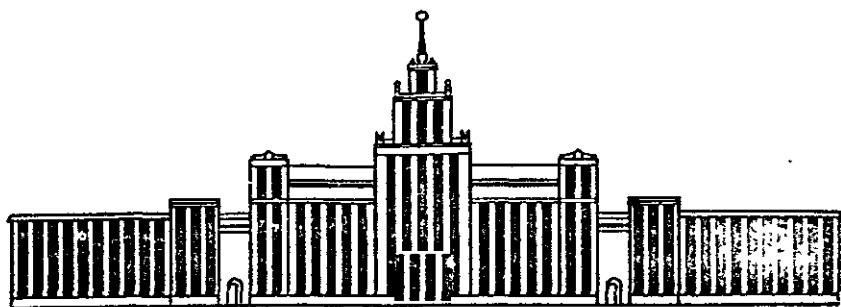

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

693(07)

Т 384

С.Г.Головнев, Б.А.Евсеев, Г.А.Пикус, А.И.Стуков

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ

Учебное пособие к курсовому проектированию

Челябинск

2002

УДК 693.54(075.8)

Технология производства бетонных работ: Учебное пособие к курсовому проектированию /С.Г.Головнев, Б.А.Евсеев, Г.А.Пикус, А.И.Стуков. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002. – 30 с.

В пособии содержатся требования к оформлению и защите курсового проекта, описание его разделов и последовательность основных расчетов.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности "Промышленное и гражданское строительство" всех форм обучения.

Ил. 8, табл. 14, список лит. – 12 назв.

Одобрено учебно-методической комиссией архитектурно-строительного факультета.

Рецензенты: Потапов В.А., Терновский И.А.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Общие положения	4
2. Задание на курсовой проект (работу)	6
3. Содержание проекта	6
4. Методика проектирования	7
5. Контрольные вопросы для самоподготовки к защите курсовой работы	26
Библиографический список	27
Приложения	28

ВВЕДЕНИЕ

Доля применения монолитного бетона в промышленно-развитых зарубежных странах (США, Германия, Япония) достигает 80% от всего объема железобетонных конструкций. В последние годы наблюдается заметный рост доли монолитного строительства и в России. Такая тенденция, с учетом продолжительного зимнего периода в большинстве регионов России, приводит к необходимости глубокого изучения структуры технологических процессов монолитного строительства в зимних условиях.

В данном учебном пособии рассматривается состав и порядок выполнения курсового проекта (работы) по технологии возведения монолитных конструкций в зимнее время.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Цель данного курсового проекта – закрепление и расширение знаний и умений по технологии бетонных работ в зимнее время с формированием практических навыков по проектированию оптимальных технологических процессов, обеспечивающих требуемый уровень качества.

2.2. Курсовой проект (работа) должен выполняться с применением современных информационных технологий: расчетных и графических компьютерных программ, а также интернета – как средства получения информации о последних достижениях в области строительных технологий, материалов, оборудования и машин.

2.3. Ответственность за принятые в проекте решения, качество его исполнения несет автор проекта – студент. Руководитель курсового проектирования контролирует график выполнения курсового проекта, своевременность выполнения его этапов, соответствие принимаемых инженерных решений современному уровню развития строительной науки и техники.

2.4. Курсовой проект (работа) должен состоять из пояснительной записки и графической части, оформленными с соблюдением масштабов, условных обозначений и других правил оформления, предусмотренных ЕСКД и соответствующими ГОСТами. В отдельных случаях проект дополняется макетами, стендами и другими формами показа, выполняемыми студентом в результате его самостоятельного труда и соответствующими заданию на проектирование.

2.5. Расчетно-пояснительная записка, как правило, пишется от руки чернилами или шариковой ручкой на одной стороне листа писчей бумаги. Допускается представление записки в отпечатанном виде. Листы пояснительной записки

должны иметь сквозную нумерацию. Формат листа пояснительной записки А4 210×297 мм. Все поля – 20 мм, а левое поле – 35 мм.

2.6. Материал расчетно-пояснительной записки должен быть изложен технически грамотно, четко, сжато. Приведенные в записке материалы разрабатываются студентом самостоятельно – перепечатки информации из литературных источников без переработки не допускается. Расчеты иллюстрируются эскизами, схемами, эпюрами, графиками с обязательным применением чертежных инструментов. Часть расчетов рекомендуется оформлять в виде таблиц

2.7. Формулы выносятся в отдельную строку. Формулы, на которые делается ссылки в тексте, нумеруются цифрами в круглых скобках, размещаемыми справа от формулы.

2.8. Завершенный проект решением руководителя проектирования допускается к защите, о чем он делает соответствующую надпись: "К защите" на чертежах и на обложке пояснительной записки. Перед этим чертежи и пояснительная записка должны быть подписаны студентом – автором проекта

2.9. Защита курсового проекта (работы) проводится в комиссии, в составе которой руководитель курсового проектирования по данной теме и один-два преподавателя кафедры. Рекомендуется открытая защита в присутствии всей учебной группы, где обучается автор курсового проекта (работы).

2.10. При защите курсового проекта (работы) студент в своем докладе должен раскрыть основные вопросы:

- назначение, область применения и технико-экономическая характеристика объекта проектирования;
- методика расчета и иные методы проектирования;
- полученные результаты и степень новизны принятых технических решений.

Время, отводимое студенту на доклад ограничено (5–6 мин.).

2.11. Вопросы, задаваемые студенту членами комиссии, не должны выходить за рамки тематики курсового проекта (работы) и тех конкретных задач, которые решались студентом в процессе курсового проектирования.

2.12. Оценка курсового проекта (работы) осуществляется согласно действующему положению о курсовых экзаменах и зачетах в высших учебных заведениях по четырехбалльной системе – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно" в соответствии с критериями оценок, утвержденными кафедрой

2.13. Студент, не представивший в установленный срок курсовой проект (работу) или не защитивший его, считается имеющим академическую задолженность. Продление срока защиты устанавливается деканом факультета по согласованию с кафедрой при наличии уважительных причин.

2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ (РАБОТУ)

В задании приводится.

- конструктивная схема бетонизируемых конструкций и сооружений;
- место и время строительства;
- вид грунта,
- способы и дальность транспортирования бетонной смеси;
- класс бетона и марка цемента;
- тип опалубки и утеплителя (выбираются студентом самостоятельно, если не назначены преподавателем);
- особые условия или специальные требования к бетонированию.

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА

3.1. Курсовой проект выполняется на основе задания (см. раздел 2) и конструктивной схемы бетонизируемых конструкций и представляет собой элементы технологической карты на производство комплекса железобетонных работ в соответствии с нормативными документами [4].

3.2. Расчетно-пояснительная часть проекта (объемом не менее 20-30 страниц) должна содержать следующие разделы:

- введение;
- подсчет объемов работ и составление калькуляции затрат труда на все виды работ;
- выбор эффективных методов производства работ на основе сравнения вариантов технологических решений;
- выбор основных машин и механизмов;
- расчет технологических параметров выдерживания бетона в зимнее время;
- выбор целесообразного типа опалубки, расчет отдельных конструктивных элементов опалубки и спецификацию всех элементов;
- обоснование принятых технологических решений по всему комплексу проектируемых работ;
- график производства работ;
- контроль качества и приемка работ;
- мероприятия по охране труда и экологической безопасности;
- технологические показатели проекта;
- список литературы.

