

**Министерство Образования Республики Беларусь  
Брестский политехнический институт  
Кафедра технологии строительного производства**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к выполнению контрольной работы по курсу "Технология  
строительства в особых условиях".**

**Для студентов специальности Т 19.01.00 "Промышленное  
и гражданское строительство" заочной формы обучения**

**Брест 2000**

Настоящие методические указания составлены в соответствии с требованиями рабочей программы по курсу "Технология строительства в особых условиях" для студентов специальности "Промышленное и гражданское строительство" (Т 19.01.00).

В указаниях изложены методика выполнения контрольной работы по выполнению технологических расчётов при устройстве свайных фундаментов в особых условиях с отражением вопросов, связанных с погружением свай в грунт, защитой строительных выемок от подземных вод и устройством монолитного железобетонного ростверка при отрицательных температурах.

Указания предназначены для преподавателей и студентов специальности "Промышленное и гражданское строительство" (Т 19.01.00) <sup>заочной</sup> формы обучения при изучении курса "Технология строительства в особых условиях".

Указания могут быть также использованы при разработке разделов, связанных с особыми условиями, технологических карт в составе курсового и дипломного проектов.

Составители: В.Н. Пчёлин, доцент.

В.Н. Черноиван, доцент, канд. техн. наук.

В.П. Чернюк, доцент, канд. техн. наук.

## 1. Цель и задачи контрольной работы.

Целью выполнения контрольной работы является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами в лекционном курсе и на практических занятиях, и применение этих знаний для выполнения технологических расчётов при проектировании производства строительных работ в особых условиях.

В процессе выполнения контрольной работы студенты должны решить следующие задачи:

- подобрать сваепогружающее оборудование по рабочим параметрам для установки свай в грунт;
- определить проектный отказ сваи;
- определить время погружения сваи в грунт;
- запроектировать и рассчитать глубинное водопонижение для защиты строительной выемки от подземных (грунтовых) вод;
- выбрать и рассчитать метод выдерживания монолитного железобетонного ростверка при отрицательных температурах.

Исходные данные для выполнения контрольной работы принимаются по приложению 1 на основании шифра студента.

Контрольная работа оформляется в соответствии со стандартом института [1].

## 2. Выбор сваебойного оборудования по рабочим параметрам

Молоты для забивки свай выбирают исходя из несущей способности сваи, ее размеров и массы.

В соответствии с [2.] для свай длиной до 25 м необходимую минимальную энергию удара молота  $E_h$ , кДж следует определять по формуле:

$$E_h = 0,045 \cdot N, \quad (1)$$

где  $N$  - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН.

При забивке наклонных свай расчетную энергию удара молота следует определять с учетом повышающего коэффициента, значение которого принимается для свай с наклоном 5:1; 4:1; 3:1; 2:1 соответственно равным 1.1; 1.15; 1.25 и 1.4.

При длине железобетонных свай более 12 м масса ударной части молота одиночного действия и дизель-молота должна быть не менее массы сваи, а при длине свай менее 12 м - не менее 1.25 и 1.5 массы сваи (соответственно в грунтах средней плотности и плотных).

На основании минимальной энергии удара и массы ударной части молота принимается конкретная марка молота (см. [3], с. 6-7, табл. 2...4 или прил. 2).

Принятый тип молота с расчетной энергией удара  $E_d \geq E_h$ , кДж, должен удовлетворять условию:

$$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{E_d} \leq K \quad (2)$$

где:  $K$  - коэффициент применимости молота, значения которого приведены в табл. 1;

$m_1$  - масса молота, т;

$m_2$  - масса свай с наголовником, т;

$m_3$  - масса подбабка, т.

В предварительных расчетах масса наголовника вместе с подбабком принимается 0.4 т.

Таблица 1.

Значения коэффициента применимости молота.

Тип молота	Коэф-т $K$ , т/кДж, при материале свай		
	железобетон	сталь	дерево
Трубчатые дизель-молоты и молоты двойного действия	0,6	0,55	0,5
Молоты одиночного действия и штанговые дизель-молоты	0,5	0,4	0,35
Подвесные молоты	0,3	0,25	0,2

**Примечание.** При погружении свай любого типа с подмывом, а также свай из стальных труб с открытым нижним концом указанные значения коэффициентов увеличиваются в 1.5 раза.

