ, инж. (ВНИИдрев)

## Плиты перекрытий со слоем из арболита

Арболит марок М15—М35 [1], в сочетании с железобетоном пригоден для изготовления не только стеновых элементов, но и плит перекрытий и покрытий зданий. НИИЖБ и ВНПО Союзнаучплитпром разработаны для домов со стенами из арболита плиты

перекрытий двух типов длиной до 5 м. Первый тип — плиты в виде трехслойных элементов (см. рисунок), в которых нижний и верхний бетонные слои являются несущими, а средний арболитовый — изолирующим. Верхний слой выполняется из бетона марки М200

толщиной 2,5—3 см и, как правило, не армируется. В нижнем слое толщиной 3,5 см из того же бетона располагается рабочая арматура в виде сварной сетки из стали класса А-II или А-III. Толщина защитного слоя арматуры снизу 15 мм. Длина плит соответствует

шагу внутренних стен малоэтажных зданий — 3,6; 4,2 и 4,8 м; ширина плит — ширине рольгангов и форм на технологических линиях и в большинстве случаев равна 1,2 м (при наличии соответствующего оборудования ее можно назначать до 3 м). Толщина плит принимается исходя из расчета по жесткости и прочности. Ориентировочно при длине плиты 3,6 м ее толщина равна 18 см; при 4,2 м — 20 см и при 4,8 м — 22 см. Средний слой из арболита не только выполняет функции звуко- и теплоизоляции, но и обеспечивает совместную работу слоев, создавая монолитность конструкции.

При невысокой марке арболита ( $M \leq 15$ ) происходит преждевременный сдвиг слоев. Для таких случаев рекомендуется применять второй тип плит с боковыми несущими гранями, в которых располагается рабочая арматура (см. рисунок) в виде сварных каркасов из стали классов А-II или А-III. Несущую функцию в таких плитах выполняет также верхний бетонный слой толщиной 2—3 см. Для образования боковых бетонных граней в форму укладываются продольные инвентарные вкладыши. После уплотнения арболита борта формы открывают, вкладыши удаляют, на их место укладывают арматурные каркасы и затем заливают бетоном.

Для покрытий сельскохозяйственных производственных и промышленных зданий НИИЖБ и проектной группой Пермского облпотребсоюза разработана конструкция плит из арболита и бетона в виде ребристого трехслойного элемента. Плита имеет размеры в плане 1,5×6 м при общей высоте 36 см. В ребрах нижнего слоя располагается рабочая арматура. Средний слой из арболита, толщина которого назначается из теплотехнических условий, выполняет роль теплоизолятора. Кроме того, арболит работает как конструкционный материал, обеспечивая прочность слоев на сдвиг, а также поперечную прочность и жесткость плиты. Для среднего слоя принимается марка арболита М25 с объемной массой 650 кг/м<sup>3</sup>. Верхний и нижний слои и ребра из бетона марок М250—М300. Все слои формируют последовательно в одном технологическом цикле без перерывов во времени. В подготовленную форму с арматурной сеткой укладывают нижний бетонный слой. Затем с помощью арболитоукладчика формируют средний слой. После его уплотнения укладывают и уплотняют верхний бетонный слой. Изделие в форме поступает в климатическую камеру и выдерживается в ней в течение 1 сут при темпе-

ратуре воздуха 40°C и влажности 60%. Затем плиты распалубливают и выдерживают в помещении при температуре воздуха 15—20°C в течение 10 сут.

Испытания трехслойных плит перекрытий кратковременной нагрузкой показали, что у плит длиной 3,6 м фактическая разрушающая нагрузка превышала расчетную в среднем в 3 раза ( $c = M_p^{оп} / M_p^р = 3$ ), у плит длиной 5 м  $M_p^{оп} / M_p^р = 1,9$ . Проектным организациям было предложено сократить содержание арматуры, чтобы достичь значения  $c$  до 1,4—1,6 по ГОСТ 8829—77.

Отношение опытного разрушающего момента  $M_p^{оп}$  к теоретическому  $M_p^р$ , определенному как для железобетонного элемента, составило 1,17—1,29. Превышение  $M_p^{оп}$  над  $M_p^р$  объясняется тем, что в растянутой зоне сечения арболит работает на растяжение, как дисперсно-армированный материал и этим дополнительно повышает прочность плиты в среднем на 20%.

Разрушение плит происходило от текучести арматуры. Сдвига одного слоя относительно другого не происходило. Проведенные опыты на слоистых элементах свидетельствовали о том, что при соблюдении условия:  $Q \leq 0,5 R_p b h_0$  слои сдвигаться не будут.

До приложения внешней вертикальной нагрузки трехслойные плиты имели в нижнем слое незначительные трещины, образовавшиеся от усадки бетона, транспортных операций и действия собственной массы, ширина раскрытия которых не превышала 0,1 мм. После приложения нормативной нагрузки трещины дополнительно раскрылись примерно на 20% ( $a_r = 0,12$  мм). Длительные действия нормативной нагрузки увеличивают ширину раскрытия трещин в 2 раза, после чего она составляет около 0,25 мм, что меньше допустимых нормами значений.

Прогибы трехслойных плит при кратковременной нормативной нагрузке при длине 3,6 м составили 0,24 см, а при

длине 5 м — 0,78 см. Испытания плит перекрытий на изгиб длительной нагрузкой показали, что начальный прогиб их после 1000 сут возрастает в среднем в 3,2 раза, после чего стабилизируется. Так, у плиты длиной 5 м начальный прогиб при длительной нормативной нагрузке после 1000 сут возрос до 2,5 см, что, однако, не превышает допустимого нормами значения.

При испытании плит с боковыми несущими гранями  $M_p^{оп}$  превосходил  $M_p^р$  в 1,51—1,61 раза, что выше теоретического разрушающего момента на 10—34%. Разрушение таких плит произошло при достижении текучести арматуры. Нормальные трещины перед разрушением плиты имели очень небольшую ширину раскрытия 0,16 мм, что объясняется положительным влиянием арболита на работу боковых граней. Расчет таких плит на прочность можно производить как обычных железобетонных П-образных элементов без учета арболита, при этом присутствие арболита идет в запас прочности.

Трещиностойкость второго типа плит была очень высокой, первые трещины на боковых гранях появились при нагрузке, превышающей нормативную в 2 раза. Прогиб плиты при действии кратковременной нормативной нагрузки составил 0,86 см, при длительном действии нормативной нагрузки он может возрасти примерно в 3 раза, однако и в этом случае при пролете до 4,5 м будет удовлетворять требованиям норм.

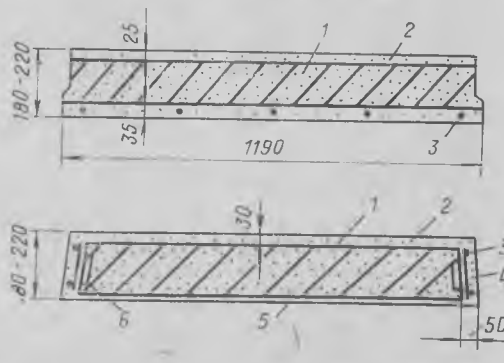
Для рассматриваемых типов плит перекрытий с недостаточной жесткостью, особенно при пролетах  $l \geq 5$  м, можно увеличивать толщину плиты, применять преднапряженную арматуру, создавать обратный выгиб плитам вследствие кривизны формы.

Плиты перекрытий из арболита пролетом до 5 м имеют расход металла около 3,5—4,5 кг/м<sup>2</sup>, что примерно в 1,5 раза меньше, чем в типовых железобетонных многослойных плитах перекрытий. Экономия металла вызвана отсутствием верхней арматурной сетки, а также поперечной и конструктивной арматуры.

Трехслойные плиты перекрытий длиной 3,6 м применены при строительстве трехэтажного дома из арболита в пос. Октябрьском Архангельской обл. [2]. Обследование конструкций перекрытий после трех лет эксплуатации дома свидетельствовало об их хорошем качестве.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельский Ю. С., Кудрявцев А. А. Свойства вибропротанного арболита. — Бетон и железобетон, 1975, № 3.
2. Трехэтажный дом из арболита / В. Н. Рябченко, В. Ф. Горчаков, А. А. Кудрявцев, Ю. С. Бельский. — Жилищное строительство, 1979, № 7.



Поперечное сечение плит перекрытий и покрытий

1 — арболит; 2 — бетон; 3 — арматура; 4 — бетонные элементы; 5 — фактурный слой; 6 — шпонка

В. А. ЗАРЕНИН, А. Г. ФЕРДЖУЛЯН, Л. С. ЕВСТИФЕЕВА, кандидаты техн. наук (ЦНИИЭПсельстрой); А. А. ЕВДОКИМОВ, канд. техн. наук (НИИЖБ)

## Стеновые панели для производственных сельскохозяйственных зданий

В производственных сельскохозяйственных зданиях более 20% общего объема железобетонных конструкций составляют стены. За последние годы ведущими научно-исследовательскими и проектными институтами, специализирующимися в области сельского строительства, разработано несколько конструкций стеновых панелей. Из них наиболее широко применяют двухслойные и трехслойные конструкции стен, решенные в ленточной разрезке и в виде панелей повышенной степени заводской готовности на высоту этажа.

Двухслойные стеновые панели состоят из внутреннего защитного слоя из тяжелого или легкого бетона марки М200 толщиной 50 мм, теплоизоляционно-конструкционного слоя из легкого бетона марки М50 и наружного фактурного слоя из цементно-песчаного раствора М100 (рис. 1). В качестве легкого бетона применяют керамзитобетон, керамзитопенобетон, керамзитоперлитобетон, перлитобетон, аглопоритобетон, шунгзитобетон, шлакопемзобетон с объемной массой 800—1200 кг/м<sup>3</sup>. Армируют панели объемными каркасами. Толщина их принята 200, 250, 300 и 400 мм.

Номинальные размеры двухслойных стеновых панелей ленточной разрезки (по серии 1.832.1-9) составляют при максимальной длине 6 м, равной шагу несущих конструкций, 0,6; 0,9; 1,2; 1,8 м по высоте. Высота панелей повышенной степени заводской готовности (по серии 1.832.1-10) принята 2,4; 2,7; 3 и 3,3 м. Панели имеют встроенные оконные проемы размером 1,2×1,8 м и дверные проемы. Оконные проемы заполняются оконными блоками на заводе после изготовления панелей на специальных постах или устанавливаются в процессе формирования при сухом прогреве изделий (термоподдоны, тэны, газовый прогрев и т. д.). Панели указанных серий устанавливают по фундаментным балкам, опирающимся на обрезы фундаментных башмаков. Го-

довой объем внедрения двухслойных легкобетонных стеновых панелей составляет около 600 тыс. м<sup>3</sup>.

В ЦНИИЭПсельстрое разработаны также двухслойные легкобетонные цокольные панели, позволяющие производить монтаж стен без фундаментных балок, что улучшает теплотехнический режим цокольного узла здания. По конструкции цокольные панели аналогичны панелям серий 1.832.1-9 и 1.832.1-10. Нижняя часть цокольных панелей на высоту заглубления (300 мм) покрывается защитной гидроизоляционной обмазкой. Панели рассчитаны на горизонтальную ветровую нагрузку и вертикальную — от собственной массы вышележащих панелей оконного заполнения и кровли. Высота цокольных панелей для горизонтальной разрезки 1,5—2,1 м и для панелей повышенной степени заводской готовности 0,9—1,2 м. Дополнительно разработаны цокольные стеновые панели повышенной степени заводской готовности высотой 3 и 3,3

м со встроенными оконными и дверными блоками. Цокольные панели внедрены в сельском строительстве управлениями Куйбышевсельстрой, Краснодаркрайсельстрой, Ростсельстрой.

Для районов с низкими расчетными температурами (—30°C и ниже) рекомендуется применять трехслойные стеновые панели на гибких связях с утеплителем из пенополистирола или полужестких минераловатных плит на синтетическом связующем серии 1.832.1-8. Конструкция панели состоит из внутреннего и наружного железобетонных слоев, между которыми располагается утеплитель (см. рис. 1). Железобетонные слои выполняют из тяжелого или легкого бетона марки М200. Трехслойные панели на гибких связях разработаны ленточной разрезки, повышенной степени заводской готовности и цокольные, номенклатура которых аналогична номенклатуре двухслойных легкобетонных панелей. Такие панели впервые применены при строительстве Выксунского свиноводческого комплекса в Горьковской области, а также внедрены управлениями Калугасельстрой и Туvasельстрой.

В ЦНИИЭПсельстрое разработаны также трехслойные панели с утеплителем из пенополистирола высотой 3,4 м на жестких связях в виде плоских каркасов, благодаря которым при расчете панелей на горизонтальную нагрузку была учтена работа как внутреннего, так и наружного слоев (см. рис. 1). Это позволило уменьшить толщину внутреннего слоя панелей до 50 мм вместо 100. Панели устанавливают в стенах без фундаментных балок с заглублением на 200—400 мм. В нижней части панелей, как и в цокольных трехслойных, устраивают железобетонное ребро, соединяющее наружный и внутренний слои и защищающее утеплитель от увлажнения. Производство трехслойных стеновых панелей с жесткими связями налажено в Капчагайском,

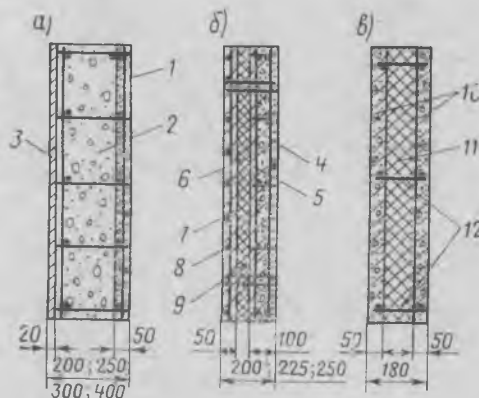


Рис. 1. Конструктивные схемы панелей

а — двухслойные; б — трехслойные на гибких связях; в — трехслойные с жесткими связями; 1 — тяжелый или легкий бетон марки М200; 2 — легкий бетон марки М50; 3 — защитный слой раствора марки М100; 4 — внутренняя несущая плита; 5 — пароизоляция; 6 — утеплитель; 7 — защитный слой пергамин; 8 — наружный бетонный слой; 9 — гибкие связи; 10 — наружный и внутренний железобетонные слои; 11 — утеплитель; 12 — жесткие металлические связи

Новосибирском, Слуцком, Солдатоалександровском, Миргородском сельских строительных комбинатах и достигло 300 тыс м<sup>3</sup> в год.

Приведенные выше панели предназначены для производственных сельскохозяйственных зданий со слабоагрессивной и среднеагрессивной газовой средой при относительной влажности воздуха в помещениях до 85% при защитном внутреннем слое из тяжелого бетона и до 75% при защитном слое из легкого бетона.

В настоящее время стены производственных сельскохозяйственных зданий решены в нескольких вариантах (рис. 2): трехрядной (горизонтальной) разрезки из панелей, устанавливаемых на фундаментные балки или цокольные панели; двухрядной (горизонтальной) разрезки из панелей повышенной степени заводской готовности с оконными проемами, устанавливаемых на фундаментные балки или цокольные панели, и однорядной (вертикальной) разрезки из панелей повышенной степени заводской готовности на всю высоту здания, устанавливаемых непосредственно на обрезы фундаментов.