3.3. Графическая часть проекта разрабатывается в объеме одного листа формата А1 и содержит

– план той конструктивной части здания (сооружения), на которой будут выполняться бетонные работы, с указанием путей движения и стоянок машин и механизмов, а также схемы организации рабочей зоны в период выполнения отдельных видов работ, разбивка здания (сооружения) на захватки,

– методы и последовательность производства работ: строповка, транспортирование, порядок сборки и установки опалубки, арматурных каркасов и сеток, подача, укладка и уплотнение бетонной смеси; схемы подмостей, средств малой механизации, инструмента и т.п., применение которых уменьшает трудоемкость или повышает безопасность работ;

– маркировочный чертеж опалубки одной конструкции (например, фундамента) или части линейного сооружения (тоннель, стенка), спецификацию элементов опалубки с учетом ее оборачиваемости;

– график производства работ;

– ведомость потребных машин, механизмов, приспособлений и инвентаря,

– особенности принятого способа выдерживания бетона при производстве работ в зимнее время;

– технологические показатели проекта;

– краткие указания по технологии производства работ, контролю качества и технике безопасности.

4. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

При разработке курсового проекта (работы) следует помнить, что все его разделы тесно взаимосвязаны между собой. Вследствие этого студенту необходимо организовать комплексную одновременную работу над всеми разделами проекта

Изготовление опалубки и арматуры, а также приготовление бетонной смеси обычно осуществляются на заводах строительной индустрии, поэтому способы выполнения данных работ в курсовом проекте не рассматриваются.

4.1. Во введении приводятся:

– характеристика объекта строительства;

– условия и особенности производства работ (природно-климатические, геологические, сменность и др.);

– специальные требования при производстве работ: непрерывность бетонирования, устройство рабочих швов, обеспечение определенной прочности к моменту распалубки и т.д.

4.2. В раздел подсчет объемов работ и составление калькуляции затрат труда входит следующий комплекс работ: установка опалубки и арматуры, прием бетонной смеси из транспортных средств в приемно-подающие устройства (бадью, промежуточные бункера-питатели и т.п.), укладка бетонной смеси, укрытие неопалубленных поверхностей, выдерживание бетона в процессе его твердения, распалубка, контроль температуры.

Объемы работ подсчитываются на основе задания по чертежам и приводятся в табличной форме (табл. 1). Подсчет объемов и трудоемкости работ рекомендуется вести параллельно. В составляемую калькуляцию (табл.2) включаются аналогичные виды и объемы работ из табл.1.

Таблица 1

Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ		Примечание
			На один конструктивный элемент	На все здание (сооружение)	
1	2	3	4	5	6

Таблица 2

Калькуляция трудовых затрат на производство бетонных работ

№ п/п	Наименование работ	Обоснование (ЕНиР)	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел.-ч.	Трудоемкость, чел.-см.
1	2	3	4	5	6	7

Необходимо определить объемы работ по каждому конструктивному элементу (фундамент или 1 п.м. длины стенки или плиты), а затем на все сооружение. Единицы измерения объемов работ должны соответствовать принятым в ЕНиР [8]. Следует иметь в виду, что в ЕНиР нет прямых параграфов на некоторые виды работ (например, на установку несъемной опалубки). Нормы времени на такие работы нужно нормировать, по согласованию с руководителем проекта, по наиболее близким работам из других параграфов.

Трудоемкость зависит от способов производства работ, а также от принятых конструктивных решений. Поэтому калькуляция трудовых затрат после окончательного выбора метода производства работ должна уточняться. Так, норму времени на контроль температуры следует принимать 0,1 чел.-ч. на 1 замер. Однако, общее количество замеров можно определить только после расчета температурных параметров выдерживания бетона конструкции.

При подсчете трудоемкости необходимо особое внимание обратить на состав работ, нормируемый ЕНиРом. Так, например, при укладке бетонной смеси кранами в нормах §Е4-1-49 предусматривается только прием бетонной смеси не-

посредственно в конструкцию, укладка ее и уплотнение. Норм на прием бетонной смеси из кузова самосвала в этом параграфе нет. Их следует принимать по §Е4-1-54.

В §Е4-1-48 приведены нормы времени, учитывающие использование стационарного бетононасоса. Однако такие бетононасосы имеют большую массу, весьма неудобны в транспортировке и перемещении на строительной площадке, требуют весьма трудоемкого монтажа и демонтажа бетоновода большого диаметра (400 мм). Поэтому они не нашли сколько-нибудь заметного распространения в практике строительства. В случае, если студент собирается использовать в своем проекте бетононасос, следует ориентироваться на современные машины – автобетононасосы.

Норма времени на укладку бетонной смеси автобетононасосом определяется расчетным путем. Поясним на примере.

Техническая производительность различных моделей бетононасосов находится в пределах 5...60 (80) м³/ч. Эксплуатационная производительность значительно ниже максимальной и принимается при оптимальной организации работ равной 30 м³/ч. Эта величина заложена в нормативную документацию, но может быть изменена с учетом конкретных условий бетонных работ при соответствующем обосновании.

Обслуживают бетононасос, как правило, три бетонщика и машинист автобетононасоса (работа последнего в калькуляции трудовых затрат не учитывается). Машинист управляет распределительной стрелой и интенсивностью подачи бетонной смеси, следит за заполнением приемного бункера. Бетонщик 5-го разряда управляет гибким резиновым хоботом, заканчивающим распределительную стрелу, с тем, чтобы обеспечить относительно равномерную укладку бетонной смеси. Двое бетонщиков 3-го разряда производят уплотнение бетонной смеси.

Таким образом, если принять производительность бетононасоса равной 30 м³/ч, то выработка каждого из троих бетонщиков составит 10 м³/ч, а расчетная норма времени – 0,1 чел.-ч.

После составления калькуляции по графе 7 проводится суммирование трудоемкости всех работ.

4.3. В разделе выбор эффективных методов производства работ необходимо рассмотреть и выбрать оптимальные методы организации работ по доставке бетонной смеси на строительную площадку и ее подачи в конструкции. Принятые в этом разделе решения окажут непосредственное влияние на все последующие разделы проекта.

Основными способами подачи бетонной смеси в конструкции являются ее подача краном в бадьях и при помощи автобетононасоса. Эти способы являются наиболее востребованными в мировой и отечественной практике строительства, но не единственными – существует подача бетонной смеси при помощи бетоноукладчиков, ленточных транспортеров, виброжелобов и др. Выбор способа пода-

чи бетонной смеси осуществляется исходя из рациональных принципов организации работ и технических возможностей оборудования.

Так, например, при использовании метода предварительного разогрева бетонной смеси, целесообразным будет применение системы "кран-бадья", а при бетонировании густоармированных или тонкостенных конструкций – автобетононасоса.