Свайные наголовники предназначены для предохранения голов свай от разрушения в процессе их погружения, а также для удержания свай в начальный момент забивки в стрелах копра. Внутреннее сечение наголовника должно соответствовать форме погружаемого элемента и не более чем на 20 мм превышать его размеры.

Наголовники бывают сварные (рис. 1), литые и клепанные. Внутри наголовника укладывают амортизирующую прокладку из двух слоев деревянных брусков или резе из пластмассы, войлока и других материалов.

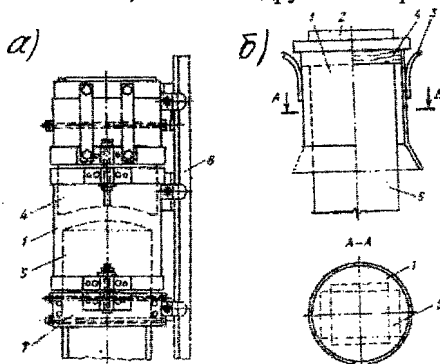


Рис. 1. Сварной наголовник с креплением к молоту свободно (а) и жестко (б): 1 - коробка наголовника, 2 - плита наголовника, 3 - кронштейны для подвески наголовника к молоту, 4 - прокладка, 5 - свая, 6 - направляющая мачта копра, 7 - хомут.

Наголовники или жестко связаны с молотом (входят в его конструкцию), или их надевают на подготовленную к забивке сваю. Применяют также шарнирно закрепленные наголовники, поворачивающиеся вокруг горизонтальной оси, которые можно надевать на сваю, лежащую на грунте.

Наголовник с поворотной рамкой (рис. 2) не только предохраняет сваю от разрушения, но и обеспечивает ее установку в наголовник в процессе подъема.

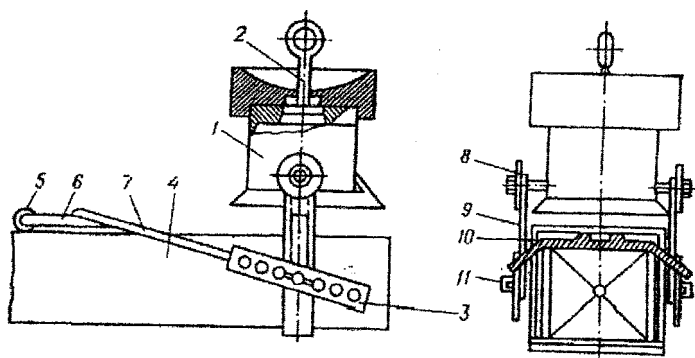


Рис. 2. Наголовник с поворотной рамкой:

1 – наголовник, 2 – серьга, 3 – планка, 4 – свая, 5 – петля, 6 – карабин, 7 – канат, 8 – цапфа, 9 – звенья, 10 – поворотная рамка, 11 – шплинт

Для соединения такого наголовника со сваяй, лежащей на грунте, молот с наголовником опускают до уровня земли, при этом наголовник поворачивают в сторону лежащей сваи, и под нее заводят поворотную рамку. Затем молот с наголовником и сваяй поднимают вверх, пока они не займут вертикальное положение.

Для забивки свай штанговыми дизель-молотами применяют универсальный амортизирующий наголовник (см. [4], рис. 63).

Забивку свай до проектных отметок следует выполнять, как правило, без применения лидерных скважин и без подмыва путем использования соответствующего сваебойного оборудования. Применение лидерных скважин допускается только в тех случаях, когда для погружения свай до проектных отметок требуются молоты с большой массой ударной части, а также при прорезке сваями просадочных грунтов.

Значение необходимой энергии удара молота  $E_h$ , кДж, обеспечивающей погружение свай до проектной отметки без дополнительных мероприятий, следует определять по формуле:

$$E_h \geq \frac{\sum F_i H_i}{B \cdot t} \left( n + \frac{m_c}{m_4} \right), \quad (3)$$

где:  $F_i$  – несущая способность сваи в пределах  $i$ -го слоя грунта, кН;

$H_i$  - толщина  $i$ -го слоя грунта, м;

$B$  - число ударов молота в единицу времени, ударов в 1 мин;

$t$  - время, затраченное на погружение сваи (без учета времени подъемно-транспортных операций);

$Bt$  - число ударов молота, необходимое для погружения сваи, принимаемое обычно равным не более 500 ударов;

$n$  - параметр, принимаемый равным  $n = 4,5$  - при паровоздушных, механических и штанговых дизель-молотах и  $n=5,5$ -при трубчатых дизель-молотах;

$m_c$  - масса сваи, т;

$m_4$  - масса ударной части молота, т.