Технико-экономическое сопоставление показало, что легкобетонные панели повышенной степени заводской готовности и цокольные панели наиболее эффективны по сравнению со стенами ленточной разрезки с панелями по серии 1.832.1-9. Так, применение цокольных стеновых панелей позволяет сократить расход стали на 20—25%, снизить «стоимость в деле» на 5—15%, а трудоемкость монтажа на 20—30%. Технико-экономические показатели трехслойных панелей на 10—20% выше, чем легкобетонных, а укрупнение панелей позволяет снизить трудоемкость монтажа на 50—60%. Эффективность стеновых панелей повышается благодаря применению преднапряжения рабочей арматуры из сталей более высоких классов. Так, совместными усилиями НИИЖБ и ЭКБ ЦНИИСК разработаны опытные преднапряженные двухслойные керамзитобетонные 6-метровые стеновые панели, конструкция которых аналогична панелям серии 1.832.1-9, с заменой прочности конструктивно-теплоизоляционного бетона марки М50 на М75 с объемной массой до 1100 кг/м<sup>3</sup>. В качестве напряженной принята упрочненная вытяжкой арматурная сталь класса А-III, диаметром 6 и 8 мм, расположенная в слое плотного керамзитобетона марки М200.

В НИИЖБ испытывали две опытные конструкции двухслойных преднапряженных стеновых панелей-перемычек, изготовленных на заводе ЖБИ Глав-

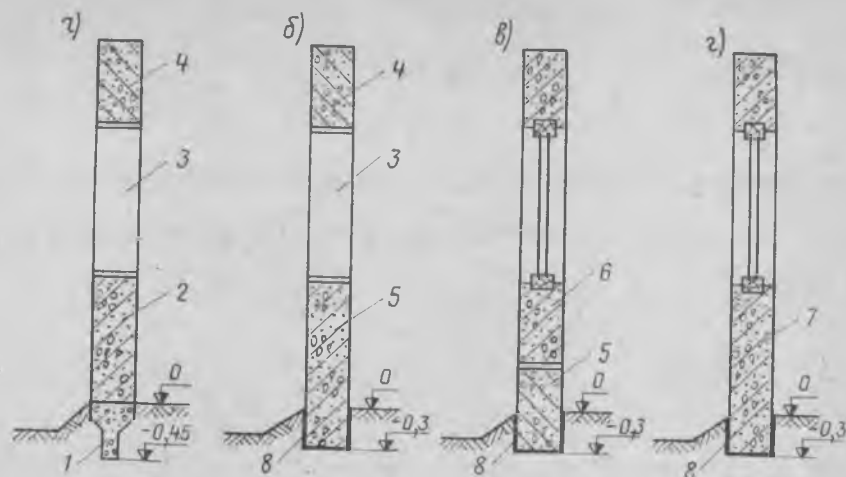


Рис. 2. Варианты разрезки стен

а, б — трехрядная; в — двухрядная; г — однорядная; 1 — фундаментная балка; 2 — рядовая панель; 3 — простеночная панель; 4 — перемычковая панель; 5 — цокольная панель; 6 — панель повышенной степени заводской готовности; 7 — цокольная панель повышенной степени заводской готовности; 8 — гидроизоляция

мособстройматериалов в Орехово-Зуеве. Панели преднапрягали стержневой арматурой диаметром 8 мм, класса А-III. После упрочнения вытяжкой при удлинении 4,5% предел текучести стали составил 76,5 МПа при пределе прочности 769,8 МПа. Арматуру натягивали на формы электротермическим способом с контролируемым напряжением 330 МПа. Усилие натяжения на один стержень диаметром 8 мм составило 17 кН. Фактическая прочность внутреннего слоя керамзитобетона при отпуске преднапряжения арматуры составила 24,5 МПа. При передаче напряжения с арматуры на бетон трещины на панелях не наблюдалось, а наибольший выгиб достигал 12 мм.

Двухслойные легкобетонные преднапряженные панели испытывали в соответствии с Инструкцией по испытаниям железобетонных стеновых панелей промышленных зданий (М., Стройиздат, 1970). По прочности, жесткости и трещиностойкости эти панели удовлетворяют действующему ГОСТ 8829—77. Применение преднапряжения рабочей арматуры позволило уменьшить по сравнению с панелями серии 1.832.1-9 расход стали рабочей арматуры на 20—30% при снижении общего расхода стали на панель на 10%.

На основе панелей типовой серии 1.832.1-8 в ЦНИИЭПсельстрое разработаны технические решения преднапряженных трехслойных панелей с гибкими связями. Преднапряжение осуществляется стержневой арматурной сталью класса А-IV во внутреннем несущем слое панелей толщиной 100 мм. При этом по три стержня устанавливают у

наружной и внутренней граней с защитным слоем 15 мм. В торцах внутреннего слоя панелей на участке длиной 650 мм с обоих концов устанавливают поперечные сварные сетки из стали класса Вр-1, диаметром 4 мм, охватывающие все продольные стержни арматуры.

Технико-экономическое сопоставление преднапряженных трехслойных панелей с типовыми трехслойными панелями на гибких связях показало, что благодаря применению арматурной стали класса А-IV, отказу от сварных каркасов и уменьшению числа распределительной арматуры расход стали преднапряженной панели снижается на 25%. Наряду с этим существенно сократилось число точек сварки, что снизило трудоемкость арматурных работ более чем в 2 раза.

Использование преднапряжения в конструкциях стен производственных сельскохозяйственных зданий, работающих в условиях агрессивной среды, повышает их долговечность в результате ограничения раскрытия трещин при изготовлении, транспортировании и эксплуатации.

#### Выводы

Разработанные двух- и трехслойные стеновые панели рекомендуется применять при строительстве производственных сельскохозяйственных зданий.

Внедрение преднапряжения арматуры при совершенствовании имеющихся и разработке новых конструкций стен, работающих в агрессивной среде, позволяет наряду со снижением материалоемкости и трудоемкости повысить долговечность стеновых панелей.

## Сборные элементы технологического назначения для сельскохозяйственных производственных зданий

К изделиям технологического назначения для производственных животноводческих зданий относятся элементы лотков навозоудаления, кормушек, решетчатых полов, панелей перегородок и стоек ограждений как внутри зданий, так и на выгульных площадках. В соответствии с серией 3.818-1, все изделия технологического назначения железобетонные, за исключением некоторых металлических ограждений. По расходу бетона и стали они занимают значительную часть при строительстве животноводческих зданий. По данным Гипронисельхоза, на изделия технологического назначения расходуется 28—55% бетона, 21—60% стали от общего расхода этих материалов на здания.

В ЦНИИЭПсельстрой разработаны эффективные конструкции изделий технологического назначения. Для свиноводческих зданий предложены облегченные решетки пола с короткими поперечно расположенными планками, соединяющимися с двумя несущими балочками. Это позволило снизить толщину планок с 80 до 50 мм, оставив в них вместо двойной арматуры одиначную. Двойная арматура сохранена только в балочках, но толщина их уменьшена с 80 до 70 мм. В результате сокращения толщины планок конструкция более технологична при изготовлении, поскольку в тонких конструкциях при вибрации бетон быстрее и качественнее уплотняется. Решетки также стали более технологичны при эксплуатации, при этом обеспечены необходимые санитарные требования. В новых облегченных конструкциях расход стали снижен на 25%, масса ре-

шеток и расход бетона марки М400—на 30%. Конструкции включены в серию 3.818-1 (рис. 1).

В связи с тем, что изделия технологического назначения, в том числе и решетки пола, эксплуатируются в среднеагрессивной среде, изучена их долговечность. Установлено, что решетки, изготовленные на портландцементе из бетона марки М300, В-6, имели срок эксплуатации 5—6 лет, а из бетона марки М400 и В-6—10—11 лет.

С целью повышения долговечности была выпущена опытная партия установок ВПР-1 для производства решеток методом вибропрессования из бетонных смесей с жесткостью 60—80 с. При этом марка бетона по водонепроницаемости В-8—В-10.

При исследовании решеток пола для зданий крупного рогатого скота под нагрузками установлено, что в решетках, обычно состоящих из двух-трех планок, максимально может быть загружена только одна из них и что внутренние диафрагмы (связи) между планками перераспределяют нагрузки, вследствие чего обеспечивается их совместная работа. На основании исследований разработаны технические решения облегченных конструкций решеток пола для зданий крупного рогатого скота, толщина которых снижена с 150 до 100 мм. С учетом совместной работы планок для расчета решеток определены коэффициенты: для двухпланочных  $K=0,62 P$ , для трехпланочных  $K=0,42 P$  ( $P$ —нормативная нагрузка по СНиП II-99-77).

Решетки испытаны на прочность, жесткость и трещиностойкость. Первые

трещины шириной 0,02—0,03 мм появились при нагрузке на 15—20% превышающей нормативную. Допустимые трещины шириной 0,1 мм возникли при нагрузках 980—1000 кг, что на 45—55% выше нормативной. Результаты испытания показали, что облегченные конструкции решеток отвечают требованиям ГОСТ 13015—75 и ТУ 69-25-75.

Вследствие снижения толщины повысилась их технологичность как при изготовлении, так и при эксплуатации. Масса решеток снижена на 25%, расход стали—на 11%. Они стали более удобны при периодически проводимых вручную чистках каналов.\*

С целью экономии металла ЦНИИЭПсельстроем и Мосгипронисельстроем разработаны железобетонные конструкции ограждений боксов для зданий крупного рогатого скота. В действующих типовых проектах ограждения запроектированы из стальных труб диаметром 2—2,5 дюйма. При строительстве коровника на 400 голов требуется для ограждений 13 т дефицитных труб.

Последние разработки ЦНИИЭПсельстрой были одобрены Гипронисельхозом для экспериментального строительства. Два варианта ограждений боксов ОГ1-1 и ОГ4-1 (рис. 2), изготовленные на комбинате производственных предприятий управления Костромаоблсельстрой, проходят проверку на комплексе крупного рогатого скота с-за «Восход» Наро-Фоминского р-на Московской обл. (рис. 3).

Ограждение ОГ1-1 представляет собой железобетонную монолитную конструкцию из тяжелого бетона марки М300, В-6 размером 1650×1200×80 мм. Армирование выполнено в виде объемного каркаса из стали классов А-III и Вр-I. Ограждение ОГ4-1 представляет собой сборную конструкцию, состоящую из железобетонной панели с пустотами и двух стоек из металлических труб диаметром 50 мм, армировано сетками. Технико-экономические показатели ограждений приведены в таблице.

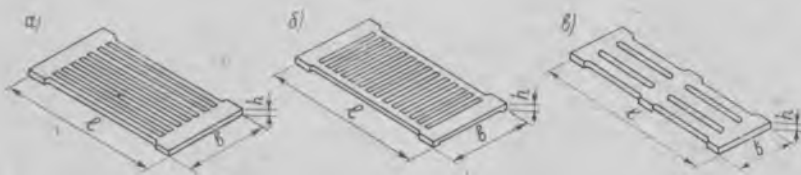


Рис. 1. Типовая решетка для свиноводческих зданий (а), облегченные решетки для свиноводческих зданий (б) и крупного рогатого скота (в)

Показатели	Экспериментальные ограждения		Типовое ограждение
	ОГ1-1	ОГ4-1	
Масса, кг	134,8	78,4	17,45
Расход бетона, м <sup>3</sup>	0,034	0,029	—
Расход стали, кг	12,1	14,21	17,45
Заводская стоимость (расчетная), р	5,69	4,42	6,45
Стоимость «в деле», р	10,02	7,07	9,18
Приведенные затраты, р	15,27	9,27	19,98

Испытаниями двух образцов ОГ1-1 установлено, что отношение опытной разрушающей нагрузки к расчетной  $C$  равно в среднем 1,63. Полученный коэффициент запаса прочности превышает установленный ГОСТ 8829—77 ( $C=1,4$ ). Прогиб в верхней передней части ограждений при нормативной нагрузке 1,8 мм составляет  $1/500$  высоты бокса и свидетельствует о достаточной жесткости конструкции. При нормативной нагрузке ( $P_n=250$  кг) трещины в образцах не обнаружено. Первые трещины появились при нагрузках 400 и 500 кг.

При корректировке серии изделий технологического назначения 3.818-1, проводимой Гипроисельхозом при уча-

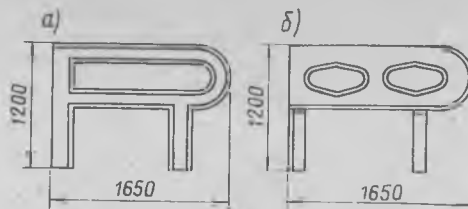


Рис. 2. Железобетонные ограждения боксов комплексов для содержания 800 и 1200 коров  
а — монолитное ограждение ОГ1-1 ( $b=80$  мм); б — сборное ограждение ОГ4-1 ( $b=50$  мм)



Рис. 3. Ограждения ОГ1-1, смонтированные на комплексе крупного рогатого скота с-за «Восход» Наро-Фоминского р-на, Московской обл.

стии ЦНИИЭСельстрой с целью снижения материалоемкости и трудозатрат, помимо включения в серию облегченных решеток пола для зданий свиноводческих и зданий крупного рогатого скота введены некоторые типоразмеры лотков навозоудаления длиной 6 м и др.

#### Выводы

На железобетонные изделия технологического назначения (решетки пола, кормушки, лотки каналов навозоудаления, панели перегородок и др.) расходуется до 55—60% бетона и стали, необходимых для строительства животноводческих зданий.

Разработаны облегченные конструкции решеток пола для свиноводческих помещений и зданий крупного рогатого скота. Конструкции более технологичны как при изготовлении, так и в процессе эксплуатации. Экономия бетона марки М400 составляет до 30%, стали — до 25%.

Предложены железобетонные ограждения боксов для крупного рогатого скота с целью замены металлических. Экономия металла составляет около 30%, при этом исключается потребность в дефицитных стальных трубах.

УДК 69.025.3:691.327:666.973.2:728.96

Б. М. БОГОСЛОВСКИЙ, Д. Н. ТОПЧЯН, кандидаты техн. наук (ЦНИИЭСельстрой)

## Сборные полы из легкого бетона для животноводческих помещений

Одной из важнейших задач сельского строительства является устройство дешевых и долговечных полов из местных строительных материалов для животноводческих помещений, отвечающих зоотехническим требованиям.

В настоящее время покрытие пола выполняют либо монолитным из бетона, либо из мелкоштучных изделий, требующих больших трудозатрат, либо из дерева. Деревянные полы неэкономичны, так как срок службы при значительной их стоимости не превышает двух лет.

В последнее время получили распространение полы из гидрофобизованных керамзитобетонных плит, разработанные ЦНИИЭСельстроем.

Как показала практика применения, эксплуатационные качества таких по-

лов высокие. Они не загнивают, легко очищаются от навоза, быстро высыхают, за десять лет эксплуатации не требовали ремонта (ферма Госплемзавода «Константиново»), животные на таких полах не скользят.

Длина плит составляет от 480 до 2980 мм, ширина от 390 до 1990 мм, толщина 80 мм. Плиты армируют сварными сетками из арматурной проволоки класса В-1, диаметром 5 мм, укладываемых по центру толщины плиты. Оптимальным является следующий состав гидрофобизованного керамзитобетона для плит (в кг на 1 м<sup>3</sup>): портландцемент марки 400—240—250; битумная эмульсия — 12—12,5, или ГКЖ (в пересчете на сухое вещество) — 0,24—0,25; керамзитовый гравий фракции 1,2—5 мм — 0,5—0,6 м<sup>3</sup>, фракции 5—

10 мм — 0,35—0,4 м<sup>3</sup>, керамзитовый песок фракции 1,2—5 мм — 0,12—0,15 м<sup>3</sup>, фракции 1,2 мм — 0,25—0,3 м<sup>3</sup>.