Рассматривая технические возможности машин и механизмов для подачи бетонной смеси необходимо учесть, что смеси с осадкой конуса менее 4 см непригодны для движения по бетону бетонасоса. Также, при использовании такой машины, следует избегать перерывов в подаче бетонной смеси более 15 ...20 мин.

Выбор типа транспортного средства для доставки бетонной смеси на строительную площадку выполняется исходя из общей технологической схемы производства работ. Так, оптимальным средством доставки бетонной смеси на строительную площадку при использовании бетононасоса является автобетоносмеситель. Применение автосамосвала в зимних условиях будет оправдано при использовании метода предварительного разогрева бетонной смеси непосредственно в его кузове.

В то же время, следует учитывать и стоимость машино-смен транспортного средств. В этом случае оптимальным является применение автобетоновозов.

В этом же разделе необходимо определиться с количеством звеньев рабочих, участвующих в ведущем процессе – бетонных работах. Здесь возможны два варианта:

- принимается одно звено бетонщиков (по ЕНиР), последовательно выполняющих работы на захватке;
- организуется бригада бетонщиков, состоящая из двух звеньев, и ведущая работы одновременно на двух ближайших конструкциях (участках) одной захватки.

4.3. При выборе основных машин и механизмов следует помнить, что необходимо подобрать два самостоятельных комплекта машин и механизмов, каждый из которых будет выполнять свою работу. Один комплект – для выполнения арматурных и опалубочных работ, второй – для выполнения бетонных работ. Основной упор в курсовом проекте делается на расчет и последующий выбор комплекта машин для бетонных работ (ведущих). Машин для опалубочных и арматурных работ, в виду сравнительно низкой массы поднимаемых грузов, не рассчитываются, а обоснованно назначаются (по вылету стрелы).

4.3.1. Расчеты начинаются с определения объема бетона, укладываемого в смену ($V_{см}$). Эта величина зависит от выработки бригады (звена) бетонщиков и определяется по формуле

$$V_{см} = \frac{8 \cdot n}{H_{вр}},$$

где n – состав бригады (звена), чел.;

N_{np} – норма времени на укладку бетона, чел.-ч (по ЕНиР)

4.3.2. При использовании для подачи бетонной смеси системы "кран-бадья", сначала необходимо выбрать бадью. Выбор бадьи осуществляется исходя из производительности крана и габаритов конструкции. Приблизительно необходимую емкость бадьи (V_b) можно определить по формуле

$$V_b = \frac{V_{cm}}{8 \cdot N \cdot k_1 \cdot k_2},$$

где N – число циклов работы крана в час (при отсутствии данных о числе циклов работы крана, можно принять: автомобильный кран – 14, пневмоколесный – 12, гусеничный – 10,3),

k_1, k_2 – коэффициенты, соответственно, технологических и организационных перерывов ($k_1 = 0,8, k_2 = 0,9$).

Не рекомендуется применять бадьи большой емкости при укладке бетонной смеси в небольшие в плане конструкции.

4.3.1. Расчет ведущей машины осуществляется по трем параметрам: вылету стрелы, высоте подъема крюка и требуемой грузоподъемности (для автобетононасоса – по вылету стрелы и производительности).

Требуемый вылет стрелы ($L_{тр}$) и высота подъема крюка ($H_{тр}$) определяются исходя из технологической схемы движения машины (рис.1):

– при движении крана по дну котлована:

$$L_{тр} = A + B + \frac{L}{2},$$

$$H_{тр} = h_{\phi} + h_3 + h_6 + h_c;$$

– при движении крана по бровке котлована:

$$L_{тр} = A + B + C + S + \frac{L}{2},$$

$$H_{тр} = h_3 + h_6 + h_c.$$

Требуемая грузоподъемность крана ($Q_{тр}$)

$$Q_{тр} = k_1 \cdot P_1 + k_2 \cdot (P_2 + P_3)$$

где P_1 – масса бетонной смеси в бадье;

P_2 – масса бадьи;

P_3 – масса строп (принимается 0,05 т);

k_1, k_2 – коэффициент перегрузки ($k_1 = 1,2, k_2 = 1,1$).

Требуемая производительность автобетононасоса ($\Pi_{авн, см}$) определяется по выработке бригады (звена) бетонщиков, обслуживающей эту машину и равна объему бетона, укладываемого в смену ($\Pi_{авн, см} = V_{cm}$).

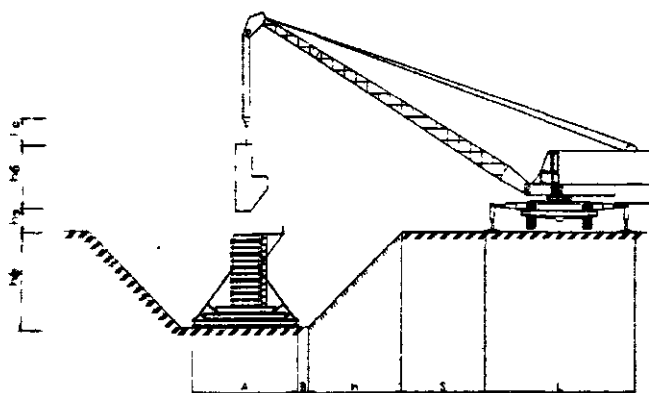


Рис.1. Схема привязки крана

4.3.3. Сменная эксплуатационная производительность транспортного средства:

$$\Pi_{\text{тр.см}} = \frac{8 \cdot P \cdot k_p}{2400 \cdot \left(t_1 + \frac{L}{V_1} + \frac{L}{V_2} + t_2 + t_3 \right)}, \quad \begin{matrix} P [кз] \\ q [м^3] \end{matrix}$$

где P – грузоподъемность транспортного средства;

L – дальность транспортирования, км;

V_1, V_2 – скорость движения груженой и порожней машины соответственно, км/ч;

k_p – коэффициент использования машины во времени ($k_p = 0,85$);

t_1, t_2, t_3 – время погрузки, разгрузки и маневров транспортного средства, ч ($t_1 = 0,1$ ч, $t_2 = 0,1$ ч, $t_3 = 0,15$ ч).

Так как выгрузка бетонной смеси из транспортного средства в бетононасос осуществляется через приемный бункер, то время разгрузки необходимо определять по формуле

$$t_2 = \frac{8 \cdot q}{\Pi_{\text{абм.см}}},$$

где q – полезная емкость автобетоносмесителя.

Требуемое количество транспортных средств:

$$N_{\text{тр}} = \frac{V_{\text{см}}}{\Pi_{\text{тр.см}}}.$$

4.3.4. Расчет количества вибраторов осуществляется из необходимости обеспечить бесперебойную работу звена бетонщиков. В соответствии с этой

предпосылкой, необходимое количество вибраторов (N_B) можно определить по формуле

$$N_B = \frac{V_{см}}{\Pi_B} + 1,$$

где Π_B – производительность вибратора в смену (приложение 1).