Выбранный молот следует проверить на минимально допустимый отказ свайного элемента  $S_{\min}$ , который принимается равным минимально допустимому откату для данного типа молота, указанному в его техническом паспорте, но не менее 0,002 м – при забивке свай, и не менее 0,01 м - при забивке шпунта.

Выбор молота при забивке свай длиной свыше 25 м или с расчетной нагрузкой на сваю более 2000 кН производится расчетом, основанном на волновой теории удара.

При наличии разных молотов с одинаковой энергией удара предпочтение следует отдавать молоту с большей массой ударной части, обладающему большей погружающей способностью и вызывающему более низкие динамические напряжения в свае при ее забивке.

### 3. Выбор копров и копрового оборудования по рабочим параметрам

Выбор рационального типа копра или копрового оборудования производится на основании приложения 3, табл. 3.1. Конкретные марки копров и копрового оборудования подбираются по следующим рабочим параметрам.

а) Требуемая грузоподъемность рабочего каната копра  $Q_{гр}$ , которая принимается равной:

- в случае наголовников, жестко связанных с молотом или вибропогружателем при раздельном подъеме сваепогружающего оборудования и свай:

$$Q_{ГР} = \max\{m_1 + m_n + m_3, m_c + m_{стр}\} \quad (4)$$

где  $m_1$  – масса молота или вибропогружателя, т;

$m_n$  – масса наголовника, т;

$m_3$  – масса подбабка, т;

$m_c$  – масса сваи, т;

$m_{стр}$  – масса стропа, т;

- в случае наголовников, одеваемых на сваю, или раздельном подъеме сваепогружающего оборудования и свай с наголовником:

$$Q_{ГР} = \max\{m_1, m_2 + m_3 + m_{стр}\} \quad (5)$$

где  $m_2$  – масса свай с наголовником.

- в случае одновременного подъема сваепогружающего оборудования и сваи (рис. 3):

$$Q_{TP} = m_1 + m_2 + m_3 + m_{стр}, \text{ т} \quad (6)$$

Требуемая грузоподъемность копра определяется по формуле (6).

б) Требуемая полная высота копра или копрового оборудования  $H_{TP}$  (рис. 3).

$$H_{TP} = h_c + h_n + h_m + h_{стр} + 3d_b + \max\{h_3; h_{cx}\}, \quad (7)$$

где  $h_c$  – длина погружаемой сваи, м;

$h_n$  – высота наголовника с подбабком, м;

$h_m$  – полная высота молота или вибропогружателя;

$h_{стр}$  – длина стропа, м;

$d_b$  – диаметр блока полиспата подъемного оборудования, м;

$h_3$  – запас по высоте, м ( $h_3 = 0,15 \div 0,5$  м);

$h_{cx}$  – длина свободного хода подвижных частей молота за пределами его габаритов (например, для трубчатых дизель-молотов), м.

в) Требуемый вылет копра или копрового оборудования  $L_{TP}$  при их расположении на бровке выемок (рис. 3):