#### Физико-механические свойства плит

Прочность на сжатие, кгс/см <sup>2</sup>	75—100
Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	1000—1200
Показатель теплоусвоения, ккал/(м <sup>2</sup> ·ч·°С)	10—13
Истираемость, г/см <sup>2</sup>	не более 0,4
Водостойкость	не менее 0,8

Плиты с объемной массой не более  $\gamma=1000$  кг/м<sup>3</sup> и маркой бетона М75 применяют для полов в помещениях для содержания молочного крупного рогатого скота и молодняка, а также свиней до 3—4-месячного возраста; плиты с объемной массой не более  $\gamma=1200$  кг/м<sup>3</sup> и маркой бетона М100 — для содержания откормочных животных в возрасте 3 мес и старше.

На плиты разработаны совместно с ВНИИВС и Гипронисельхозом ТУ 69-92-79 «Плиты керамзитобетонные гидрофобизованные для полов животноводческих помещений» и альбом рабочих чертежей. Плиты изготовляют в кассетных установках или в горизонтальных формах по поточной технологии. Пластичность смеси при кассетном способе формования плит 4—5 см, при горизонтальном формовании жесткость смеси 30—40 с.

Гидрофобизация плит осуществляется введением в бетонную смесь 5% битумной эмульсии или не более 0,2% кремнийорганической жидкости ГКЖ-10 и ГКЖ-11. Битумная эмульсия должна удовлетворить требованиям БСН-115-65 Минтрансстроя, кремнийорганические жидкости ГКЖ-10 и ГКЖ-11 — требованиям ТУ 6-02-696-72 «Жидкости кремнийорганические ГКЖ-10 и ГКЖ-11».

Добавки ГКЖ-10 и ГКЖ-11 в виде исходных водно-спиртовых растворов 30%-ной концентрации вводят с водой

затворения в процессе перемешивания смеси. Дозирование производят с помощью дозирочного бачка или автоматического дозатора НИИЦемента. При поступлении жидкостей ГКЖ-10 и ГКЖ-11 иной концентрации дозирование раствора определяется по таблице.

Концентрация раствора, %	Плотность раствора при 20°C, г/см <sup>3</sup>	Содержание ГКЖ в 1 л раствора, кг
8	1,050	0,084
10	1,063	0,106
20	1,127	0,226
22	1,139	0,251
24	1,151	0,276
26	1,164	0,304
28	1,177	0,329
30	1,190	0,357

ГКЖ-10 и ГКЖ-11 поставляются в металлической таре емкостью 120—200 л герметично закрытыми и хранятся при температуре от 0 до 30°C. Гарантийный срок хранения 6 мес с момента изготовления.

Тепловую обработку плит рекомендуется производить по следующему режиму в ч: предварительная выдержка —

3—4, подъем температуры до 80°C — 4, изотермический прогрев при 80°C — 3, выдерживание с отключенной подачей пара и охлаждение — 5.

В настоящее время в Минсельстрое СССР внедрено более 250 тыс. м<sup>2</sup> полов. Партия плит уложена в откормочном свиарнике на 4200 голов Дрезгаловского межхозяйственного предприятия Краснинского района Липецкой области, в телятнике молочнотоварной фермы Капламбекского учебно-опытного хозяйства Сарыгачского района Чимкентской области, в коровнике на 320 голов молочного крупного рогатого скота Новоивановского отделения совхоза «Победа» Красноармейского района Кокчетавской области КазССР и др.

Экономический эффект от применения этих плит вместо деревянных полов составляет около 2—3 р на 1 м<sup>2</sup> плиты, а трудозатраты на устройство полов соответственно снижаются вдвое, долговечность возрастает в 3—4 раза, приведенные затраты снижаются на 11—13 р/м<sup>2</sup>.

УДК 693.542.4

В. Г. БАТРАКОВ, Ф. А. ИССЕРС, Р. Л. СЕРЫХ, кандидаты техн. наук (НИИЖБ); С. И. ФУРМАНОВ, инж. (Элеватороргстрой)

## Свойства мелкозернистых смесей и бетонов с добавкой суперпластификатора

Проводимые трестом Элеватороргстрой совместно с НИИЖБ исследования пластифицированных цементно-песчаных бетонных смесей для изготовления сборных железобетонных конструкций силосных корпусов элеваторов особенно актуальны при учете дефицита крупного заполнителя, а также того, что стеновые элементы силосов являются тонкостенными густоармированными конструкциями значительной высоты, формуемыми в вертикальном положении.

Изучалось влияние суперпластификаторов (СП) С-3 и С-4 [1] на нафталиноформальдегидной основе на свойства мелкозернистых бетонных смесей и цементно-песчаного бетона. Использованы себряковский и брянский портландцементы марки М500 и пески Хотьковского и Сычевского месторождений в естественном состоянии и искусственно рассеянные с  $M_{кр}$  от 1,56 до 3,13. Консистенцию бетонных смесей определяли

по распылу конуса на встряхивающем столике (ГОСТ 310.4—76).

Введение добавки С-4 позволяет получить значительный пластифицирующий эффект при одновременном снижении  $V/C$ , причем для С-3 степень разжижения при одинаковых  $V/C$  выше. Увеличение доли песка снижает подвижность смеси, поэтому для обеспечения равноподвижности с жирными составами такие композиции требуют большего количества воды. Добавки С-3 и С-4 позволяют снизить  $V/C$  при получении смеси требуемой подвижности. Однако эффективность действия СП в жирных составах выше, чем в тощих, требующих более высокого значения  $V/C$ .

Крупность песка влияет на пластификацию мелкозернистых смесей. Наибольшее разжижение при наименьших  $V/C$  наблюдается в смесях с крупным песком, что объясняется его меньшей

водопотребностью. Определение водопотребности песка в пластифицированных цементно-песчаных смесях по методу [2] показало, что увеличение дозировки СП повышает пластифицирующий эффект при одновременном снижении водопотребности песка.

Водоудерживающую способность мелкозернистых бетонных смесей оценивали по водоотделению на специальном приборе [3]. Введение СП в цементно-водную пасту позволяет получить равноподвижное с эталоном тесто при существенном (до 6 раз) снижении удельного водоотделения. В мелкозернистых бетонных смесях с СП и без него при равных  $V/C$  водоотделение практически одинаково. Снижение  $V/C$  с достижением заданной подвижности смесей путем введения СП резко снижает их водоотделение. Водоудерживающая способность смесей с мелким песком выше, чем с крупным (при оди-



наковых  $V/C$ ), поэтому водоотделение в них меньше. Во всех случаях независимо от состава смеси с СП характеризуются значительно меньшим водоотделением. Увеличение расхода цемента также снижает водоотделение.

Добавки С-3 и С-4 влияют на формирование структуры мелкозернистого бетона и кинетику гидратации вяжущего в нем. Композиции с СП дольше сохраняют пластичность, при этом повышение их дозировки до 0,5—1% увеличивает период формирования на 1—3 ч. Исследование на дифференциальном контрактомере ВНИИФТРИ влияния С-3 и С-4 на контракцию вяжущего в мелкозернистых смесях показало, что эти добавки замедляют гидратацию в начале твердения, причем тем больше, чем выше количество добавки. На изотермической стадии твердения добавки ускоряют гидратацию цемента. Для обеспечения наименьшей деструкции пластичного мелкозернистого бетона с добавкой и наибольшей степени гидратации в нем цемента целесообразно выдерживать бетон до тепловлажностной обработки не менее 3 ч с дальнейшим подъемом температуры изотермического прогрева со скоростью не более 20°C/ч, или без предварительного выдерживания со скоростью не более 12°C/ч.

Введение С-3 и БПП-1 в мелкозернистые смеси на мелких и очень мелких песках позволяет получать равнопрочные с эталоном бетоны при меньших расходах цемента [4].

Исследовали прочностные свойства мелкозернистого бетона оптимальных составов на крупных и средних песках. Образцы изготавливали на себряковском цементе с песком  $M_{кр}=2,99$  и на брянском цементе с песком  $M_{кр}=2,4$ . Испытания образцов размером  $4 \times 4 \times 16$  см на себряковском цементе с песком  $M_{кр}=2,99$  показали, что мало- и умеренно подвижные смеси пластифицируются эффективнее жестких, причем количество добавки для получения смесей заданной консистенции снижается при увеличении расхода воды в смеси (табл. 1). Увеличение количества цемента в композициях с одинаковым  $V/C$  и добавкой СП повышает пластифицирующий эффект.

При введении в смесь состава 1:2,5 0,5—1% добавки при  $V/C=0,25$  заметного разжижения не наблюдалось и конус при встряхивании рассыпался. Незначительная пластификация началась при введении 1,5% СП. Удобоукладываемость жестких смесей с добавкой выше, чем без нее, что повысило уплотнение пластифицированных сме-

Ц : П	V/C	Количество добавки, % массы цемента	Расплав конуса, мм	Прочность, МПа, через		
				4 ч	28 сут	28 сут нормального твердения
1 : 2,5	0,25	0	×	16,5	26,0/24,7	33,0/31,3
		0,5	×	40,0	63,4/60,1	66,0/62,3
		1	×	39,6	61,3/57,0	61,3/58,1
		1,5	105	37,4	65,3/62,4	53,3/51
1 : 2,5	0,3	0	×	21,7	54,0/49,1	49,3/46,7
		0,5	167	23,2	61,0/58,2	53,0/50,2
		0,75	180	24,3	50,7/50,5	52,7/50
		1	185	17,4	50,0/49,2	44,0/46,9
1 : 2,5	0,4	0	×	15,4	34,9/32,8	43,8/38,3
		0,25	210	15,9	35,0/34,0	32,7/32,4
		0,5	265	16,6	36,0/35,2	40,0/39,6
		0	×	19,6	49,0/42,9	46,3/44,2
1 : 3	0,3	0,5	×	27,1	49,7/48,2	57,0/54,1
		0,75	×	25,4	46,5/46,4	55,0/51,2
		1	120	21,8	48,5/46,7	45,5/44,1
		1,5	195	23,8	42,3/40,1	43,5/41,5
1 : 3	0,4	0	×	10,9	36,4/32,8	31,5/29,1
		0,5	135	16,1	34,7/34,0	35,7/34,0
		0,75	254	16,4	35,0/34,2	40,7/39,0
		1	258	15,3	36,7/34,1	43,3/38,2

Примечание. «х» — конус рассыпался; перед чертой — кубиковая прочность; после черты — призмная.

сей и их прочность. Увеличение  $V/C$  до 0,3 повысило пластифицирующий эффект даже при снижении количества добавки в 1,5—3 раза. Этот эффект усилился при увеличении  $V/C$  до 0,4. Наибольшая прочность при сжатии наблюдалась у образцов с более низкими  $V/C$  (состав 1:2,5 с  $V/C=0,25$ ). Прочность эталонных образцов в большинстве случаев ниже прочности образцов с СП.

Зависимости прочности образцов при сжатии, растяжении и изгибе показаны на рис. 1. Данные получены при испытании образцов через 4 ч и 28 сут после тепловлажностной обработки и через 28 сут нормального твердения. Прочность бетона на растяжение при изгибе  $R_{р-и}$  во всех случаях выше прочности при растяжении  $R_p$ , определенной методом раскалывания. Средние значения отношения  $R_{р-и}/R_{сж}$ , вычисленные по результатам испытаний образцов через 4 ч и 28 сут после тепловлажностной обработки и 28 сут нормального твердения составили соответственно 0,211; 0,114 и 0,112. Сред-

ние значения коэффициента изгиба  $K_p=R_{р-и}/R_p$  в те же сроки составили соответственно 3,02; 2,23 и 2,25.

Деформативные свойства песчаного бетона изучали по ГОСТ 24452—80 на образцах размером  $10 \times 10 \times 40$  см состава 1:3 с  $V/C=0,45$  и 0,55 на брянском цементе и песке  $M_{кр}=2,4$ . Кубиковую прочность оценивали по методике ГОСТ 10180—78 испытанием кубов с ребром 10 см. Результаты испытаний (табл. 2) показали, что основные прочностные и деформативные характеристики бетона с введением С-3 и С-4 практически не изменяются. Соотношение  $R_{пр}/R$  для всех композиций примерно одинаково, за исключением составов № 4 и 5 (ниже примерно на 5—8%).

Введение добавки не изменяет деформативные свойства материала. При эксплуатационных нагрузках (0,5  $R_{пр}$ ) продольные и поперечные деформации образцов из смесей с добавкой отличаются не больше, чем на 5—8% (рис. 2). При одинаковой подвижности (составы № 2 и 3) деформации бетона с

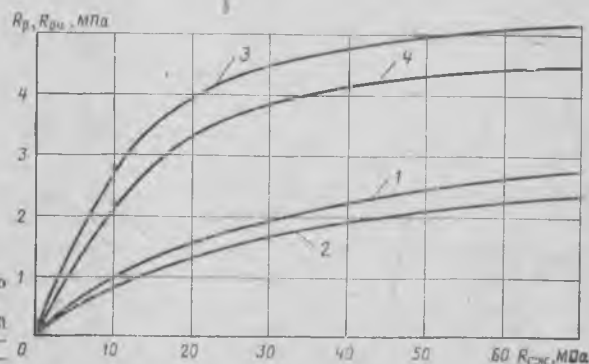


Рис. 1. Прочность мелкозернистого бетона с СП

1 — при растяжении с добавкой СП; 2 — то же, без добавки; 3 — при изгибе с добавкой СП; 4 — то же, без добавки

№ состава	В/Ц	Количество добавки, %	О.К., см	$R_{\text{сж}}$ , МПа		$R_{\text{прт}}$ , МПа	$R_{\text{прт}}$ , МПа	$R_{\text{прт}}$ , МПа	$R_{\text{прт}}$ , МПа	$E$ , МПа	$\mu$	
				$R_{\text{сж}}$	$R_{\text{сж}}$							
1	0,45	—	0	24,9	23,6	—	0,95	2,53	0,2	2,53	0,2	
				32,3	31							
2	0,45	1% С-4	4	22,9	21,9	—	0,96	2,38	0,16	2,38	0,16	
				31,7	30,7							
3	0,55	—	4	19,8	18,7	—	0,94	2,05	0,15	2,05	0,15	
				27,4	26,1							
4	0,55	1% С-4	15	19,8	18,5	—	0,93	2,04	0,17	2,04	0,17	
				30	26,2							
5	0,55	0,7% С-3	16	—	—	—	—	—	—	—	—	
				30,1	26,9							
										0,89	2,35	0,21

Примечание. Над чертой — при испытании образцов в возрасте 7 сут, под чертой — в возрасте 28 сут.

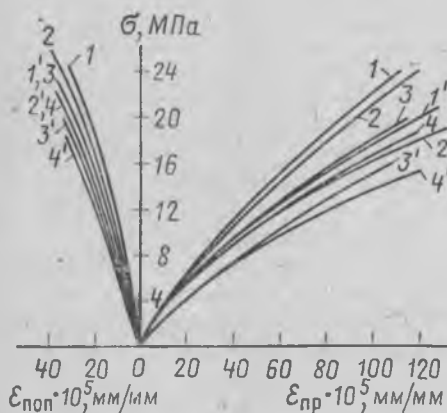


Рис. 2. Зависимость продольных и поперечных деформаций от напряжения осевого сжатия бетона с добавкой СП и без нее

1, 2, 3, 4 — составы бетона в возрасте 28 сут; 1', 2', 3', 4' — то же, в возрасте 7 сут

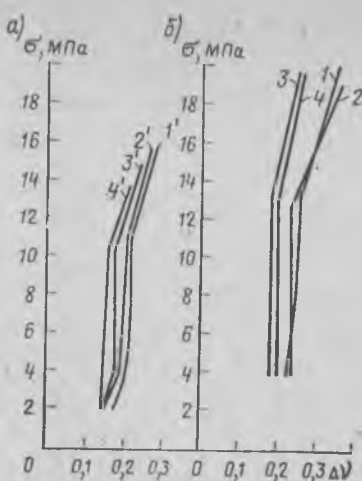


Рис. 3. Зависимость дифференциального коэффициента поперечной деформации от напряжения сжатия бетона с добавкой и без нее в возрасте 7 сут (а) и 28 сут (б)

1, 2, 3, 4 — составы бетона в возрасте 28 сут; 1', 2', 3', 4' — то же, в возрасте 7 сут

меньшим количеством воды, пластифицированного С-3 и С-4, на 10% меньше. С увеличением В/Ц и подвижности смесей модуль упругости и коэффициент Пуассона снижаются соответственно с 2,58 до 2,27 МПа и с 0,24 до 0,21.