Полученное число вибраторов необходимо увязать с количеством рабочих в звене – как минимум один вибратор на звено. Кроме того, один вибратор должен быть в резерве.

4.4. Расчет технологических параметров выдерживания бетона в зимнее время заключается в определении требуемых температурных режимов выдерживания бетона. На температуру бетона оказывают влияние не только внешние факторы (температура наружного воздуха, скорость ветра, опалубка и т.д.), но и массивность конструкции, которая характеризуется ее модулем поверхности.

Модуль поверхности определяется отношением площади всех охлаждаемых поверхностей конструкции к объему этой конструкции:

$$M_n = \frac{\sum S_{охл}}{V_k}.$$

Для плоских конструкций (стен), модуль поверхности можно определить по формуле:

$$M_n = \frac{2}{a},$$

где a – средняя толщина конструкции, м.

4.4.1. Расчет метода термос:

а) начальная температура бетона, уложенного в конструкцию

$$t_{б.н} = t_{б.см} - (t_{б.см} - t_{н.в}) \cdot 0,015 \cdot L_T,$$

где $t_{б.см}$ – температура бетонной смеси при выходе с завода, °C (составляет не более 35°C);

$t_{н.в}$ – температура наружного воздуха, °C;

L_T – дальность транспортирования бетонной смеси, км;

б) время остывания бетона до 0 °C

$$\tau_{ост} = \frac{1}{m} \cdot \ln \frac{t_{б.н} - t_{н.в}}{t_{н.в}},$$

где m – темп остывания бетона

$$m = \frac{3,6 \cdot M_n \cdot \alpha_{прив}}{c_б \cdot \gamma_б \cdot \left(1 + 1,14 \cdot \frac{\alpha_{прив}}{\lambda_б \cdot M_n} \right)},$$

где $c_б$ – удельная теплоемкость бетона (1,05 кДж/кг °C),

$\gamma_б$ – объемная масса бетона (2400 кг/м³),

$\lambda_б$ – коэффициент теплопроводности бетона (2,6 Вт/м °C).

$\alpha_{опл}$ – коэффициент теплопередачи опалубки (приложение 2).

в) средняя температура бетона за период остывания

$$t_{ср ост} = \frac{t_{б.н}}{1,03 + 0,181 \cdot M_n + 0,006 \cdot t_{б.н}};$$

г) прочность бетона (%) за период остывания

$$R = 100 - A \cdot e^{\frac{B \cdot (0,6 + 0,02 \cdot t_{ср ост})^n \cdot \tau_{ост}}{24}},$$

где A, B, n – коэффициенты, учитывающие интенсивность твердения бетона,

$$A = \frac{292}{\sqrt[3]{R_3}}, \quad B = \frac{7,3}{100 - R_3}, \quad n = 1,4 + \frac{50}{R_3},$$

где R_3 – трехсуточная прочность бетона, % (приложение 3).

Полученная прочность не должна отличаться от требуемой прочности более, чем на 5%. При этом, под требуемой прочностью понимается либо критическая, либо распалубочная прочность (СНиП 3.03.01-87).

д) толщина утеплителя неопалубленных поверхностей, м

$$\delta_{ут} = \frac{\lambda_{ут}}{\alpha_{прив}},$$

где $\lambda_{ут}$ – коэффициент теплопроводности утеплителя, Вт/м °С (приложение 4).

4.4.2. Расчет метода предварительного разогрева, в виду схожих условий выдерживания бетона, подобен расчету метода термос. Отличие заключается только в определении начальной температуры бетона, уложенного в конструкцию:

$$t_{б.н} = t_{раз} - (t_{раз} - t_{н.н}) \cdot 0,1,$$

где $t_{раз}$ – температура, до которой разогревается бетонная смесь. Максимальная температура разогрева бетонной смеси на портландцементе 80°С, на шлакопортландцементе – 90°С.

4.4.3. Выдерживание бетона методом электропрогрева следует вести по одному из режимов, представленных на рис.2.

1. Участок подъема температуры:

– время подъема температуры

$$\tau_{под} = \frac{t_{из} - t_{б.н}}{V_{под}},$$

где $t_{из}$ – температура изотермического выдерживания бетона ($t_{из} = 40 \dots 80^\circ\text{C}$);

$V_{под}$ – скорость подъема температуры, для конструкций с модулем поверхности (по СНиП 3.03.01-87):

до 4	– не более 5 °С/ч,
4...10	– не более 10 °С/ч;
свыше 10	– не более 15 °С/ч,

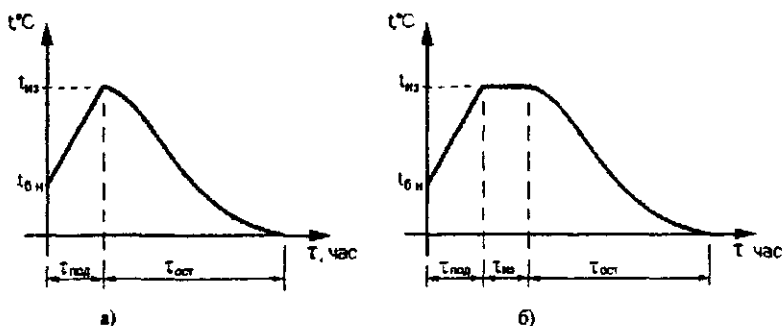


Рис.2. Схемы температурных режимов электропрогрева
а) нагрев и остывание;
б) нагрев, изотермическое выдерживание и остывание.

– средняя температура бетона за период подъема температуры

$$t_{\text{ср.под}} = \frac{t_{0\text{н}} + t_{\text{из}}}{2}.$$

2. Участок остывания:

– время остывания бетона до 0 °С

$$\tau_{\text{ост}} = \frac{1}{m} \cdot \ln \frac{t_{\text{из}} - t_{\text{н.в}}}{t_{\text{н.в}}},$$

где m – темп остывания бетона

$$m = \frac{3,6 \cdot M_{\text{в}} \cdot \alpha_{\text{прям}}}{k \cdot c_{\text{б}} \cdot \gamma_{\text{б}} \cdot \left(1 + 1,14 \cdot \frac{\alpha_{\text{прям}}}{\lambda_{\text{б}} \cdot M_{\text{в}}} \right)},$$

где k – коэффициент, учитывающий влияние экзотермии при твердении бетона ($k = 0,8$);

3. Прочность бетона за период подъема температуры и остывания:

$$R = 100 - A \cdot e^{-\frac{B \cdot \left[(0,6 + 0,02 \cdot t_{\text{ср.под}})^n \cdot \tau_{\text{под}} + (0,6 + 0,02 \cdot t_{\text{ср.ост}})^n \cdot \tau_{\text{ост}} \right]}{24}}$$

4. Если полученная прочность меньше требуемой, то необходим изотермический прогрев. Время изотермического выдерживания определяется по формуле

$$\tau_{\text{из}} = - \frac{24 \cdot \ln \left(\frac{100 - R_{\text{тп}}}{A} \right) + B \cdot \left[(0,6 + 0,02 \cdot t_{\text{ср.под}})^n \cdot \tau_{\text{под}} + (0,6 + 0,02 \cdot t_{\text{ср.ост}})^n \cdot \tau_{\text{ост}} \right]}{B \cdot (0,6 + 0,02 \cdot t_{\text{из}})^n}.$$

4.4.4. Окончательно выбирается тот метод зимнего бетонирования, у которого время набора требуемой прочности окажется минимальным.