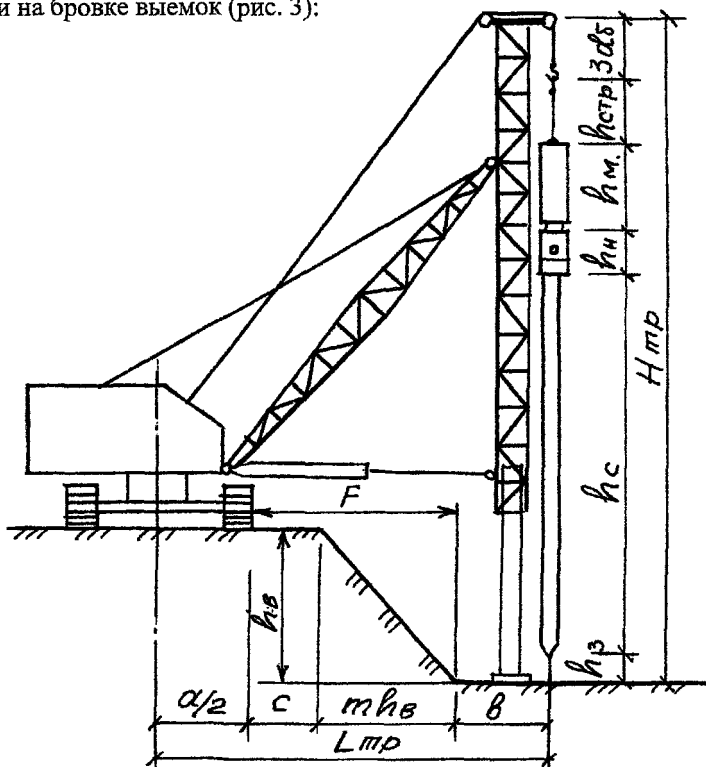


Рис. 3. Расчетная схема к определению  $H_K$ ,  $L_{TP}$ .

$$L_{TP} = \frac{a}{2} + b + \max\{c + mh_B; F\}, \text{ м} \quad (8)$$

где  $a$  – ширина базы копра, м;

$b$  – расстояние по горизонтали от оси погружаемой сваи до подошвы откоса выемки, м;

$c \geq 1,5$  м – минимально допустимое расстояние от бровки откоса выемки до опоры копра;

$m$  – коэффициент откоса выемки;

$h_B$  – глубина выемки, м;

$F$  – минимально допустимое расстояние от подошвы откоса до опоры копра, м.

$F$  принимается по [5] (табл. 3).

Конкретную марку копра или копрового оборудования можно принимать по многочисленным справочникам, например, по [6], табл. 7.17...7.24 или по прил.3.

Способ строповки сваи для подъема и установки ее в направляющих копра зависит от длины и конструкции сваи.

Квадратные сваи длиной до 8 м стропуют непосредственно за верхнюю петлю (рис. 4, а) карабином свайного каната с запирающим устройством и дополнительным страховочным стропом “на удавку” или с помощью стропа, на концах каждой петли которого имеются карабины (рис. 4, б). В последнем случае карабин, расположенный на основной ветви, закрепляют за верхнюю петлю сваи, а второй карабин удерживает петлю страховочного стропа, захватывающего сваю петлей-удавкой.

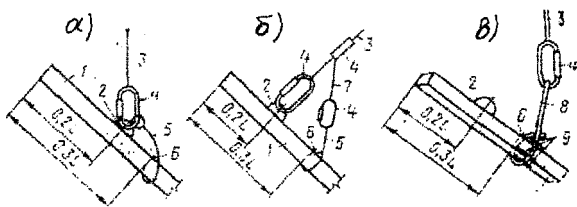


Рис. 4. Схемы строповки свай длиной до  $6 \div 8$  м (а,б) и более (в) при подъеме на копер:

$L$  – длина сваи; 1 –свая, 2 –подъемная петля, 3 –свайный канат, 4 –карабин, 5 –страховочный строп, 6 –штырь-фиксатор, 7 –двухветевой строп, 8 –универсальный (бесконечный) строп, 9 –прокладки деревянные.

Сваи длиной более 8 м стропуют универсальным строём, охватывающем сваю петлей-удавкой в месте расположения на свае фиксирующего штыря (рис. 4, в). Карабин свайного каната закрепляют за универсальный строп.



Свай-оболочки и круглые сваи стропуют двухветвевым стропом с помощью траверсы (см. [4], рис. 90).

Сваю, находящуюся на расстоянии не более 5 м от копра, подтягивают рабочим канатом с помощью нижнего отводного блока (рис. 5).

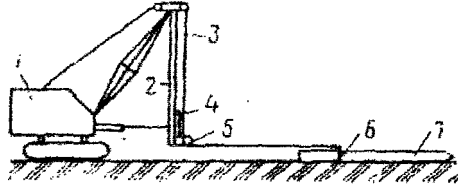


Рис. 5. Схема подтаскивания сваи через нижний отводной блок:

1 -копер на базе экскаватора, 2 -копровая мачта, 3 -рабочий канат, 4 -молот, 5 -нижний отводной блок, 6 -строп, 7 -свая

Для подтаскивания и подъема сваи можно использовать верхний блок на голове копра (рис. 6), если отклонение рабочего каната от вертикали не превышает допустимого (см. табл. 2).