Введение добавки не изменяет нижнюю границу сжимающих напряжений микротрещинообразования  $R_{\text{т}}^0$  в бетоне в возрасте 7 сут. Интенсивное микротрещинообразование начинается при 10—11 МПа для всех составов. К 28 сут  $R_{\text{т}}^0$  повышается до 12—14 МПа (рис. 3).

Нагружение образцов в возрасте 7 и 28 сут показало, что с увеличением

возраста бетона для всех составов деформации быстронатекающей ползучести  $\epsilon_{\text{бн}}$  снижаются. При напряжениях, равных 0,5  $R_{\text{пр}}$ , введение добавки повышает  $\epsilon_{\text{бн}}$  примерно на 25% независимо от В/Ц.

Проведенное совместно с ВНИИФТРИ изучение структуры мелкозернистого бетона методами низкотемпературной адсорбции азота и ртутной порометрии показало, что суперпластификаторы С-3 и С-4 оказывают модифицирующее влияние на структуру бетона, увеличивая удельную поверхность порового пространства и измельчая его. Добавка С-3 изменяет структуру мелкозернистого бетона в большей степени, чем С-4.

#### Выводы

Суперпластификаторы С-3 и С-4 положительно влияют на технологические свойства мелкозернистых бетонных смесей. Степень пластификации возрастает с увеличением крупности песка и расхода цемента. Повышение жесткости исходных смесей снижает пластифицирующий эффект добавки. Использование добавки позволяет снизить водоотделение мелкозернистых бетонных смесей, улучшает прочностные свойства мелкозернистого бетона.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Иванов Ф. М., Москвин В. М., Батраков В. Г. и др. Добавка для бетонных смесей — суперпластификатор С-3. — Бетон и железобетон, 1978, № 10.
- Баженов Ю. М. Способы определения состава бетона различных видов М., Стройиздат, 1975.
- Каприелов С. С. Влияние суперпластификатора С-3 на технологические характеристики бетонной смеси. — В кн.: Бетоны с эффективными суперпластификаторами. М., НИИЖБ, 1979.
- Малинина Л. А., Шумилина В. Ф. О расходах цемента в мелкозернистых бетонах на мелких песках. — Бетон и железобетон, 1980, № 8.

УДК 691.327:666.973.2:69.022.3

Ю. А. РОГАТИН, канд. техн. наук; Н. А. АЛЕКСАНДРОВА, инж. (НИИЖБ)

## Эффективность применения легких бетонов с пониженной объемной массой для наружных стен

В последние годы при участии НИИЖБ разработаны рабочие чертежи стеновых панелей животноводческих и птицеводческих зданий: «Стеновые двухслойные панели и блоки из легких бетонов для сельскохозяйственных зданий (серия 1.832-5); «Двухслойные стеновые легкобетонные панели повышенной заводской готовности

для сельскохозяйственных зданий» (серия 1.832. 1-10); «Однослойные пенополистиролбетонные стеновые панели повышенной заводской готовности для сельскохозяйственных зданий (для экспериментального строительства).

Керамзитобетонные панели рассчитаны на применение в зданиях со слабо- и среднеагрессивной средой при от-

носительной влажности воздуха внутри помещений не более 85%, а керамзитоперлитобетонные и полистиролбетонные панели — только при  $\phi \leq 75\%$ .

Исследованиями оценено влияние снижения объемной массы материалов в зависимости от вида легкого бетона на технико-экономические показатели стеновых панелей при различных конструктивных решениях. Для объемной массы бетона 700, 800, 900 кг/м<sup>3</sup> приняты следующие составы:

керамзитобетон — цемент марки М400 — 200 кг; керамзит — 0,95 м<sup>3</sup> ( $\gamma$  300, 400, 500 кг/м<sup>3</sup>); керамзитовый песок — 0,4 м<sup>3</sup> ( $\gamma$  450, 550, 650 кг/м<sup>3</sup>); добавка ЦНИИПС-1 — 0,27 кг; вода — 240 л;

керамзитоперлитобетон — цемент марки М400 — 230 кг; керамзит — 0,957 м<sup>3</sup> ( $\gamma$  300, 400, 500 кг/м<sup>3</sup>), керамзитовый

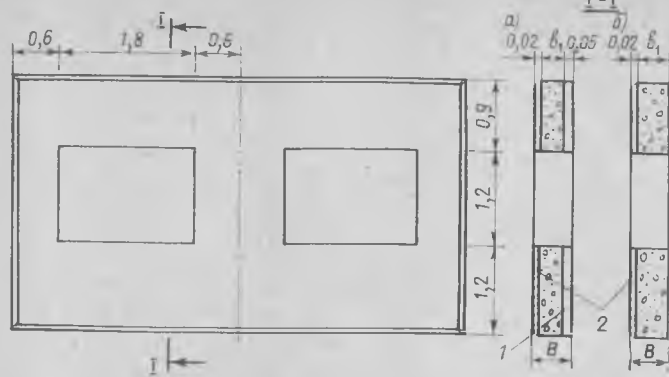


Схема наружной стеновой панели укрупненной разрезки из керамзитобетона или керамзитоперлитобетона (а) и из полистиролбетона (б)  
1 — внутренний защитный слой из легкого бетона ( $\gamma=1800 \text{ кг/м}^3$ ); 2 — наружный фактурный слой цементно-песчаного раствора

песок —  $0,65 \text{ м}^3$  ( $\gamma 300 \text{ кг/м}^3$ ); добавка ЦНИИПС-1 —  $0,345 \text{ кг}$ ; вода —  $246 \text{ л}$ ; полистиролбетон — цемент марки М500—490, 500, 510 кг; кварцевый песок —  $0,1; 0,15; 0,2 \text{ м}^3$ ; полистирол вспененный —  $1,05; 1; 0,95 \text{ кг}$ ; добавка ЦНИИПС-1 —  $0,735; 0,75; 0,765 \text{ кг}$ ; вода —  $140, 150, 160 \text{ л}$ .

Панели армировали элементами из стали класса А-III и Вр-I.

На рисунке показано сечение панелей в зависимости от вида легкого бетона. При этом рассматривали штучные панели мелкой ленточной разрезки размерами  $0,9 \times 6; 1,2 \times 1,5; 1,2 \times 0,75; 1,2 \times 6$  м и укрупненные высотой на этаж с проемами. Толщину панелей в зависимости от объемной массы бетона устанавливали теплотехническим расчетом с учетом климатических показателей, соответствующих Москве и Московской области и эксплуатационным условиям помещений.

Кроме того, выявляли влияние укрупнения стеновых панелей до высоты этажа здания на экономическую эффективность наружной стены в сравнении с соответствующим набором мелкоштучных панелей, ленточной разрезки. За панель укрупненной разрезки принимали панель размером  $6 \times 3,3$  м (см. рисунок) с двумя оконными проемами общей площадью  $4,3 \text{ м}^2$ , а панель-аналог — таких же размеров, но с од-

ним проемом площадью  $4,5 \text{ м}^2$ , состояла из четырех мелких панелей. За определяющий показатель экономической эффективности принимали приведенные затраты, которые рассчитывали в соответствии с СН 509-78; себестоимость конструкций «в деле» определяли по Руководству [1]. При этом стоимость транспортных затрат, связанных с перевозкой панелей к месту монтажа, принимали из условия доставки автомобильным транспортом на расстояние  $100 \text{ км}$ , что характерно для таких конструкций и современной дальности перевозки сборных железобетонных конструкций в сельской местности. Расчет капитальных вложений учитывал затраты, направленные на организацию производства стеновых панелей, а также в сопряженные отрасли. При расчете нормы удельных капитальных вложений принимались по Руководству [2]. Издержки при эксплуатации учитывали только затраты на отопление. При этом затраты на тепловую энергию за нормативный срок окупаемости капитальных вложений определяли по СНиП II-3-79.

В таблице приведены основные технико-экономические показатели для  $1 \text{ м}^2$  панелей различной конструкции в зависимости от объемной массы и вида легкого бетона. Исследования показали, что снижение объемной массы

легкого бетона с  $900$  до  $700 \text{ кг/м}^3$  вызывает уменьшение толщины стеновых панелей при сохранении ими расчетного сопротивления теплопередаче. При этом масса наружных ограждающих конструкций уменьшается на  $20\text{--}46\%$ , расход стали — на  $4\text{--}12\%$ , расход цемента в зависимости от вида легкого бетона — на  $25\text{--}38\%$  в большинстве случаев снижается стоимость. Затраты на отопление практически сохраняют обратную пропорциональность сопротивлению теплопередачи наружных стен при  $R_0^{TP} \approx \text{const}$ .

По приведенным затратам керамзитобетонные панели объемной массой  $800$  и  $900 \text{ кг/м}^3$  эффективнее керамзитобетонных и полистиролбетонных той же объемной массы. На них расходуется меньше цемента, однако стали требуется больше.

При  $\gamma=700 \text{ кг/м}^3$  конструкции панелей из полистиролбетона оказываются на  $5,5\%$  эффективнее панелей из керамзитобетона и на  $14\%$  керамзитоперлитобетонных панелей при приблизительно равных капитальных вложениях. Кроме того, они легче в  $1,6\text{--}2,6$  раза и менее металлоемки, но требуют большего расхода цемента ( $30\text{--}50\%$ ).

Укрупнение стеновых панелей до высоты этажа здания позволяет максимально повысить заводскую готовность панелей и сократить число опалубочных форм. Кроме того, обеспечивается более полная загрузка подъемно-транспортного оборудования и сокращаются затраты на монтаж почти на  $60\%$ . Укрупнение полистиролбетонных панелей дает экономию стали на  $10\text{--}13\%$ . Однако в результате укрупнения керамзитобетонных и керамзитоперлитобетонных панелей расход стали возрастает на  $3\text{--}8\%$ . Это связано с тем, что чертежи серии 1.832.1-10 составлены без учета применения кантователей и неполностью используют возможности по уменьшению расхода стали на конструктивный элемент.

Укрупнение стеновых панелей независимо от вида легкого бетона позволяет сократить приведенные затраты на  $2\text{--}7\%$  в результате снижения затрат, связанных с монтажом панелей.

Легкий бетон	$\gamma$ , кг/м <sup>3</sup>	Толщина панели, мм	Масса конструкции, т/м <sup>2</sup>	Расход цемента, кг/м <sup>2</sup>	Расход стали, кг/м <sup>2</sup>	Себестоимость «в деле», р/м <sup>2</sup>	Затраты на отопление, р/м <sup>2</sup>	Приведенные затраты, р/м <sup>2</sup>
Керамзитобетон	700	300	0,27	46,57	5,54/5,39*	10,99/11,82	5,12	19,49/19,44
	800	300	0,3	46,57	5,54/5,26	10,74/11,29	5,53	19,64/20,18
	900	400	0,39	62,02	6,1/5,63	13,75/14,12	4,65	22,84/23,16
Керамзитоперлитобетон	700	300	0,27	53,55	5,54/5,39	11,89/12,65	5,65	21,19/21,93
	800	300	0,3	53,55	5,54/5,39	11,89/12,65	5,65	21,19/21,93
	900	400	0,4	71,32	6,1/5,63	15,12/15,85	4,84	24,76/25,44
Полистиролбетон	700	200	0,12	71,77	3,46/3,86	10,6/11,11	5,16	18,54/18,97
	800	250	0,17	90,91	3,27/3,77	12,63/14,03	4,88	20,88/22,46
	900	300	0,22	113,33	3,63/4,15	15,01/16,34	4,96	24,06/25,56

\* Перед чертой — для крупноразмерных панелей; после черты — для соответствующих им панелей, собранных из мелкоштучных.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по определению расчетной стоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных конструкций на стадии проектирования. Конструкции производственных сельскохозяйственных зданий и гидромелиоративного строительства. М., Стройиздат, 1975.
2. Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций. М., НИИЖБ, 1976.

## Об итогах Всесоюзного общественного смотре-конкурса на лучшее качество строительства, проведенного в 1981 г.

Госстрой СССР, ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности стройматериалов, Центральное правление НТО стройиндустрии и правление Союза архитекторов СССР приняли постановление об итогах Всесоюзного конкурса на лучшее качество строительства, проведенного в 1981 г. Всесоюзный общественный смотр-конкурс на лучшее качество строительства в 1981 г. проходил в обстановке широко развернутого социалистического соревнования, направленного на выполнение исторических решений XXVI съезда КПСС. Смотр-конкурс способствовал мобилизации коллективов строительных, монтажных и специализированных организаций, комбинатов, трестов и предприятий промышленности стройматериалов и стройиндустрии на дальнейшее улучшение качества конечной продукции, изделий, конструкций и материалов.

Более 2130 коллективов строительных, монтажных, специализированных объединений и трестов, домостроительных и сельских строительных комбинатов, около 350 производственных объединений и трестов промышленности строительных материалов и строительной индустрии и десятки проектных организаций приняли участие в смотре-конкурсе. В его ходе рабочие и инженерно-технические работники внесли около 72 тыс. предложений, направленных на улучшение качества строительства. Свыше 50 тыс. предложений было внедрено в практику.

В организации и проведении смотра-конкурса активное участие приняли организации Минтяжстроя СССР, Минмонтажспецстроя СССР, Миннефтегазстроя, Минэнерго СССР, Главмоспромстроя при Мосгорисполкоме, улучшили организационную работу Росколхозстройобъединение, Главмособлстрой при Мособлсполкоме, Госстрой Украинской ССР, Госстрой Казахской ССР и Госстрой Узбекской ССР.

Недостаточно внимание уделяли проведению смотра-конкурса Минсельстрой СССР, Минпромстрой СССР, Минвостокстрой, Главмосстрой при Мосгорисполкоме, Главлинградстрой при Ленгорисполкоме, Главкиевстрой при Киевгорисполкоме, Главалмаатастрой Совета Министров Казахской ССР, Госстрой Грузинской ССР, Госстрой Азербайджанской ССР, Госстрой Молдавской ССР и Госстрой Туркменской ССР.

Госстрой СССР, ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности стройматериалов, Центральное правление НТО стройиндустрии и правле-

ние Союза архитекторов СССР, рассмотрев предложения Центральной комиссии по проведению и рассмотрению итогов Всесоюзного общественного смотра-конкурса на лучшее качество строительства, в частности, постановили признать победителями и наградить следующие коллективы.