4.4.5. Измерение температуры бетона в конструкции рекомендуется осуществлять дистанционными методами (например, с применением термопар). Возможно применение обычных термометров, но при соблюдении правил безопасного измерения температуры:

Температуру бетона следует измерять в точках, подверженных наибольшему охлаждению (например, в углах конструкции) или нагреву (в приэлектродной зоне). Количество температурных скважин в бетоне определяется по табл. 4.

Контроль температуры бетона при методах термос и предварительный разогрев выполняется каждые 3 часа в первые сутки, один раз в смену в последующие трое суток и не реже 1 раза в сутки в остальное время выдерживания (СНиП 3.03.01-87).

При методе электропрогрева, контроль температуры бетона осуществляется: в период подъема температуры – каждые 2 часа, в период изотермического выдерживания – один раз в смену, в период остывания – не реже одного раза в сутки

01 чел. ч. - термометром

Таблица 4

Количество температурных скважин

Модуль поверхности конструкции, м ²	До 3	До 6	До 9	Более 9
Количество температурных скважин на 100 м ³ бетона	20	40	50	55

4.5. Выбор целесообразного типа опалубки выполняется в соответствии с [11] и по другой литературе.

Щиты следует подбирать по возможности более крупными, чтобы было меньше стыков. С другой стороны, применение мелкощитовой опалубки позволит отказаться от использования крана для ее монтажа. Число используемых типоразмеров щитов опалубки должно быть минимальным.

По боковым граням щиты соединяют друг с другом при помощи болтов или пружинных клеммер (рис.3). На каждую длинную сторону щитов необходимо установить не менее двух клеммер или болтов, а на каждую короткую – не менее одной.

Для обеспечения необходимой прочности и жесткости соединенных щитов их объединяют с помощью схваток (хомутов). Для опалубки фундамента схватки, прежде всего, должны быть поставлены по нижней грани каждой ступени и подколонника (в этом случае они служат опорой, передающей нагрузку на верхнюю грань нижележащей ступени). Следующие схватки располагаются в соответствии с расчетом.

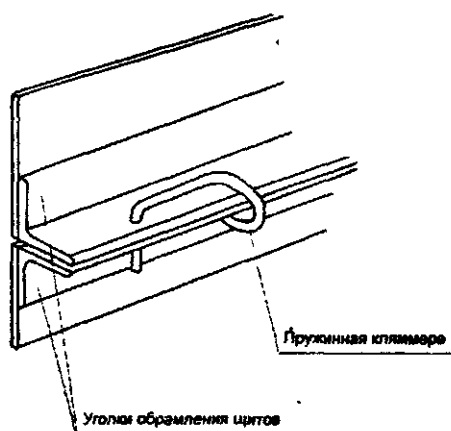


Рис.3. Процесс крепления щитов опалубки пружинной клипмой

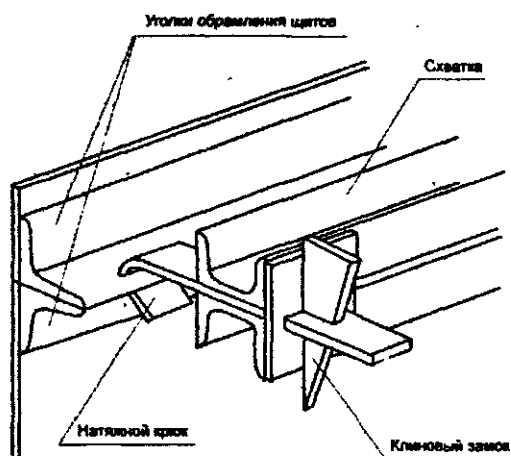


Рис.4. Соединение схватки с щитами опалубки

Схватки могут соединяться со щитами при помощи натяжных крюков (рис.4). Соединение осуществляется у концов схваток и через некоторый интервал по длине схватки.

Для ряда бетонизируемых конструкций (например, подпорной стенки) целесообразно применять наравне с разборно-переставной опалубкой несъемную железобетонную (рис.5) Такая опалубка позволяет снизить трудоемкость распалубочных работ и объем укладываемого бетона, отказаться от использования прогонов и схваток

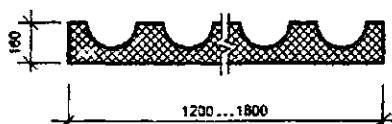


Рис.5. Опалубка "РУНО"

Расчет опалубки сводится к сбору нагрузок, действующими на опалубку при бетонировании, и определению расстояния между прогонами и схватками (СНиП 3.03.01-87).

В курсовом проекте необходимо рассчитать вертикальную опалубку, на которую в процессе бетонирования следующие действуют горизонтальные нагрузки.

- нормативная ветровая нагрузка (т.к. в проекте все конструкции нулевого цикла, то условно можно считать, что ветровая нагрузка отсутствует);
- нагрузка от сотрясений, возникающих при выгрузке бетонной смеси в за-опалубочное пространство q_d (табл.5);
- боковое давление бетонной смеси, P (определяют по формулам, приведенным в табл.6);

Таблица 5

Нагрузка от сотрясений

Способ подачи бетонной смеси в опалубку	Горизонтальная нагрузка на боковую опалубку, кг/м ²
Спуск по лоткам и хоботам, а также непосредственно из бетоноводов	400
Выгрузка из бадеек емкостью, м ³ :	
– до 0,8	400
– свыше 0,8	600

Давление бетонной смеси на опалубку принимается согласно закону гидростатического давления. В связи с необходимостью учитывать нагрузку от сотрясений при выгрузке бетонной смеси нормативная нагрузка, действующая на опалубку (рис.6):

$$P_s = \frac{P}{2} + q_d.$$

Расчетная нагрузка, действующая на опалубку:

$$P_p = P_d \cdot k,$$

где k – коэффициент перегрузки от сотрясения и бокового давления ($k = 1,3$).