Таблица 2.

Наибольшее допустимое отклонение каната от вертикали при подъеме свай на копер, м.

Базовый экскаватор	Радиус действия копра А, м	Расстояние свай до копра, м		
		П (свая рядом с копром)	О (свая поперек оси копра)	М (свая вперед копра по продольной его оси)
Э - 10011	8	3	2,5	Не более длины поднимаемой сваи
КИ - 1206	9	4	3	
Э - 1004; Э - 1252	9	4	3	
Э - 1258Б	8	4	3	
Э - 1602	9...10	4	3,5	

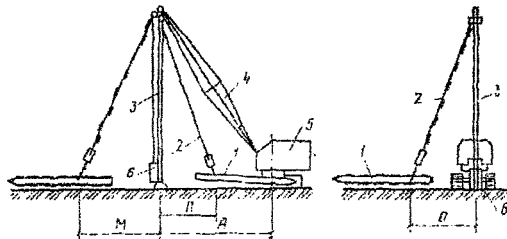


Рис. 6. Схема подъема свай на копер:

1 -свая, 2 - рабочий канат, 3 -копровая стрела, 4 - крановая (опорная) стрела, 5 - базовая машина (экскаватор), 6 - молот.

Для одновременного подъема молота и сваи длиной до 6 м можно использовать шарнирно закрепленный наголовник (рис. 7, а, б).

Сваи длиной более 6 м поднимают вместе с молотом посредством использования специального устройства (рис. 7, в).

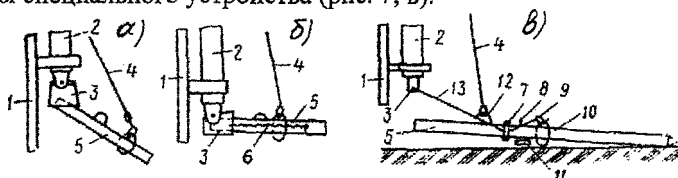


Рис. 7. Схема подъема (а) и установки (б) сваи шарнирно-закрепленным наголовником и схема специального устройства для одновременного подъема молота и сваи (в):

а – заводка головы сваи в наголовник, б – опускание молота и закрепление наголовника; 1 – мачта, 2 – молот, 3 – наголовник, 4 – свайный канат, 5 – свая, 6 – канатный петлевой соединитель, 7 – хомут (направляющая рамка), 8 – штырь-фиксатор, 9 – подвеска с крюком, 10 – универсальный строп, 11 – подкладка, 12 – петля, 13 – канаты.

В этом случае молот устанавливают в нижнем положении на копровой мачте. Сваю, подтянутую к копру для подъема, приподнимают свайным канатом (рис. 7, в) и под нее, в месте расположения штыря-фиксатора, устанавливают деревянный брус (подкладку). Затем надевают на сваю хомут и закрепляют его в месте расположения штыря. С помощью специальной подвески с крюком и универсального стропа сваю захватывают узлом-удавкой для ее страховки. Поднятием молота поднимают сваю в вертикальное положение с одновременной заводкой ее головы в щеки наголовника.

#### 4. Определение отказа свай

В соответствии с [2] значение контрольного остаточного  $s_a$ , м, отказа при забивке и добивка железобетонных и деревянных свай длиной до 25 м в зависимости от энергии удара  $E_d$  выбранного молота и несущей способности сваи  $F_d$ , указанной в проекте, должно удовлетворять условию:

$$s_a \leq \frac{\eta A E_d}{F_d (F_d + \eta A)} \cdot \frac{m_1 + \varepsilon^2 (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (9)$$

Если фактический (измеренный) остаточный отказ  $s_a < 0,002$  м, то следует предусмотреть применение для погружения свай молота с большей энергией удара, при которой остаточный отказ будет  $s_a \geq 0,002$  м, а в случае невозможности замены сваебойного оборудования – общий контрольный отказ сваи  $s_a + s_{el}$ , м (равный сумме остаточного и упругого отказов), должен удовлетворять условию:

$$s_a + s_{el} \leq \frac{2E_d \frac{m_1}{m_1 + m_2} + F_d s_{el}}{F_d \left[ \left( 2 + \frac{F_d}{4} \right) \left( \frac{\eta_p}{A} + \frac{\eta_f}{A_f} \right) \frac{m_4}{m_4 + m_2} \sqrt{2g(H-h)} \right]} \quad (10)$$