**Дипломами I степени с денежной премией в размере 3000 р. награждены:**

Минское производственное объединение индустриального домостроения имени 50-летия СССР, ПКТВ Минпромстроя Белорусской ССР — за высокое качество строительства крупнопанельных жилых домов в Минске, внедрение прогрессивных конструкций и новых эффективных материалов, системы ОТК в строительстве, хорошие технико-экономические показатели;

Таллинский ДСК имени 60-летия Октября Минстроя Эстонской ССР — за высокое качество строительства 34 жилых и общественных зданий в районах Ласнамяэ и Вяйке-Ыймяэ в Таллине, хорошие технико-экономические показатели;

Ордена Трудового Красного Знамени ДСК № 3 Главмосстроя при Мосгорисполкоме — за высокое качество строительства 16-этажных крупнопанельных жилых домов серии ПЗ/16 в жилых районах Ясенево, Бабушкино, Чертаново, Раменки, 25-этажных жилых домов в Северном Чертанове Москвы, внедрение прогрессивных конструкций, передовых методов труда, эффективное использование комплексной системы управления качеством строительства, хорошие технико-экономические показатели;

Краснопресненский завод железобетонных конструкций ДСК № 1 Главмосстроя при Мосгорисполкоме — за высокое качество выпускаемой продукции, в том числе 18% с государственным Знаком качества, освоение изделий по новым улучшенным сериям, внедрение передовой технологии, комплексной системы управления качеством продукции, хорошие технико-экономические показатели.

**Дипломом II степени с денежной премией в размере 1500 р. награждены:**

Гулькевичский сельский строительный комбинат Росколхозстройобъединения — за высокое качество работ по монтажу объемно-блочных 18-квартирных жилых домов серии ПБКР-2м, внедрение прогрессивных методов производства работ, хорошие технико-экономические показатели;

Производственное объединение Моспещжелезобетон Главмоспромстройматериалов при Мосгорисполкоме — за

высокое качество выпускаемых сборных железобетонных конструкций по всей запланированной номенклатуре, в том числе 18,7% с государственным Знаком качества, освоение изделий на базе нового каталога для инженерных сооружений, хорошие технико-экономические показатели;

завод ЖБИ № 18 Главмоспромстройматериалов при Мосгорисполкоме — за высокое качество выпускаемых сборных железобетонных конструкций для промышленного строительства, в том числе 27% с государственным Знаком качества, освоение новых видов изделий, внедрение прогрессивной технологии и элементов комплексной системы управления качеством продукции.

**Дипломами награждены:**

Светлогорский ДСК производственного объединения Промстроймонтаж Минпромстроя Белорусской ССР — за хорошее качество строительства 15 жилых домов в городах Светлогорске, Мозыре, Речице, рабочем поселке «Сосновый бор» Гомельской обл.;

Брестский ДСК Минпромстроя Белорусской ССР — за хорошее качество строительства жилых домов в городах Бресте, Барановичи, Пинске, Кобрине, в том числе сооруженных по проектам улучшенной серии, в микрорайонах «Восток-3» и «Юго-Восток-3» в Бресте; Чебоксарский ДСК Чувашского территориального управления строительства Минстроя ССР — за хорошее качество строительства 48 объектов жилищно-гражданского назначения в г. Чебоксары, хорошие технико-экономические показатели;

Воркутинский ДСК комбината Печердашхострой Всесоюзного объединения Союзшахтострой. Минуглепрома СССР — за хорошее качество строительства 16 крупнопанельных жилых домов улучшенной серии в г. Воркута;

ДСК № 3 Главкиевгорстроя при Киевском горисполкоме — за хорошее качество строительства 30 крупнопанельных жилых домов в районах массовой застройки Киева;

Опорно-показательный экспериментальный сельский домостроительный комбинат Росколхозстройобъединения — за хорошее качество строительства 362 объектов жилищно-гражданского назначения в колхозах и совхозах Саратовской области;

Производственное объединение Сумжелезобетон республиканского промышленного объединения Укрпромжелезобетон Минпромстроя УССР — за хорошее качество выпускаемых сборных железобетонных конструкций для промышленного и гражданского строительства;

Производственное объединение Киевжелезобетон комбината Киевпромстрой Минпромстроя УССР — за хорошее качество выпускаемых изделий, бетона, стеклопластика и других материалов для промышленного и жилищно-гражданского строительства;

трест Железобетон Главвладивостокстрой Минвостокстроя — за хорошее ка-

чество изготовления железобетонных конструкций для объектов промышленного и жилищно-гражданского назначения.

Строительным министерствам, ведомствам и госстроим союзных республик надлежит обсудить итоги Всесоюзного общественного смотра-конкурса на лучшее качество строительства, проведенного в 1981 году, разработать и осуществить мероприятия по внедрению на стройках и предприятиях передового опыта коллективов, добившихся в ходе смотра-конкурса высокого качества выполняемых строительно-монтажных работ, выпускаемых конструкций, изделий и материалов.

Продолжить работы по повышению технического уровня строительного производства и степени заводской готовности строительных конструкций и изделий, обучению рабочих и инженерно-технических работников передовым методам организаций труда; принять меры по устранению недостатков и причин низкого качества строительства, выявленных в ходе смотра-конкурса, повысить требовательность к качеству выполняемых строительно-монтажных работ и выпускаемых конструкций, изделий и материалов.

## Новые книги

**Пособие по расчету крупнопанельных зданий.** Вып. 5. Расчет вертикальных упругих диафрагм на горизонтальные нагрузки (определение усилий и перемещений). М., Стройиздат, 1982.

Югай Г. П., Илларионов В. Ф. **Экономия и бережливость — дело каждого строителя.** М., Стройиздат, 1982.  
Перельман М. Г. **Управление строительством в европейских странах — членах СЭВ.** М., Стройиздат, 1982.

Косенков Е. Д. **Возведение высотных зданий и сооружений из монолитного железобетона.** Киев, Будивельник, 1982.

Харитонов Н. П., Иванов Ю. А., Глушкова Н. Е. **Кремнийорганические соединения и материалы для повышения долговечности бетона.** Л., Наука, 1982.

Климовский Л. П. **Производство строительных работ в зимнее время.** Справочник. Киев, Будивельник, 1982.

Козлов В. В., Ремейко О. А. **Отделка железобетонных и бетонных изделий.** Учебник для ПТУ. М., Высшая школа, 1982.

Лихтеншпиль Д. М., Лихтеншпиль С. И. **Индустриальная отделка бетонных и железобетонных конструкций.** Киев, Будивельник, 1982.

## Заводское производство

УДК 628.143.1/5:621.78

А. Ф. РУДОЙ, С. М. ТРЕМБИЦКИЙ, А. Г. ГРАЙФЕР, кандидаты техн. наук (ВНИИЖелезобетон)

### Высокотемпературный ускоренный нагрев бетона виброгидропрессованных труб

Основным способом производства железобетонных, напорных труб в нашей стране является виброгидропрессование [1], по которому прессование бетонной смеси и твердение бетона происходит под давлением. Прессующее гидродавление составляет 2,5—3,2 МПа, при этом внутренний слой бетона обжат давлением 2,2—2,9 МПа, а наружный — 0,1—0,15 МПа. Указанные условия твердения бетона позволяют осуществить его форсированный разогрев с целью интенсификации и энергоемкости производства труб.

Технология изготовления железобетонных ВГП труб в настоящее время располагает различными способами термообработки, техническая характеристика которых для труб диаметром 500—1200 мм дана в табл. 1. На большинстве заводов применяется наименее эффективный в технологическом

и энергетическом отношениях способ одностороннего паропрогрева с подачей пара в полость сердечника. Наиболее эффективное использование пара как теплоносителя достигается при двустороннем прогреве бетона в формах с паровой рубашкой. Однако достигнутые в данном случае средний уровень температуры (90°C) и скорость разогрева (30—35°C/ч) не являются предельными при решении задачи ускорения твердения бетона в раннем возрасте и создании оптимальной технологии.

Комплексная оптимизация термообработки ВГП труб с решением технологических энергетических и экологических задач возможна путем электрификации процесса.

Во ВНИИЖелезобетоне разработаны метод и оборудование для электротермообработки труб методом индукцион-

Таблица 1

Способ тепловой обработки виброгидропрессованных труб	Удельный расход энергии		Длительность, ч		Температура бетона, °C	
	тепла, МДж/м³	условного топлива, кг/м³	разогрева	цикла тепловой обработки	верха трубы	низа трубы
Подача пара в полость сердечника	2000—2400	82—98	4—6	10—14	60—70	50—60
Подача пара в полость сердечника и под наружный чехол	2400—2800	98—115	2—3	8—10	80—90	75—85
Эжекционный паропрогрев	1400—1600	58—66	3—5	9—12	75—80	55—65
Подача пара в полость сердечника и в паровую рубашку наружной формы	1200	50	1,5—3	6—8	90—95	85—90
Электротермообработка с индукционным нагревом	470—540	43—50	1—1,5	4—6	95—100	90—95

Таблица 2

Место отбора бетонных проб в цилиндрической зоне трубы	Прочность бетона на растяжение/сжатие, МПа			
	в защитном слое		во внутреннем слое	
	паропрогрев	электронагрев	паропрогрев	электронагрев
Верх (у втулки)	2,7/40	2,7/41	3,5/68	3,4/64
Низ (у раструба)	2,5/37	2,6/38	3,4/64	3,4/64

ного нагрева. Этот метод обеспечивает быстроту и равномерность нагрева, удобное управление тепловым процессом, а также возможность разогрева бетона до температуры выше 100°C [2]. В связи с разработкой и намеченным в текущей пятилетке промышленным освоением этого метода нами было исследовано влияние быстрого и высокотемпературного разогрева бетона на качество труб. Испытания проводились на Запорожском заводе спецжелезобетона Минстройматериалов СССР. Тепловая обработка труб осуществлялась с применением индукционного нагрева и методом паропрогрева путем подачи пара в полость сердечника.

Трубы подвергали индукционному нагреву сразу после опрессовки бетона с помощью трехсекционного телескопического индуктора. Всего было изготовлено более 200 труб диаметром 500 и 1000 мм. Индукционный метод позволил осуществить допустимый в данных условиях экономичный тепловой режим с одноразовым интенсивным теплоподводом к бетону в раннем возрасте. Температура бетона защитного слоя при этом достигала 100—110°C.

Испытания труб на водонепроницаемость при гидростатическом давлении 1,8 МПа и на трещиностойкость при гидростатическом давлении 2,6 МПа

показали, что они удовлетворяют требованиям ГОСТ 12586—74. Кроме гидроиспытания труб исследовали влияние высокотемпературного ускоренного прогрева на качество бетона внутреннего и наружного слоев стенки труб. Пробы бетона отбирали из различных мест трубы и испытывали в возрасте 2—3 мес. Прочность бетона на растяжение оценивали испытанием проб методом раскалывания в соответствии с ГОСТ 8269—64 на механическом индикаторе, разработанном во ВНИИ-Железобетоне. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

Интегральную и дифференциальную пористость бетона определяли, в соответствии с ГОСТ 12730—4—78, по методике, основанной на кинетике водопоглощения (табл. 3). Результаты исследований структурной пористости бетона методом ртутной порометрии приведены в табл. 4.

Анализ данных по прочности и структуре бетона, находящегося при термообработке в обжатом состоянии и подвергнутого быстрому разогреву со скоростью 75—80°C/ч до температуры 90—110°C, показывает, что по сравнению с низкоскоростным и низкотемпературным паропрогревом бетон внутренней части стенки трубы сохранил свои высокие физико-механические показатели, а бетон защитного слоя даже несколько их улучшил.

Высокотемпературный ускоренный прогрев бетона наружного слоя позволил улучшить его структуру и перевести его из класса крупнопористого ( $3 < \lambda \leq 7$ ) в класс среднепористого материала ( $1 < \lambda \leq 3$ ). Из данных табл. 3 и 4 видно, что высокотемпературный прогрев бетона позволил также повысить однородность пор по размерам и уменьшить объем макропор.

Результаты комплексного структурного анализа согласуются с теплофизической гипотезой механизма внутреннего теплового переноса при ускоренном одностороннем нагреве напорных труб и свидетельствуют об оптимальности принятой скорости разогрева, при которой отсутствует перегрев защитного слоя, и водонасыщение бетона под арматурной зоны не превышает предельного значения. Улучшение структурной пористости бетона защитного слоя является результатом уменьшения его водосодержания вследствие термо-влажнопроводности при ускоренном разогреве с температурным градиентом 5—6°C/см в радиальном направлении. Это способствует ускоренному формированию более плотной структуры. Неизотермический влагоперенос в подарматурные слои является также вероятной причиной менее ярко выраженного улучшения структуры бетона этой зоны.

Улучшение физико-механических характеристик бетона защитного слоя имеет большое значение для повышения качества труб и, в первую очередь их долговечности.

#### Вывод

Тепловые режимы с ускоренным высокотемпературным разогревом пресованного бетона напорных труб и последующим остыванием перспективны как одно из эффективных средств снижения удельной энергоемкости процесса не менее чем на 30 кг усл. топлива на 1 м<sup>3</sup> бетона в сравнении с фактическим прогревом; сокращения в 2 раза цикла термообработки и повышения оборачиваемости форм; улучшения структурных и физико-механических свойств бетона и повышения качества изделий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов А. Н., Ционский А. Л. и др. Производство железобетонных напорных виброгидропресованных труб. М., Стройиздат, 1979.
2. Трёмбицкий С. М., Ленский С. Е. Тепловая обработка железобетонных виброгидропресованных труб индукционным нагревом. Сб. трудов ВНИИЖелезобетона, 1978, № 23.

Таблица 3

Зона трубы	Паропрогрев			Электронагрев		
	W, %	$\lambda$	$\alpha$	W, %	$\lambda$	$\alpha$
Втулка	7,24/5,02	3,17/2,03	0,35/0,62	7,44/4,93	1,98/2,13	0,27/0,65
Цилиндр (верх)	6,96/5,67	3,32/2,92	0,28/0,42	6,97/5,47	2,55/2,4	0,16/0,58
Цилиндр (низ)	7,23/5,27	3,46/2,8	0,37/0,22	7,26/5,88	1,72/2,23	0,28/0,38
Раструб	7,67/5,18	3,5/2,08	0,44/0,39	7,09/6,19	2,08/1,95	0,28/0,27
Средние результаты	7,27/5,18	3,36/2,44	0,36/0,43	7,19/5,73	2,08/2,14	0,25/0,43

Примечание. Перед чертой — в защитном слое трубы; после черты — во внутреннем слое трубы.

Таблица 4

Слой бетона трубы	Способ термообработки	Суммарная пористость, см <sup>3</sup> /г × 10 <sup>-2</sup>	Объем пор, см <sup>3</sup> /г · 10 <sup>-2</sup> /%			
			1	2	3	4
Защитный	Паропрогрев	9,64	1,15/11,91	3,2/33,19	4,75/49,27	0,54/5,62
	Электронагрев	7,1	0,27/3,81	0,89/12,53	4,99/70,28	0,95/13,38
Внутренний	Паропрогрев	6,75	0,52/7,7	1,66/24,59	3,78/56,1	0,79/11,7
	Электронагрев	5,27	0,4/7,59	0,77/14,61	3,36/63,75	0,74/14,05

УДК 624.074

Ю. Д. БЫЧЕНКОВ, канд. техн. наук; А. Л. САМОЙЛОВИЧ, инж. (НИИЖБ)

## Особенности расчета прочности сжатых крупноразмерных коробчатых сечений с распределенной арматурой

Повышение этажности жилых и общественных зданий привело к широкому использованию эффективной несущей конструкции — ядра жесткости, чаще всего имеющего коробчатое сечение.

Отличительная особенность ядер жесткости заключается в больших размерах поперечных сечений (до  $12 \times 12$  м) при сравнительно малой толщине стенки (40—70 см). Стержневая арматура стенок, расположенная, как правило, в два ряда, распределена по сечению, ( $\mu = 0,7 \dots 2\%$ ). Одной из задач экспериментально-теоретических исследований прочности сечений ядер жесткости, проведенных НИИЖБ, явилось изучение особенностей их работы при косом внецентренном сжатии. Напряженно-деформированное состояние и прочность коробчатых сечений изучали на крупноразмерных железобетонных образцах, которые моделировали участки ядра жесткости высотой 5 этажей.