Таблица 6

Боковое давление на вертикальные поверхности опалубки

Способ уплотнения бетонной смеси	Расчетные формулы для величины бокового давления	Пределы применения формул
Внутренними вибраторами	$P = \gamma \cdot H$	$H \leq R, V < 0,5 \text{ м/ч}$
	$P = \gamma \cdot (0,27 \cdot V + 0,78) \cdot k_1 \cdot k_2$	$V > 0,5 \text{ м/ч}$, при условии, что $H \geq 1 \text{ м}$
Наружными вибраторами	$P = \gamma \cdot H$	$H \leq 2R, V < 4,5 \text{ м/ч}$
	$P = \gamma \cdot (0,27 \cdot V + 0,78) \cdot k_1 \cdot k_2$	$V > 4,5 \text{ м/ч}$, при условии, что $H > 2 \text{ м}$

Примечание:

P – максимальное боковое давление бетонной смеси, кПа, γ – объемная масса бетонной смеси, кг/м³; H – высота свежеуложенного слоя бетонной смеси, м; V – скорость бетонирования конструкции, м/ч; R – радиус действия вибратора, м; k_1 – коэффициент, учитывающий влияние пластичности бетонной смеси:

осадка конуса менее 2 см – $k_1 = 0,8$,

осадка конуса 4...6 см – $k_1 = 1$,

осадка конуса 8...12 см – $k_1 = 1,2$;

k_2 – коэффициент, учитывающий температуру бетонной смеси:

температура 5...7°C – $k_2 = 1,15$,

температура 12...17°C – $k_2 = 1$,

температура 28...32°C – $k_2 = 0,85$.

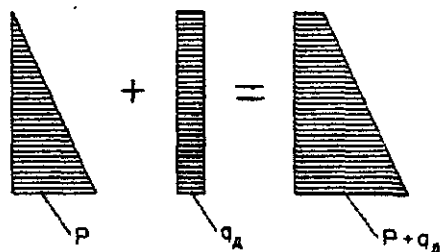


Рис.6. Распределение усилий, действующих на опалубку

Расстояние между прогонами L_1 определяется по максимальному изгибающему моменту в щите опалубки (кг м) для случая двухпролетной балки (рис 7)

$$M = 0,125 \cdot P \cdot L_1^2.$$

СЧДР 3,СЗ 01-82

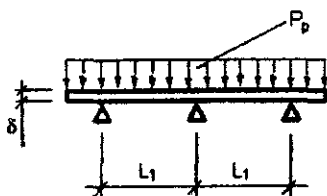


Рис. 7. Расчетная схема опалубки

Условие прочности щита по несущей способности

$$\frac{M}{W} \leq R_n,$$

откуда

$$L_1 \leq \sqrt{\frac{13300 \cdot R_n \cdot \delta^2}{P_p}} \quad [\text{см}],$$

где R_n – расчетное сопротивление изгибу материала щита опалубки, кг/см (табл. 7);

δ – толщина щита опалубки, см.

Таблица 7

Физико-механические свойства некоторых материалов

№ п/п	Материал	Удельный вес, кг/м ³	Расчетное сопротивление изгибу R_n , кг/см ²	Модуль упругости E , кг/см ²
1	Сталь	7800	2100	$2,1 \cdot 10^6$
2	Фанера	600	22,4	$8,5 \cdot 10^4$
3	Дерево	480	180	10^5

Условие прочности щита по деформациям

$$\frac{f}{L_1} \leq \frac{1}{400},$$

где f – прогиб щита опалубки,

$$f = \frac{P_p \cdot L_1^4}{60 \cdot E \cdot J},$$

где E – модуль упругости материала щита, кг/см²;

J – момент инерции щита, см⁴

Тогда

$$L_1 \leq \sqrt[4]{\frac{125 \cdot E \cdot \delta^3}{P_p}}$$

Окончательно расстояние между прогонами определяется как наименьшее, полученное из условий прочности и деформативности.

Расстояние между схватками (хомутами) L_2 определяется по нагрузке собранной с полосы, шириной равной расстоянию между прогонами (рис 8)

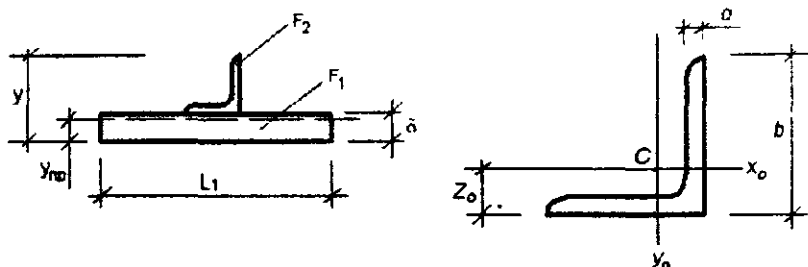


Рис.8. Схема приведенного сечения и геометрическая схема прогона (уголок)

Характеристики приведенного сечения:

- координата центра тяжести сечения, см,

$$y_{пр} = \frac{F_1 \cdot y_1 + F_2 \cdot y_2}{F_1 + F_2} = \frac{0,5 \cdot L_1 \cdot \delta^2 + F_2 \cdot (\delta + Z_0)}{L_1 \cdot \delta + F_2},$$

- приведенный момент инерции сечения, см⁴,

$$J_{пр} = J_1 + (y_{пр} - y_1)^2 \cdot F_1 + \frac{E_2}{E_1} \cdot \left[J_2 + (y_{пр} - y_2)^2 \cdot F_2 \right],$$

где E_1, E_2 - соответственно модуль упругости материала шита и прогона, кг/см²;

$$J_{пр} = \frac{L_1 \cdot \delta^3}{12} + \left(y_{пр} - \frac{\delta}{2} \right)^2 \cdot L_1 \cdot \delta + \frac{E_2}{E_1} \cdot \left[J_2 + (y_{пр} - (\delta + Z_0))^2 \cdot F_2 \right],$$

- приведенный момент сопротивления сечения, см³,

$$W_{пр} = \frac{J_{пр}}{y_{max}},$$

где y_{max} - максимальное значение габарита сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения ($y_{max} = y_{пр}$, или $y_{max} = \delta + b - y_{пр}$).

Геометрические характеристики равнобоких уголков приведены в приложении 5.

Расстояние между схватками из расчета по несущей способности

$$L_2 \leq \sqrt{\frac{R_s \cdot W_{пр}}{12,5 \cdot 10^{-6} \cdot P_p \cdot L_1}}$$

Расстояние между схватками из расчета по деформациям

$$L_2 \leq \sqrt[3]{\frac{1500 \cdot E_1 \cdot J_{пр}}{L_1 \cdot P_n}} \quad 5.9$$

Окончательно расстояние между схватками определяется как наименьшее, полученное из условий прочности и деформативности.

На запроектированную опалубку разрабатывается маркировочный чертеж (виды с боку и в плане, узлы крепления), составляется спецификация элементов опалубки (табл.8).

Таблица 8

Спецификация элементов опалубки

№ п/п	Марка элемента	Эскиз	Материал	Размеры, мм			Количество на единицу конструкции	Масса элемен- та, кг
				длина	ширина	высота		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

4.6. В разделе обоснование принятых технологических решений необходимо подробно рассмотреть технологию выполнения всех процессов, начиная от складирования материалов и заканчивая распалубкой конструкций.

На основании разработанной спецификации элементов опалубки описывается последовательность установки и разборки отдельных щитов, узлов крепления и поддерживающих устройств. Здесь же нужно разработать решения по установке и вязке арматуры и обеспечению для нее защитного слоя бетона.

Необходимо рассмотреть вопросы укладки, уплотнения и выдерживания бетона и привести перечень инструментов и оборудования. Особое внимание следует обратить на технологию зимнего бетонирования, включая все этапы процесса.