В формулах (9) и (10) приняты обозначения:

$\eta$  - коэффициент, принимаемый по табл. 3 в зависимости от материала свай, кН/м<sup>2</sup>;

$A$  - площадь, ограниченная наружным контуром сплошного или полого поперечного сечения ствола свай (независимо от наличия или отсутствия у свай острия), м<sup>2</sup>;

$E_d$  - расчетная энергия удара молота, кДж, принимаемая по табл. 4;

$m_1$  - масса молота, т;

$m_2$  - масса свай и наголовника, т;

$m_3$  - масса подбавка, т;

$\varepsilon$  - коэффициент восстановления удара, принимаемый при забивке железобетонных свай и свай-оболочек молотами ударного действия с применением наголовника с деревянным вкладышем  $\varepsilon^2=0,2$ ;

$s_a$  - фактический остаточный отказ, равный значению погружения свай от одного удара молота;

$s_{el}$  - упругий отказ свай (упругие перемещения грунта и свай), определяемый с помощью отказомера, м;

$\eta_p$  и  $\eta_f$  - коэффициенты перехода от динамического (включающего вязкое сопротивление грунта) к статическому сопротивлению грунта, принимаемые соответственно равными для грунта под нижним концом свай  $\eta_p=0,00025$  с·м/кН и для грунта на боковой поверхности свай  $\eta_f=0,025$  с·м/кН;

$A_f$  - площадь боковой поверхности свай, соприкасающейся с грунтом, м<sup>2</sup>;

$m_4$  - масса ударной части молота, т;

$g$  - ускорение свободного падения, принимаемое равным  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$H$  - фактическая высота падения ударной части молота, м;

$h$  - высота первого отскока ударной части дизель-молота, а для других видов молотов  $h=0$  м.

При забивке свай через грунт, подлежащей удалению в результате последующей разработки котлована, или через грунт для водотока значение расчетного отказа следует определять исходя из несущей способности свай, вычисленной с учетом не удаленного или подверженного возможному размыву грунта, а в местах вероятного проявления отрицательных сил трения - с учетом последнего.

Значения коэффициента  $\eta$ .

Виды свай	Коэффициент $\eta$ , кН/м <sup>2</sup>
Железобетонные с наголовником	1500
Деревянные без подбабка	1000
Деревянные с подбабком	800

Таблица 4.

Расчетная энергия удара молота.

Тип молота	Расчетная энергия удара молота $E_d$ , кДж
Подвесной или одиночного действия	$QH$
Трубчатый дизель-молот	$0,9QH$
Штанговый дизель-молот	$0,4QH$

Обозначения, принятые в табл. 4:

 $Q$  – вес ударной части молота, кН; $H$  – фактическая высота падения ударной части дизель-молота, м.

При проверке контрольных отказов в случаях, когда в проекте дана только расчетная нагрузка на сваю  $N$ , кН, несущую способность сваи  $F_d$ , кН, следует принимать равной:

$$F_d = kN, \quad (11)$$

где  $k$  – коэффициент надежности;

$k=1,4$  при расчетах по формуле (9) и  $k=1,25$  при расчетах по формуле (10) для всех зданий и сооружений, кроме мостов, если в проекте нет других указаний.

Расчетный отказ для железобетонных свай длиной свыше 25 м, а также для стальных трубчатых свай следует определять расчетом, основанным на волновой теории удара.

### 5. Определение времени погружения свай

Время погружения сваи в грунт необходимо для расчёта производительности труда и последующего его нормирования.