Для выявления особенностей расчета прочности крупноразмерных коробчатых сечений рассмотрим два беспроемных образца (рис. 1), изготовленных из бетона марок М200—М250 на известняковом щебне фракции 5—15 мм. Продольное армирование осуществляли стержнями периодического профиля  $\varnothing 6-8A-III$ , в качестве горизонтальной арматуры служила проволока  $\varnothing 4B-I$ . Образцы различались процентом армирования (1,76 и 0,72%).

Образцы испытывали на специальном стенде, позволяющем создавать различные эксцентриситеты приложения сжимающей нагрузки относительно осей поперечного сечения, величины которых (20 и 10 см) обеспечивали сжатие всего поперечного сечения.

Разрушение образцов было хрупким и характеризовалось раздроблением бетона наиболее нагруженных участков сечения, что вызвало выпучивание арматурных стержней в местах разрушения (рис. 2).

Деформации измеряли индикаторами часового типа и датчиками сопротивления, расположенными на внутренней и наружной поверхности бетона, а также на обоих рядах арматурных стержней. По показаниям приборов для каждого этапа загрузки получили значения продольных деформаций, на основе которых, используя характеристики деформативных свойств применяемых материалов, построили эпюры напряжений в стенках образца (рис. 3).

Наряду с экспериментальной определили теоретическую прочность исследуемых сечений как в предположении упругой работы материала, так и с учетом свойств железобетона согласно СНиП П-21-75 [1]. На основе общего случая СНиП составили алгоритм расчета, реализованный затем в виде программы «Ядро» на ЭВМ М-6000 с интерпретирующей системой «Бейсик», что позволило сократить время расчета в 40—50 раз.

Методы расчета, основанные на предположении упругой работы материала, занижают прочность сечения в 1,2—1,4 раза. Расчет по методике норм, учитывающий физическую нелинейность работы железобетона, переоценивает прочность сечений до 10% (см. таблицу). Учитывая большое значение ядра жесткости в многоэтажных зданиях,

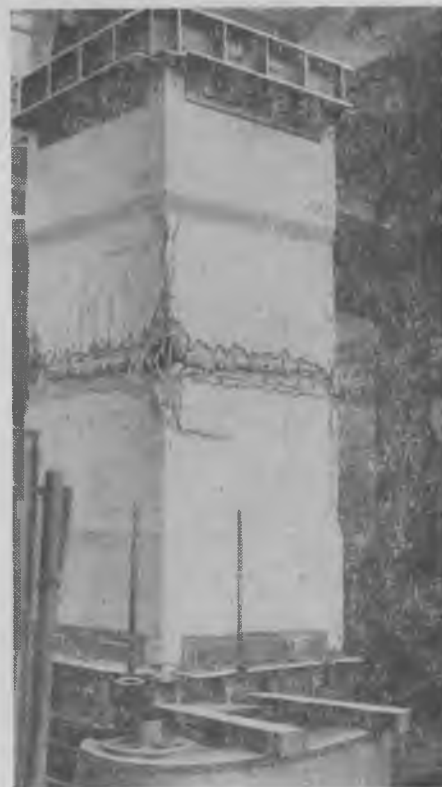


Рис. 2. Характер разрушения опытных образцов

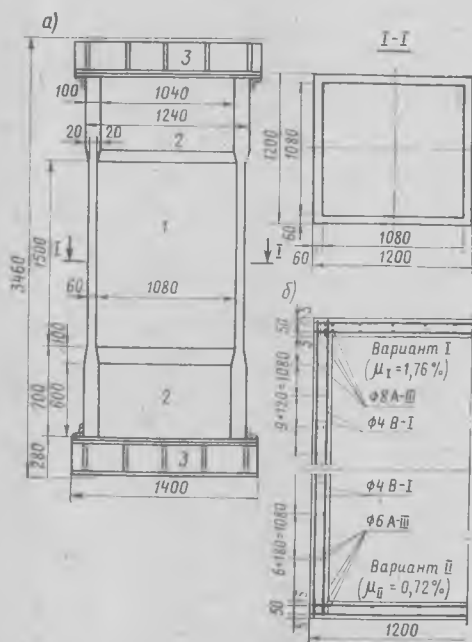


Рис. 1. Конструкция опытных образцов (а) и армирование стенок (б)  
1 — исследуемая часть; 2 — торцевые участки; 3 — стальные опорные плиты

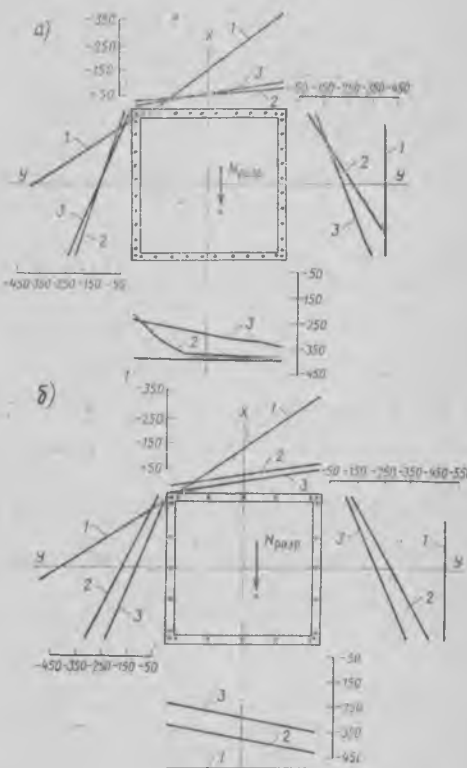


Рис. 3. Эпюры напряжений  $\sigma_{ax}$  в распределенной арматуре сечений  
а — образец № 1; б — образец № 2; 1 — по СНиП П-21-75; 2 — по результатам испытаний; 3 — по формуле (2)

№ образца	Продольная сила, воспринимаемая арматурой, кН			Продольная сила, воспринимаемая бетоном, кН			Разрушающая продольная сила, кН			$N_a$	$N_a$	$N_b$	$N_b$	$N_{разр}$	$N_{разр}$
	опытная	по СНиП	с учетом (2)	опытная	по СНиП	с учетом (2)	опытная	по СНиП	с учетом (2)						
1	975	1458	840	3308	3270	3489	4290	4729	4329	0,67	1,16	1,01	0,95	0,91	0,99
2	460	739	347	3000	2976	3068	3500	3715	3415	0,62	1,33	1,01	0,98	0,94	1,02

очевидна опасность переоценки их прочности.

Проведенный анализ усилий, воспринимаемых в сечениях бетоном и арматурой на различных стадиях загрузки, показал, что отношения опытных усилий в бетоне и арматуре к усилию во всем сечении остаются постоянными вплоть до разрушения. В стадии разрушения арматура фактически воспринимает только 62—67% расчетного усилия, а опытное усилие, воспринимаемое бетоном сечения, близко к расчетному при прямоугольной эпюре напряжений в бетоне сжатой зоны (см. таблицу).

Очевидно, что переоценка СНиП II-21-75 прочности исследуемых сечений вызвана завышением усилия, воспринимаемого арматурой, поэтому необходима корректировка зависимости для вычисления напряжений в стержнях продольной арматуры, т. е. следует добиться соответствия расчетных напряжений фактическим (см. рис. 3).

Известно, что напряжения в сжатой арматуре зависят от предельной деформативности бетона конструкции и определяются по формуле СНиП

$$\sigma_{ai} = \frac{400}{1 - \frac{\xi_0}{1,1}} \left( \frac{\xi_0}{\xi_i} - 1 \right) \quad (1)$$

Однако опытные значения  $\xi_c$ , полученные при центральном сжатии приз-

из бетона образцов, составляли 1,6—1,75%, что подтверждается исследованиями [2]. Таким образом, для бетонов марок М200—М250, чаще всего применяемых в ядрах жесткости из монолитного бетона, предельная деформативность бетона ниже и это следует учитывать при вычислении напряжений в арматуре по формуле (67) СНиП. Кроме того, постоянный коэффициент 1,1 в зависимости (1) не учитывает местоположение арматурных стержней в коробчатом сечении с распределенной арматурой.

Характерная особенность исследуемых сечений заключается в их больших размерах, что позволяет сделать предположение о значительном влиянии местоположения данного стержня в сечении на возникающие в нем напряжения. На основе экспериментальных исследований из зависимости (1) для различных стержней были определены опытные значения  $k$ , которые оказались близкими к отношению  $k = h/h_{oi}$ , используемому в Руководстве [3]. Соответствие исследуемых сечений и имеющих жесткую арматуру не случайно, поскольку в [3] жесткий профиль представляется в виде большого числа стержней, равномерно распределенных по сечению элемента, что совпадает с расположением арматуры в исследуемых сечениях.

Таким образом, зависимость для нахождения напряжений в арматурных

стержнях крупноразмерных коробчатых сечений с распределенной арматурой, соответствующих ядрам жесткости многоэтажных зданий, примет вид

$$\sigma_{ai} = \frac{350}{1 - \frac{\xi_0 h_{oi}}{h}} \left( \frac{\xi_0}{\xi_i} - 1 \right) \quad (2)$$

Расчетная прочность сечений по методике СНиП II-21-75, с учетом предложенной корректировки, оценена по разработанной для расчета на ЭВМ программе «Ядро» после замены зависимости (1) на (2). Анализируя при этом расчетные напряжения в арматурных стержнях, установлено, что они достаточно хорошо совпадают с опытными (см. рис. 3). По расчету все сечение образца сжато и во всех арматурных стержнях возникают сжимающие напряжения. Кроме того, напряжения в арматуре, вычисленные по формуле (2), не превосходят  $\sigma_{\xi} \parallel = 350$  МПа, т. е. применение рекомендуемой зависимости ограничивает напряжения в арматуре величиной  $\sigma_{\xi} \parallel$  в то время как расчет с использованием формулы (1) предполагает дополнительное ограничение  $\sigma_{ai}$ .

В таблице приведено сопоставление опытной и расчетной прочности сечения, а также усилий, воспринимаемых арматурой и бетоном в стадии разрушения, определенных по формуле (2).

#### ВЫВОД

Предложенная корректировка, учитывающая деформативные свойства примененного бетона и особенности исследуемых сечений, позволяет применять общий случай расчета СНиП II-21-75 для сжатых крупноразмерных коробчатых сечений с распределенной арматурой, изготовленных из бетона марок М200—М250.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций. Под ред. А. А. Гвоздева. М., Стройиздат, 1978.
2. Новое о прочности железобетона. Под ред. К. В. Михайлова. М., Стройиздат, 1977.
3. Руководство по проектированию бетонных и железобетонных конструкций с жесткой арматурой. М., Стройиздат, 1976.

## В Госстрое СССР

### Об итогах Всесоюзного социалистического соревнования коллективов организаций Госстроя СССР

В результате широко развернувшегося Всесоюзного социалистического соревнования коллективов проектных, изыскательских и комплексных проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций системы Госстроя СССР за успешное выполнение планов и социалистических обязательств по выполнению решений XXVI съезда КПСС, поддержав инициативу научных работников и проектиров-

щиков института «Гидропроект» имени С. Я. Жука по повышению научно-технического уровня проектирования и снижению на этой основе сметной стоимости строительства и экономии ресурсов, многие организации, взяв дополнительные обязательства за достойную встречу 60-й годовщины образования СССР, обеспечили за счет применения прогрессивных технических решений, эффективных материалов, конструкций

и изделий использования электронно-вычислительной техники, современных средств и методов проектирования перевыполнение плановых заданий, повышение производительности труда, выдачу заказчикам высококачественной проектно-сметной документации с опережением установленных сроков, со снижением материалоемкости, в том числе металлоемкости зданий и сооружений, и расхода тепловых и энергетических ресурсов.

Коллективы 55 проектных, изыскательских и комплексных проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций системы Госстроя СССР выполнили условия Всесоюзного социалистического соревнования.

Рассмотрев итоги соревнования за первое полугодие 1982 г., коллегия



Госстроя СССР и президиум ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов постановили:

1. Признать победителями социалистического соревнования с сохранением переходящих Красных знамен Госстроя СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и промышленности строительных материалов и выплатой первых денежных премий коллективы: Промтрансниипроекта, г. Москва; Промстройпроекта, г. Москва; Союзводоканалпроекта, г. Москвы; Армпроекта, г. Ереван; ЦНИИЭП торговых и туристских комплексов, г. Москва; Киргизгипростроя, г. Фрунзе; Эстгипросельстроя, г. Таллин.

2. Признать победителями социалистического соревнования и награждать переходящими Красными знаменами Госстроя СССР и ЦК профсоюза рабочих строительства и про-

мышленности строительных материалов и выплатой первых денежных премий коллективы: ЦНИИпроектстальконструкции, г. Москва; Казахского Промстройниипроекта, г. Алма-Ата; ЦНИИЭП имени Б. С. Мезенцева, г. Москва; Казгорстройпроекта, г. Алма-Ата; Института проектирования городского строительства Госстроя Литовской ССР; г. Вильнюс; Белнигипросельстроя, г. Минск; МосЦТИСИЗа, г. Москва.

3. Присудить вторые денежные премии коллективам: Приднепровского Промстройпроекта, г. Днепропетровск; Проектного института № 2, г. Москва; Укрпроектстальконструкции, г. Киев; ЦНИИЭП инженерного оборудования, г. Москва; Ворошиловградгражданпроекта, г. Ворошиловград; Молдгипростроя, г. Кишинев; Севзагипросельхозстроя, г. Калинин; Грузгипросельстроя, г. Тбилиси; УкрвостокГИИН-

ТИЗа, г. Харьков; КазГИИЗа, г. Алма-Ата.

4. Отметить хорошую работу коллективов: Днепрпроектстальконструкции, ЦНИИпромзданий, Узгипротяжпрома, Харьковского Сантехпроекта, Казахского Промтранспроекта, Азгоспромпроекта, Харьковского Промтрансниипроекта, Белпромпроекта, Латгипропрома, Молдгипропрома, Эстпромпроекта, КиевЗНИИЭПа, КиевНИИПрогростроительства, Крымниипроекта, Запорожгражданпроекта, Белгоспроекта, УзНИИПрогростроительства, Казсельсельпроекта, Казграждансельпроекта, Азгоспроекта, Эстонпроекта, Приволжгипросельхозстроя, СевкавЗНИИЭПсельстроя, Тулагипросельхозстроя, Горьковгипросельхозстроя, Южгорсельпроекта, СевкавТИСИЗа, ЛенТИСИЗа, ВостокГИИЗа, МолдГИИНТИЗа, ТаджикГИИНТИЗа.

УДК 624.072.33:631.2

Складчатые рамно-панельные конструкции сельскохозяйственных производственных зданий/В. С. Бартев, В. И. Воронов, В. А. Жилин, А. И. Коровов. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 7—8

Описаны железобетонные складчатые рамно-панельные конструкции повышенной заводской готовности. Приведена методика их расчета, подтвержденная экспериментальными исследованиями. Изложена технология их изготовления и монтажа. Показана эффективность внедрения этих конструкций при строительстве Владимирской птицефабрики. Ил. 3, табл. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 624.072.33:631.2

Рамные конструкции сельских зданий/А. И. Мангушев, Т. Н. Любомирова, И. Н. Котов, Е. С. Гейлер. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 9—10

Даны основные сведения по проектированию и корректировке типовых чертежей железобетонных рам для однопролетных сельских зданий с уклоном кровли 1:4, пролетами 12, 18 и 21 м. Расход арматуры при этом снижен на 5—10%. Приведены данные по конструктивным решениям облегченных рам и рам увеличенных пролетов и определены направления расширения применения рам в сельском строительстве. Ил. 2, список лит.: 2 назв.