Кроме того, необходимо четко описать технологические аспекты тех процессов, которые имеют свои индивидуальные особенности. Например, работа на захватке ведущей машины, обеспечение требуемой высоты сбрасывания бетонной смеси в конструкцию и т.д.

4.7. На этапе разработки графика производства работ студенту необходимо увязать между собой все запроектированные технологические процессы между собой во времени. Для наглядности технологические процессы представляют в виде модели, объективно отражающей их состояние и изменения. Наиболее доступными методами создания модели на этапе разработки технологических карт являются графические методы.

Одним из таких методов, в силу своей простоты и доступности, является ленточная диаграмма, используемая в качестве графика производства работ. Этот график предполагает ограниченное количество процессов, выполняемых в относительно короткие сроки.

График производства работ состоит из двух частей: информационной таблицы и временной сетки (табл.9).

Таблица 9

Пример календарного графика производства работ

Наименование работ	Объем работ		Затраты труда, чел.-см.	Требуемые машины		Продолжительность, см	Число смен в день	Численность рабочих	Состав бригады	График работ (дни, смены)							
	ед. измер.	количество		наименование	число маш.-см.					1	2	3	4	5	6	7	8
Арматурные	шт	145	6,5	-	-	2	1	1 2	арм-к 3р арм-к 2р								
Опалубочные	м ²	110	8,5	-	-	2	1	2	плот-к 4р плот-к 2р								
Бетонные	м ³	150	7,9	КС-3575	7,9	2	1	2	бет-к 4р бет-к 2р								
Распалубочные	м ²	110	2,1	-	-	1	1	1	плот-к 3р плот-к 2р								
И т.д.																	

Информационная таблица

Временная сетка

$$K_{\text{нормат}} = \frac{K_{\text{факт}}}{P_{\text{теор}}} \quad (\text{см. график})$$

Информационная таблица заполняется на основании ведомости объемов работ и данных калькуляции трудовых затрат. Численный и квалификационный состав рабочих звеньев назначается по ЕНиРу, а количество рабочих смен, необходимое для выполнения процессов, принимается как частное от деления трудоемкости (Т) на число рабочих (n) принимающих участие в том или ином процессе:

$$П = \frac{T}{n}.$$

На временной сетке напротив каждого выполняемого процесса откладывая линию (эпюру) по длине соответствующую продолжительности процесса (в сменах). При построении графика следует обязательно соблюдать принятую последовательность выполняемых процессов, а в целях сокращения сроков производства работ организовать их поточность.

Расположенные одна под другой такие эпюры позволяют оптимизировать строительные процессы по ряду параметров:

- по трудозатратам, а значит и по потребности в рабочих кадрах;
- по потребности в транспортных средствах;
- по потребности в материалах и конструкциях, для согласования периодичности их поставок на строительную площадку;
- по потребности в строительных машинах, для обеспечения равномерной занятости парка принятых машин;
- по оборачиваемости опалубки.

4.8. В разделе контроль качества и приемка работ приводятся:

- требования к качеству поставляемых материалов (бетонная смесь) и изделий (опалубка, арматура, утеплитель), а также перечень инструментов и приспособлений для контроля качества на строительной площадке;
- перечень технологических процессов, подлежащих контролю, с указанием предмета контроля, способа и инструмента контроля, времени его проведения, ответственного за контроль, критериев оценки качества;
- схемы операционного контроля качества отдельных видов работ (указания по осуществлению контроля и оценке качества).

Основным нормативным документом в данном случае является СНиП 3.03.01-87 [5, с.1–34]. Студент в ходе проектирования обязан изучить первый и второй разделы СНиПа ("Общие положения" и "Бетонные работы"), а также Приложения, и обоснованно выбрать и включить в пояснительную записку положения, соответствующие заданному объекту и условиям производства работ. В записке отражаются конкретные действия ответственных лиц по измерению конкретных параметров.

Если же студент переписшет все подряд без осмысления, то это будет свидетельствовать о том, что он не усвоил данный раздел, и, несмотря на большой объем написанного, проект к защите допущен не будет.

Следует отметить, что при раскрытии первого пункта раздела студент должен учитывать: каждая партия поступающих на строительную площадку мате-

риалов и изделий должна сопровождаться паспортом, гарантирующим надлежащее качество. Этот документ представляется при приемочном контроле всего объекта или его части [5, с.5]. Поэтому контроль качества поставляемой бетонной смеси на строительной площадке обычно не производится, а контроль опалубки и арматуры сводится к оценке их сохранности, наличия маркировочных знаков и соответствия номенклатуры.

Расчет продолжительности твердения бетона до замерзания и толщины утеплителя основан на среднестатистических данных по температуре наружного воздуха и скорости ветра для заданной местности и месяца производства работ (эти данные приведены в СНиП "Строительная климатология"). Во время строительства имеют место отклонения реальных метеоусловий от среднестатистических. Поэтому, проектируя процесс производства работ, необходимо предусмотреть постоянный контроль за фактической температурой бетона и динамикой ее изменения. По этим параметрам при помощи графиков набора прочности бетона при разных температурах или специализированных компьютерных программ, позволяющих контролировать и прогнозировать прочность, определяется текущая прочность бетона. По достижении требуемой прочности производится испытание на прочность образцов, заранее приготовленных и хранившихся в тех же условиях, что и основная конструкция. Если образцы набрали требуемую прочность – можно производить распалубку. В противном случае необходимо принять соответствующие меры (дополнительное выдерживание конструкции, ее утепление, обогрев).

4.9. Для освещения раздела **охрана труда и экологическая безопасность** студент должен скрупулезно изучить СНиП 12-03-99 и СНиП 12-04-2002 [6, 7], помня при этом, что нарушение положений этих нормативных документов может привести к непоправимым последствиям.

При оформлении этого раздела пояснительной записки желательно придерживаться последовательности изложения, согласующейся с принятой в [6, 7]. То есть должны быть отражены мероприятия по организации работы по обеспечению охраны труда, по организации производственных территорий, участков работ и рабочих мест, по эксплуатации строительных машин, транспортных средств, производственного оборудования, средств механизации, приспособлений и т.д.

Не следует игнорировать вопросы электро- и пожаробезопасности, защиты работников и окружающей среды от воздействия вредных производственных факторов.

Раздел должен быть оформлен не в виде общих рассуждений, а привязан к конкретным условиям проведения работ. Если в СНиПе приведены ссылки на ГОСТы, другие СНиПы и т.д., в записке должны быть раскрыты требования этих нормативных документов: "пустые" ссылки не допускаются.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ЗАЩИТЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Определить продолжительность (смен) установки 1000 арматурных горизонтальных сеток в фундаменты, если работы ведет звено согласно ЕНиР. Сетки 4000×2000 мм, диаметр рабочей арматуры 20 мм, шаг 200 мм, распределительной – диаметр 10 мм через 800 мм.

2. Назвать элементы конструкции опалубки стены, перекрытия, фундамента. Указать их назначение и расчетные схемы.