УДК [69.024.81+69.025.22]632.2

Назаренко В. Г., Заренина Т. С., Якушин В. А. Преднапряженные прогоны и балки для сельского строительства. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 13—14

Рассматривается конструкция прогона для покрытий с асбестоцементной кровлей, главные оси инерции которого максимально сближены с плоскостью действия внешней нагрузки. Это позволило уменьшить влияние скатной составляющей усилий и сократить расход бетона на 17% и стали от 14 до 50%.

Приводится конструкция преднапряженных железобетонных балок пролетами 9 и 12 м, переменной высоты. Рациональное сечение балок позволяет в среднем экономить 20% бетона и 27% арматурной стали. Ил. 3, табл. 2.

УДК 624.073.7:631.2

Облегченные плиты покрытий сельскохозяйственных зданий/И. М. Сперанский, Ф. А. Иссерс, И. Н. Котов, А. А. Казак. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 15—16

Рассмотрены современные конструкции облегченных плит покрытий сельских производственных зданий. Приводятся результаты экспериментальной проверки, основные сведения по номенклатуре и области их применения. Ил. 2, табл. 2.

УДК 69.025:691.115:674.816.2

Кудрявцев А. А., Беленький Ю. С. Плиты перекрытий со слоем из арболита. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 16—17

Рассмотрены новые конструкции плит перекрытий из арболита для жилых домов и плиты покрытий для производственных зданий. Приведены результаты их испытаний при кратковременной и длительной нагрузке. Ил. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 691.022—413:631.2

Стеновые панели для производственных сельскохозяйственных зданий/В. А. Заренин, А. Г. Ферджулян, Л. С. Евстифеева, А. А. Евдокимов. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 18—19

Проведен краткий анализ конструктивных решений стеновых панелей сельскохозяйственных производственных зданий. Изложены соображения по проектированию и даны некоторые результаты экспериментально-теоретических исследований стеновых панелей с применением преднапряжения рабочей арматуры. Ил. 2.

УДК 691.327:631.2

Пурган А. И., Сотникова О. В., Заренин В. А. Сборные элементы технологического назначения для сельскохозяйственных производственных зданий. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 20—21

Разработаны облегченные конструкции железобетонных решеток для полов свиноводческих помещений и зданий крупного рогатого скота. Предложенные решения позволили снизить массу изделий и расход материалов в результате уменьшения толщины изделий и учета совместной работы планок. Разработаны экспериментальные ограждения боксов для крупного рогатого скота вместо металлических. Рис. 3, табл. 1.

УДК 69.025.3:691.327:666.973.2:728.96

Богословский Б. М., Топчян Д. Н. Сборные полы из легкого бетона для животноводческих помещений. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 21—22

Приведена технология изготовления керамзитобетонных гидрофобизованных плит, даны их размеры, физико-механические свойства и оптимальный состав бетона.

Плиты предназначены для полов (вместо деревянных) в местах содержания животных (крупного рогатого скота и свиней). При этом вдвое снижаются трудозатраты на устройство и на 2—3 р. стоимость 1 м<sup>2</sup> пола, а его долговечность возрастает в 3—4 раза. Табл. 1.

УДК 693.542.4

Свойства мелкозернистых смесей и бетонов с добавкой суперпластификатора/В. Г. Батраков, Ф. А. Иссерс, Р. Л. Серых, С. И. Фурманов. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 22—23

Приведены результаты исследования технологических свойств мелкозернистых бетонных смесей с добавкой суперпластификатора С-4 и прочностных и деформативных характеристик на их основе. Показано, что добавка С-4 не снижает прочностные свойства и не влияет на призмную прочность, модуль упругости мелкозернистых бетонов. Ил. 3, табл. 2, список лит.: 4 назв.

УДК 691.327:666.973.2:69.022.3

Рогатин Ю. А., Александрова Н. А. Эффективность применения легких бетонов с пониженной объемной массой для наружных стен. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 24—25

Изложены вопросы, связанные с оценкой влияния снижения объемной массы материалов с 900 до 700 кг/м<sup>3</sup> в зависимости от вида легкого бетона и конструктивного решения стеновой панели. Ил. 1, табл. 1, список лит.: 2 назв.

УДК 624.074

Быченков Ю. Д., Самойлович А. Л. Особенности расчета прочности сжатых крупнозернистых коробчатых сечений с распределенной арматурой. — Бетон и железобетон, 1982, № 10, с. 29—30

Приведены результаты экспериментальных исследований и рассмотрены особенности определения напряжений в арматуре крупнозернистых коробчатых сечений с распределенной арматурой в стадии разрушения. Проведена корректировка зависимости СНиП II-21-75 для нахождения напряжений в арматуре, учитывающая деформативные свойства бетона и местоположение стержня в сечении. Сопоставлены опытные данные с расчетом по СНиП II-21-75 до и после рекомендуемой корректировки. Ил. 3, табл. 1, список лит.: 3 назв.

Zlobin G. P. Development of capital construction and building industry in the Ukraine  
 Danilenko V. D. State and challenge of the future development of rural construction  
 Bartenev V. S., Voronov V. I., Zhilin V. A., Korobov A. I. Folded frame-panel structures for buildings of agricultural industry  
 Mangushev A. I., Lyubomirov T. N., Kotov I. N., Geiler E. S. Frame structures of rural buildings  
 Shevchuk N. L., Shevchuk K. I. Load-bearing frame structures of agricultural buildings  
 Nazarenko V. G., Zarenina T. S., Yakushin V. A. Prestressed girders and beams for rural construction  
 Speransky I. M., Issers F. A., Kotov I. N., Kazak A. A. Light-weight roof slabs of agricultural buildings  
 Kudryavtsev A. A., Belenky Yu. S. Floor slabs with layer from arbolite  
 Zarenin V. A., Ferdzhulyan A. G., Evstipheeva L. S., Evdokimov A. A. Wall panels for buildings of agricultural industry  
 Tsurgan A. I., Sotnikova O. V., Zarenin V. A. Precast members of technological purpose for buildings of agricultural industry  
 Bogoslavsky B. M., Topchyan D. N. Precast floors from light-weight concrete for live-stock farms  
 Batrakov V. G., Issers F. A., Serykh R. L., Furmanov S. I. Properties of finegrained mixes and concretes with superplasticizer admixture  
 Rogatin Yu. A., Aleksandrova N. A. Application efficiency of light-weight concretes with reduced volumetric mass for external walls  
 Bychenkov Yu. D., Samoilovich A. L. Peculiarities of strength design for compressed large-sized box section with distributed reinforcement

Zlobine G. P. Le developpement des grands travaux et de l'industrie de construction en Ukraine  
 Danilenko V. D. L'etat et les perspectives de developpement de la construction dans le village  
 Bartenev V. S., Voronov V. I., Zhiline V. A., Korobov A. I. Les structures plissees de portiques-panneaux des batiments de l'industrie agricole  
 Mangouchév A. I., Lubomirov T. N., Kotov I. N., Geiler E. S. Les structures de portiques des batiments ruraux  
 Nazarenko V. G., Zarenina T. S., Jakouchine V. A. Les poutres principales precontraintes et les poutres pour la construction rurale  
 Speransky I. M., Issers Ph. A., Kotov I. N., Kazak A. A. Les dalles allegees des revetements des batiments ruraux  
 Koudrjavtsev A. A., Belenky Yu. S. Les dalles des recouvrements avec une couche en arbolithe  
 Zarenine V. A., Pherdzhouljan A. G., Evstipheeva L. S., Evdokimov A. A. Les panneaux muraux pour les batiments de l'industrie agricole  
 Tsurgan A. I., Sotnikova O. V., Zarenine V. A. Les elements prefabriques de destination technologique pour des batiments de l'industrie rurale  
 Bogoslovsky B. M., Toptchjan D. N. Les sols prefabriques en beton léger pour locaux d'elévage  
 Batrakov V. G., Issers Ph. A., Serykh R. L., Phourmanov S. I. Les propriétés des melanges à grains fins et des betons avec l'addition de superplastifiant  
 Rogatine Yu. A., Aleksandrova N. A. L'efficacité de l'application des betons légers avec une masse volumique diminuée pour les murs extérieurs  
 Bytchenkov Yu. D., Samoylovitch A. L. Les particularités de calcul de la résistance des sections comprimées de grandes dimensions avec des armatures distribuées

Slobin G. P. Entwicklung des Investitionsbaues und der Bauindustrie in der Ukraine  
 Danilenko W. D. Zustand und Entwicklungsperspektiven des Bauwesens auf dem Lande  
 Bartenjow W. S., Woronow W. I., Shilin W. A., Korobow A. I. Rahmen-Plattenfalltenkonstruktionen für landwirtschaftliche Produktionsgebäude  
 Manguschew A. I., Ljubomirov T. N., Kotow I. N., Gejler Je. S. Rahmenkonstruktionen für ländliche Gebäude  
 Schewtschuck N. L., Schewtschuck K. I. Tragkonstruktionen der Gerippe für landwirtschaftliche Gebäude  
 Nasarenko W. G., Sarenina T. S., Jakuschin W. A. Vorgespannte Unterzüge und Balken für ländliches Bauwesen  
 Speranski I. M., Issers F. A., Kotow I. N., Kasack A. A. Erleichterte Dachplatten für landwirtschaftliche Gebäude  
 Kudrjawzew A. A., Belenki Ju. S. Deckenplatten mit Schicht aus Arbolit  
 Sarenin W. A., Ferdshuljan A. G., Jewstifejewa L. S., Jewdokimow A. A. Wandplatten für landwirtschaftliche Produktionsgebäude  
 Tsurgan A. I., Sotnikowa O. W., Sarenin W. A. Vorgefertigte Elemente von technologischer Bestimmung für landwirtschaftliche Produktionsgebäude  
 Bogoslovski B. M., Toptschjan D. N. Vorgefertigte Fussböden aus Leichtbeton für Viehzuchtträume  
 Batrakov W. G., Issers F. A., Serych R. L., Furmanow S. I. Eigenschaften der feinkörnigen Gemische und Betone mit Zusatzmittel des Superplastifikators  
 Rogatin Ju. A., Aleksandrova N. A. Anwendungsnutzen von Leichtbetonen mit gesenkter Volumenmasse für Aussenwände  
 Bytschenkow Ju. D., Samojlowitsch A. L. Besonderheiten der Festigkeitsberechnung von gedrückten grossformatigen Kastenquerschnitten mit Verteilungsbewehrung

Редакционная коллегия: И. Н. Ахвердов, Ю. М. Баженов, В. Н. Байков, А. И. Буракас, А. С. Векшин, Ю. В. Волконский, А. А. Гвоздев, А. М. Горшков, П. А. Деменюк, В. Т. Ильин, Н. М. Колоколов, М. Г. Костюковский, В. В. Михайлов, К. В. Михайлов (главный редактор), В. М. Москвин, Д. А. Паньковский, В. С. Подлесных, Б. Я. Рискинд, С. И. Сименко, В. В. Судаков, Д. М. Чудновский, А. А. Шлыков (зам. главного редактора)

Технический редактор Сангурова Е. Л.

Корректор Стигнева О. В.

Сделано в набор 13.08.82.  
 Формат 60×90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>  
 Тираж 14695 экз.

Печать высокая

Подписано в печать 22.09.82.  
 Усл. печ. л. 4,0 Усл. кр.-отт. 4,75

Т-16959  
 Уч.-изд. л. 5,65  
 Заказ 344

Адрес редакции:  
 101442, ГСП, Москва, К-6. Каляевская, 23а  
 Тел. 258-18-54, 258-24-76

Подольский филиал производственного объединения «Периодика» Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

# Авторские свидетельства

№ 43\*

№ 882751. В. Л. Эпштейн, Ю. А. Хейло, П. Г. Ройзин и др. Днепропетровский филиал НИИСП. Технологическая линия для изготовления строительных изделий.

№ 882964. А. В. Макарец, Ю. П. Ожгибесов, Р. Д. Азелицкая и П. А. Бридня. Южный зональный проектный и научно-исследовательский ин-т сельского хозяйства. Пенообразователь для поризации бетонной смеси.

№ 882965. А. Н. Пименов, И. Е. Пуляев, В. А. Отрепьев и др. НИИЖБ. Бетонная смесь для изготовления химически стойких конструкций и изделий.

№ 882966. Я. И. Швидко. МИИП. Полимербетонная смесь.

№ 883289. Д. А. Шмуклер. Конструкция легкосбрасываемой кровли.

№ 883296. Г. В. Климчук, В. Г. Ивашин и Н. В. Чудракова. Минский опытный механический з-д «Строймаш».

Пневматический бетононасос.

№ 883463. А. Г. Миньков, А. С. Николаев, А. А. Погребинский и В. С. Ржанников. Казахский филиал Гидропроекта. Загрузочное устройство к установке для набрызга бетона.

№ 883464. В. А. Иванов, В. А. Ходощ, В. Н. Навельев и др. СКТБ Главтоннельмострострой. Передвижная опалубка.

№ 44

№ 885016. А. В. Домбровский, Ю. Я. Новаков, И. П. Сажнев и др. НИИИсиликатобетон. Устройство для формования изделий из бетонных смесей.

№ 885017. Л. И. Эпштейн. НИЛ ФХММ и ТП. Способ формования бетонных изделий.

№ 885018. Ю. К. Ионов и А. Ф. Шевченко. Днепропетровский ИСИ. Виброплощадка для уплотнения бетонной смеси.

№ 885019. П. П. Аузиньш. Рижский политехнический ин-т. Устройство для уплотнения бетонных смесей в форме.

№ 885027. В. Т. Дюбков. Харьковский ин-т механизации и электрификации сельского хозяйства. Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.

№ 885028. Х. А. Лапсиньш, Р. Е. Дауксте и К. К. Брукштейн. СПКО Оргтехстром. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 885029. Д. С. Ионис и Э. В. Артынский. Кишиневгорпроект. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 885030. И. Д. Черненко. Формовочный отсек кассетной установки для изготовления строительных изделий.

№ 885034. В. М. Скрипник, Е. Б. Терехов и А. Г. Шмелев. ПКТБ Узводриборавтоматика. Сердечник установок для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.

№ 885035. Ю. В. Науменко, Н. Д. Галканова, Ф. И. Бовчалюк и Т. В. Борисова. Укрнииводхоз. Центрифуга для формования тел вращения из бетонных смесей.

№ 885036. Ю. В. Науменко, Н. Д. Галканова, Ф. И. Бовчалюк и Т. В. Борисова. Укрнииводхоз. Центрифуга для формования тел вращения из бетонных смесей.

№ 885184. Р. А. Марусяк, Б. М. Курилко, Б. М. Шемердяк и др. Кадушский научно-исследовательский филиал ВНИИгалургии. Бетонная смесь.

№ 885186. Ю. П. Горлов, Б. У. Седунов и Э. И. Гусев. МИСИ. Огнеупорная бетонная смесь.

№ 885187. А. Ф. Польща, А. А. Долгих, А. С. Мирошниченко и др. ВНИИмехчермет. Сырьевая смесь для жаростойкого торкрет-бетона.

№ 885189. А. С. Пополов и Л. Н. Пинчук. Гипродорнии. Способ приготовления бетонной смеси.

№ 885190. Н. А. Камерлох. ЛенЗНИИЭП. Легкобетонная смесь.