3. Назвать виды нагрузок, на которые рассчитывается опалубка фундаментов под колонны зданий и определить величину расчетной нагрузки при $V=1$ м/ч и $H=0,5$ м.

4. Какими средствами обеспечить устойчивость опалубки, закладных деталей?

5. Что такое оборачиваемость опалубки и как ее повысить?

6. Как увязывается оборачиваемость опалубки с графиком производства работ?

7. Требования к опалубке. Перспективные виды опалубок применительно к бетонируемым конструкциям.

8. Мероприятия по индустриализации арматурных работ, разработанные в Вашем курсовом проекте.

9. Назвать способы устройства защитного слоя, привести примеры.

10. Что такое рабочие швы и правила их устройства?

11. Как выполняется послойная укладка и уплотнение бетонной смеси, чтобы предотвратить самопроизвольное образование рабочего шва?

12. Перспективные способы транспортирования бетонной смеси в летнее и зимнее время.

13. Цель и задачи вакуумирования бетона. Примеры применения.

14. Чем отличается метод электропрогрева бетона от метода предварительного электронагрева бетонной смеси?

15. Что и каким образом регулируется при электропрогреве бетона? Физическая сущность регулирования электропрогрева.

16. Для каких целей рассчитывается модуль поверхности конструкции (M_n)? Рассчитать M_n для бетонируемой колонны сечением $0,5 \times 0,5$ м.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 7473-94. Смеси бетонные. Технические условия /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1994. – 34 с.
2. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам /Госстрой СССР. –М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 46 с.
3. ГОСТ 10181.1-81. Смеси бетонные. Методы определения удобоукладываемости /Госстрой СССР. –М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 16 с.
4. СНиП 3.01.01-85. Организация строительного производства /Госстрой СССР. –М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 56 с.
5. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 192 с.
6. СНиП 12-03-99. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 41 с.
7. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство /Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2002. – 90 с.
8. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций.–Вып. 1. Задания и промышленные сооружения /Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987. – 64 с.
9. Бетонные и железобетонные работы / К.И.Башлай, В.Я.Гендин, П.И. Евдокимов и др.; Под ред. В.Д.Топчия. – М.: Стройиздат, 1987. – 320 с.
10. Головин С.Г. Технология строительных процессов: Часть II. Технология зимнего бетонирования: Текст лекций.– Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2000.– 27с.
11. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ. – М.: Стройиздат, 1985. – 501 с.
12. Технология строительных процессов: Учебник для вузов/ А.А.Афанасьев, Н.Н.Данилов, В.Д.Копылов и др.; Под ред. Н.Н.Данилова, О.М.Терентьева.– 2-е изд., перераб.–М.: Высш. шк., 2000.– 464 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

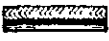
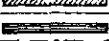
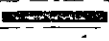
Приложение 1

Технические характеристики глубинных вибраторов

Марка вибратора	Диаметр наконечника, мм	Радиус действия, м	Длина рабочей части, мм	Производитель- ность, м ³ /ч
ИБ-75	28	0,15	400	2. 4
ИБ-113	38	0,20	360	3 6
ИБ-117А	51	0,25	410	6 9
ИБ-116А	76	0,35	440	9 . 20

Приложение 2

Коэффициенты теплопередачи опалубок

№ п/п	Конструкция	Материал опалубки	Толщина слоя, мм	Коэффициент теплопередачи $\alpha_{древ}$ (Вт/м ² °С), при скорости ветра, м/с			
				0	2	5	15
1		Дерево Утеплитель Фанера	25 40 4	0,81	0,95	0,98	1,01
2		Фанера Утеплитель Фанера	12 40 4	0,86	1,03	1,06	1,09
3		Металл Утеплитель Фанера	3 40 4	0,92	1,11	1,15	1,18
4		Металл Утеплитель Фанера	3 30 4	1,13	1,42	1,49	1,51
5		Фанера Утеплитель Фанера	12 20 4	1,32	1,74	1,85	1,94
6		Дерево Толь Фанера	40 2 12	1,71	2,51	2,75	2,95
7		Дерево	40	2,00	3,17	3,56	3,90
8		Дерево	25	2,43	4,40	5,19	5,95
9		Фанера	12	2,98	6,63	8,60	10,9
10		Металл	3	3,80	12,5	21,9	47,4

Значения прочности бетонов в трехсуточном возрасте, %

Класс бетона	Вид и марка цемента	Трехсуточная прочность бетона, % от R_{28}
B15	ШПЦ, М-300	27
B20	ШПЦ, М300	30
B20	ШПЦ, М-400	33
B20	ПЦ, М-400	44
B22,5	ПЦ, М-400	45
B25	ПЦ, М-400	47
B30	ШПЦ, М-400	38
B30	ПЦ, М-400	47
B30	ПЦ, М-500	53
B35	ПЦ, М-500	56
B40	ПЦ, М-500	59

Коэффициенты теплопроводности некоторых утеплителей

№ п/п	Наименование утеплителя	Коэффициенты теплопроводности, Вт/м °С
1	Вата минеральная ($\rho=150$ кг/м ³)	0,055
2	Маты минераловатные прошивные ($\rho=100$ кг/м ³)	0,048
3	Маты минераловатные прошивные ($\rho=200$ кг/м ³)	0,06
4	Маты минераловатные рулонные на синтетическом связующем ($\rho=50$ кг/м ³)	0,046
5	Опилки ($\rho=250$ кг/куб м)	0,24
6	Пенопласт плиточный ($\rho=100$ кг/м ³)	0,043

Геометрические характеристики равнобоких уголков (по рис.8)

№ профиля	Размеры, мм		Площадь сечения, см ²	Момент инерции для оси X-X, см ⁴	Z ₀ , см	Масса 1 м, кг
	b	d				
2	20	3	1,13	0,40	0,60	0,89
		4	1,46	0,50	0,64	1,15
3,2	32	3	1,86	1,77	0,89	1,46
		4	2,43	2,26	0,94	1,91
4	40	4	3,08	4,58	1,13	2,42
		5	3,79	5,53	1,17	2,97
5	50	4	3,89	9,21	1,38	3,05
		5	4,80	11,2	1,42	3,77
7	70	5	6,86	31,9	1,90	5,38
		6	8,15	37,6	1,94	6,39
9	90	6	10,6	82,1	2,43	8,33
		7	12,3	94,3	2,47	9,64
11	110	7	15,2	176	2,96	11,89
		8	17,2	198	3,00	13,50

Станислав Георгиевич Головнев,
Борис Анатольевич Евсеев,
Григорий Александрович Пякус,
Анатолий Иванович Сруков

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОННЫХ РАБОТ

Учебное пособие к курсовому проектированию

Техн.редактор А.В.Миних

Издательство Южно-Уральского государственного
университета

ИД № 00200 от 28.09.99. Подписано в печать 13.11.2002. Формат
60х84 1/16. Печать офсетная. Усл.печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,95
Тираж 100 экз. Заказ 311/73. Цена 12 р.

УОП Издательства. 454080. г. Челябинск. пр. им.В.И.Ленина 76