№ 885191. Я. Г. Гасанов, А. П. Меркин и А. М. Краснов. Ин-т сейсмостойкого строительства Госстроя ТССР. Сырьевая смесь для изготовления ячеистого бетона.

№ 885199. Л. И. Киркач, Б. М. Радвинский, Л. И. Овчаренко и В. И. Ткаченко. Харьковский политехнический ин-т. Кислотоупорная бетонная смесь.

№ 885204. В. Г. Селяев, В. И. Соломатов, В. Т. Ерофеев и др. Мордовский государственный ун-т. Полимербетонная смесь.

№ 885205. А. К. Даловский, Н. Л. Полейко, А. П. Папков и др. Белорусский политехнический ин-т. Полимербетонная смесь.

№ 885209. А. В. Андреев, Г. П. Долотов, Е. А. Кондаков и др. ЗИЛ. Огнеупорная бетонная смесь.

№ 885229. Ю. И. Орловский, Н. И. Мовчан, В. П. Манзий и Е. В. Юрьева. Львовский филиал Укрниистромпроекта. Способ изготовления бетонных изделий.

№ 885230. Р. Я. Бергс и К. К. Лукстыньш. СПКО Оргтехстром. Установка для термической обработки бетонных изделий.

№ 885231. В. М. Васильев, В. И. Мирошниченко, С. Ф. Бугрим и др. ВЗИСИ. Способ тепловой обработки бетонных изделий.

№ 885232. А. М. Шикирянский, Б. С. Бобров и В. И. Ильин. Уралнистромпроект. Способ термообработки бетонных изделий.

№ 885233. М. М. Масленников и В. И. Иванов. Средневожский филиал БВ ЦНИИОМТП. Устройство для нагрева и транспортировки бетонной смеси.

№ 885419. А. В. Швецов, В. Б. Судаков, Н. Ф. Щавелев и Ю. П. Корнев. ВНИИГ. Бетонная гравитационная плотина.

№ 885435. А. И. Слепеньков. Свердловский архитектурный ин-т. Устройство для формования бетонной сваи.

№ 885450. И. С. Мещеряков. Фундаментный железобетонный блок.

№ 885471. И. Е. Пинский, А. П. Савченко и В. Ф. Якущенко. Новокузнецкое отделение Уралнистром. Сборная железобетонная рама подземной части зданий.

№ 885490. В. Н. Тулюсев и А. П. Карпов. Магнитогорский горно-металлургический ин-т. Строительный элемент.

№ 885496. А. И. Будников. ВНПО Союзжелезобетон. Устройство для образования анкеров и стыков на арматурных стержнях.

№ 885500. В. Г. Геркен, В. М. Рудой и Л. А. Абрамсон. ЦНИИЭП жилища. Способ возведения здания из монолитного железобетона.

№ 885501. В. А. Чариков, А. Я. Перчиков и А. Е. Богданов. Куйбышевский филиал Индустройпроекта. Устройство для навивки арматуры на изделия типа сердечников железобетонных труб.

№ 45

№ 887170. А. Т. Маркин, В. П. Топорков и В. В. Перепелкин. Алма-Атинский ДСК. Виброударная площадка для уплотнения изделий из бетонных смесей.

№ 887171. В. П. Штепа, В. М. Гене и Ю. К. Ионов. Днепропетровский инженерно-строительный ин-т. Виброплощадка для уплотнения бетонных смесей в форме.

№ 887172. Ю. В. Чеховский, В. Д. Ракитянский, А. Л. Климашин и др. НИЛ ФХММ и ТП. Устройство для формования изделий из бетонных смесей.

№ 887174. А. И. Конопленко и Н. Г. Ильиченко. Днепропетровский ИСИ. Способ изготовления бетонных изделий.

№ 887176. И. Н. Князев, А. Г. Карпов, Б. П. Мошеви и др. ЛИСИ. Форма для изготовления изделий из газобетона.

№ 887182. Е. Б. Терехов и В. М. Скрипник. Форма для изготовления железобетонных изделий.

№ 887184. Ю. С. Зятьков, В. Ф. Никитин, А. Е. Кучавых и А. Д. Павленко. КТБ Стройиндустрии. Устройство для изготовления железобетонных изделий.

№ 887187. П. М. Б. Юсуфов, Н. Н. Османов и М. А. Радзивилловский. Азербайджанский ИСИ. Смазка для металлических форм.

№ 887188. И. И. Федьнин, Г. Р. Боровик и Н. П. Пуляевский. Новокузнецкое отделение Уралнистром, Комплексная тематическая экспедиция Западно-Сибирского геологического управления и з-д ЖБК № 4 треста Стройиндустрия комбината Сибметаллургстрой. Смазка для металлических форм.

№ 887189. М. Ю. Звоницкий, М. К. Ерохин, К. А. Богданов и Н. И. Жук. Смазка для форм.

№ 887193. А. И. Семенов, Ю. Н. Рябов и В. К. Шариков. Гипростром-маш. Бетоноукладчик.

№ 887195. А. Г. Шмелев, В. М. Скрипник, Е. Б. Терехов и В. Е. Ефремов. Сердечник установок для формования трубчатых изделий из бетонных смесей.

№ 887196. Д. Н. Гамза, А. Г. Вандоловский, Н. К. Карапетов и др. Индустройпроект и Харьковский отдел ВНИИводго. Устройство для формования раструбных труб из бетонных смесей.

\* См.: Открытия, изобретения, промышленные образцы, товарные знаки, 1981.

- № 887197. Л. В. Балкевич, Д. Н. Гамза, А. С. Денисов и др. Теплопроект и ВНИО Союзжелезобетон. Установка для формирования трубчатых изделий из бетонных смесей.
- № 887507. А. А. Пашенко, В. В. Чистяков и Ю. М. Дорошенко. КиевЗНИИЭП жилища. Бетонная смесь.
- № 887509. В. И. Соломатов, М. К. Тахиров, С. З. Сарницкая и др. ТашИИТ. Бетонная смесь.
- № 887510. Ю. Г. Мещеряков, А. С. Григорьева, Н. Я. Новотельнова и др. ЛИСИ. Бетонная смесь.
- № 887512. Р. П. Вазгис, М. М. Каминская, К. Ю. Григайтис и др. Строительно-монтажный трест Каунастрой. Бетонная смесь.
- № 887513. Р. А. Марусяк, Л. П. Смык, В. П. Нестор и др. Калужский филиал ВНИИгалургии. Бетонная смесь.
- № 887514. И. А. Ощепков, Э. И. Эльберт и И. В. Сеселкин. Кузбасский политехнический ин-т. Комплексная добавка в бетонную смесь.
- № 887515. Л. П. Мосейкова, Н. В. Манзырев и М. М. Кришталь. Красноярский филиал ВНИИстрома. Бетонная смесь.
- № 887516. Н. И. Зощук, А. Е. Бабин, А. Л. Глуховеров и И. Г. Влащенко. Белгородский технологический ин-т строительных материалов. Способ приготовления бетонной смеси.
- № 887517. Г. М. Б. Абдуллаев, М. М. Гусейнов, В. А. А. Мустафаев и др. Ин-т хлороорганического синтеза АН АЗССР. Ячеистобетонная смесь.
- № 887518. Р. И. Барангулов, В. В. Бабков, В. А. Максименко и Г. С. Колесник. НИИпромстрой. Бетонная смесь.
- № 887519. Н. И. Зощук, В. С. Малыгина, В. С. Филонич и В. В. Владимиров. Белгородский технологический ин-т строительных материалов. Способ приготовления бетонной смеси.
- № 887521. Р. А. Марусяк, А. С. Малахов, Б. М. Шемердяк и др. Калужский филиал ВНИИгалургии и ПО Хлорвинил. Сырьевая смесь для изготовления кислотоупорного бетона.
- № 887522. И. В. Баранник, Г. С. Долгинская и Т. А. Прямова. Полимербетонная смесь.
- № 887523. О. В. Тимофеев, В. Л. Трушко и Ф. Л. Гаврилов. Ленинградский горный ин-т. Пластобетонная смесь.
- № 887528. П. В. Букринский, В. И. Бут-Гусаим, Ю. В. Иткин и др. Ин-т горючих ископаемых. Способ получения пористых заполнителей для бетонов.
- № 887543. Ю. М. Баженов, Ю. В. Егоров, В. М. Косарев и Ю. В. Ефремов. МИСИ. Установка для пропитки бетонных и железобетонных изделий.
- № 887544. Г. В. Капитонов, К. Г. Манаенко, А. И. Петров и Н. И. Бородин. ТашИИТ. Способ защиты поверхности свежесформованной бетонной конструкции.
- № 887545. Л. Ф. Глущенко, Н. Ф. Лисицкий, И. И. Селиванов и А. Н. Плугин. КИСИ. Устройство для разогрева бетонной смеси.
- № 887547. Л. Ф. Глущенко, В. И. Горшков, В. П. Ткачук и Н. Ф. Лисицкий. КИСИ. Устройство для разогрева бетонной смеси.
- № 887750. М. Е. Русанов и Е. М. Семижонов. Харьковское отделение Теплоэлектропроекта. Стыковое соединение железобетонных элементов.
- № 887753. П. А. Жуковецкий. Волжское отделение Госхимпроекта. Уплотнительная прокладка деформационных швов бетонных конструкций.
- № 887757. Н. С. Баранов и Б. А. Смотрицкий. ПИ № 2 Госстроя СССР. Каркасная стена.
- № 887759. К. М. Матвеев, Ю. Г. Вострокнутов и А. Т. Власкин. Промстройпроект. Сборное железобетонное покрытие здания.
- № 887760. В. Н. Шаишмелашвили и Н. А. Шаишмелашвили. ТблЗНИИЭП. Железобетонная оболочка.
- № 887767. В. И. Иванов. Московский научно-исследовательский и проектный ин-т по сельскому строительству. Составная панель из ячеистого бетона.
- № 887774. М. А. Хромов. ЦНИИЭП жилища. Пол на железобетонных панелях перекрытия.
- № 887775. Б. М. Богословский, В. А. Заренин и Ю. В. Парфиров. ЦНИИЭПсельстрой. Элемент стойла.
- № 887783. В. И. Гуйтур и Н. В. Гуйтур. Николаевский филиал Одесского ИСИ. Устройство для формирования изделий из бетонных смесей.
- № 887784. Н. Г. Соломатин и М. М. Мельников. КТБ Мосоргстройматериалы. Приспособление для захвата сборных бетонных и железобетонных изделий с наклонными отверстиями.
- № 46
- № 889435. М. М. Кабан и А. Ф. Тупиков. Установка для изготовления железобетонных изделий.
- № 889436. Д. И. Родин, Н. А. Демьянович и Н. И. Ганьшин. Устройство для формирования плоских изделий из жестких бетонных смесей.
- № 889636. И. Ф. Маркан и В. П. Кирилин. Одесский ИСИ. Ячеистобетонная смесь.
- № 889643. А. И. Русс, А. Е. Гуревич и К. В. Розе. СПКО Оргтехстром. Сырьевая смесь для производства огнеупорного бетона.
- № 47
- № 891589. В. С. Климентьева, Н. И. Филимонова, В. А. Копейкин и Б. Л. Красный. ЦНИИСК. Огнеупорная бетонная смесь.
- № 891872. Е. Д. Гавриленко, Д. К. Нестеров, Н. Ф. Грицук и др. Укринметаллов, НИИЖБ и Макевский металлургический з-д. Стальная арматура периодического профиля.
- № 48
- № 893528. А. Г. Маслов, И. С. Таран, Ю. А. Калина и др. Кременчугский филиал Харьковского политехнического ин-та. Установка для изготовления изделий с пустотами из бетонных смесей.
- № 893529. П. П. Аузиньш. Устройство для уплотнения бетонных смесей в форме.
- № 893530. В. М. Пазин. НИЛ ФХММ и ТП. Виброплощадка для формирования преимущественно трубчатых изделий из бетонных смесей.
- № 893531. В. И. Гуйтур. Николаевский филиал Одесского ИСИ. Устройство для формирования бетонных изделий.
- № 893532. В. И. Гуйтур. Николаевский филиал Одесского ИСИ. Устройство для изготовления бетонных изделий.
- № 893533. С. И. Меркулова и Н. И. Федькин. Новокузнецкое отделение
- Уралниинстрома. Способ изготовления изделий из ячеистого бетона.
- № 893540. Г. А. Рогов. ПКТБ с опытным производством комбината Минскстрой. Устройство для изготовления железобетонных изделий.
- № 893542. В. П. Колпаков, А. В. Петрунин, Ю. П. Сидоров и др. СКБ Мосстрой. Форма для изготовления железобетонных изделий.
- № 893543. В. С. Балашов, Е. И. Звенигородский, В. П. Савельева и др. Ленинградский филиал Оргэнергостроя. Форма для изготовления железобетонных элементов.
- № 893544. М. М. Кабан. Форма для изготовления изделий из бетонных смесей.
- № 893553. Ю. Н. Сыркин, В. Г. Голубов, В. А. Радичкин и др. СКГБ Главтоннельметростроя. Устройство для распулвки изделий из бетонных смесей.
- № 893558. Н. Н. Цыбенко. Северный филиал ВНИИтрубопроводов. Форма для изготовления трубчатых изделий из бетонных смесей.
- № 893562. Б. И. Ушаков, Т. В. Астахова, Л. И. Новак и др. МНПО по строительному и дорожному машиностроению. Бетоносмеситель.
- № 893563. Б. И. Ушаков, Л. И. Новак, Л. М. Португальский и В. П. Тищенко. МНПО по строительному и дорожному машиностроению. Бетоносмеситель.
- № 893935. Х. С. Воробьев, В. А. Сафронов, Е. А. Кувелев и В. В. Штерев. ВНИИстром. Бетонная смесь.
- № 893936. Т. А. Шмыгля и В. Е. Зинович. Брестский ИСИ. Бетонная смесь.
- № 893938. Л. И. Соболева и З. К. Зинович. Брестский ИСИ. Бетонная смесь.
- № 893939. В. С. Изотов, Т. П. Изотова, М. С. Низамов и др. Казанский ИСИ. Бетонная смесь.
- № 893943. И. Б. Удачкин, О. Д. Парашенко, Л. П. Папкина и др. ВНИИстром. Сырьевая смесь для изготовления газобетона.
- № 893945. В. П. Никитин, Р. И. Засенская, Ф. Г. Троицкая и В. В. Антипов. Минский НИИСМ. Сырьевая смесь для изготовления теплоизоляционного ячеистого бетона.
- № 893952. А. И. Русс, А. Е. Гуревич, К. В. Розе и др. СПКО Оргтехстром. Огнеупорная бетонная смесь.
- № 893953. К. В. Розе, А. Е. Гуревич, А. И. Русс и др. СПКО Оргтехстром. Сырьевая смесь для производства огнеупорного бетона.
- № 893967. И. П. Ковалишин, Р. А. Марусяк, Б. М. Шемердяк и др. Калужский филиал ВНИИгалургии. Композиция для пропитки бетона.
- № 893968. С. Н. Алексеев, И. Е. Пуляев и С. Г. Васильев. Белорусский ИИТ и НИИЖБ. Композиция для пропитки бетона.
- № 893969. А. А. Лях, В. И. Горшков, Л. Л. Лях и Г. А. Дробко. КИСИ. Устройство для тепловой обработки железобетонных изделий.
- № 893970. А. Г. Скряцкий и А. В. Зыскин. НИИСП. Способ изготовления бетонных изделий.
- № 894109. Н. А. Маркелов и И. В. Санников. КиевЗНИИЭП. Железобетонная оболочка и способ ее возведения.