В соответствии с методикой, изложенной в [7], при наличии результатов статического зондирования (инженерно-геологических изысканий) чистое время погружения сваи, т.е. время работы молота без перерывов, определяется по формуле:

$$T = \frac{\eta E_{zp}}{BE_d}, \quad (12)$$

где  $\eta = 2,4$  – среднестатистический коэффициент, учитывающий различие в процессах статического и динамического погружения свай и потери энергии при забивке;

$E_{зр}$  – энергоемкость погружения свай статическим методом (вдавливани-ем), Дж;

$B$  – число ударов молота в минуту, шт;

$E_d$  – энергия одного наносимого молотом удара, Дж, (табл. 4).

$$E_{зр} = k \left( \sum_{i=1}^n R_{zi} \cdot F \cdot l_i + \frac{1}{2} K_1 \cdot U \cdot \sum_{i=1}^n \tau_i \cdot l_i^2 \right), \quad (13)$$

где  $k$  – коэффициент однородности грунта строительной площадки ( $k = 0,9 \dots 1$ , см. [7]);

$R_{zi}$  – лобовое сопротивление грунта зондированию в  $i$ -ом слое, Па;

$F$  – площадь поперечного сечения свай,  $m^2$ ;

$l_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, м;

$K_1$  – коэффициент проработки грунта, учитывающий неполноту контакта свай с грунтом в процессе забивки, принимается по табл. 5;

$U$  – периметр свай, м;

$\tau_i$  – величина бокового сопротивления грунта зондированию в  $i$ -ом слое грунта, Па.

Таблица 5.

Значения коэффициента проработки грунта  $K_1$ .

Глубина за- бивки Свай, м	4	4...6	6...8	8...10	$\geq 12$
Величина $K_1$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9

## **6. Расчет искусственного глубинного водопонижения при защите строительных выемок от грунтовых вод.**

Искусственное глубинное понижение уровня грунтовых вод является наиболее эффективным способом уменьшения водонасыщенности грунтов, при котором вода откачивается из скважин, расположенных вдоль или по контуру выемки. При этом в грунте образуется депрессионная воронка, размеры которой должны превышать размеры котлована.

Для глубинного водопонижения в промышленном и гражданском строительстве используют:

а) легкие иглофильтровые установки (ЛИУ) - при коэффициенте фильтрации грунта  $k = 1,5 \dots 50$  м/сут и необходимым понижении уровня грунтовых вод в точках погружения иглофильтров  $h_n \leq 6,5$  м;

б) установки вакуумного водопонижения (УВВ) - при  $k = 0,05 \dots 2$  м/сут и  $h_n \leq 6 \dots 7$  м.;

в) эжекторные иглофильтровые установки (ЭИУ) - при  $k = 0,05 \dots 1$  м/сут и  $h_n \leq 10 \dots 12$  м;

г) эжекторные вакуумные водопонизительные установки (ЭВВУ) - при  $k = 0,05 \dots 1$  м/сут и  $h_n \leq 20 \dots 22$  м;

д) способ электроосмоса - при  $k \leq 0,05$  м/сут и электрическом сопротивлении грунта более 500 Ом/см;

е) водопонизительные скважины - при  $k > 50$  м/сут и  $h_n > 20$  м.

По расположению в плане различают контурную (рис. 8) и линейную водопонизительные системы (9 б).

По глубине может использоваться одноярусная (рис. 9) и многоярусная схемы установки водопонизительных систем.

В контрольной работе необходимо запроектировать контурную одноярусную водопонизительную систему.

В настоящее время промышленность серийно выпускает установку ЛИУ-6Б, в комплект которой входят: два насосных агрегата, всасывающий коллектор длиной 105 м, 100 иглофильтров и комплектующие детали. Оба насосных агрегата укомплектованы вакуум-насосами и могут работать совместно на одной станции или раздельно каждый с комплектом иглофильтров. Производительность насосных агрегатов -  $140 + 65$  м<sup>3</sup>/ч.

Всасывающий коллектор диаметром 150 мм и длиной 105 м собирается из 20 звеньев (длина каждого звена 5,25 м). У двух звеньев есть патрубки диаметром 150 мм для подключения насосов, 9 звеньев имеют через 0,75 м патрубки для подключения иглофильтров и 9 звеньев не имеют патрубков. Максимальная длина коллектора на один насосный агрегат или на одну насосную станцию зависит от притока воды и не должна превышать 105 м.

Иглофильтр имеет общую длину до 8,5 м и состоит из фильтрового звена длиной 980 или 1260 мм и надфильтровой трубы, которая собирается из одного звена длиной 1,5 м и двух звеньев по 3 м.

Вакуумные способы позволяют развивать устойчивый вакуум в зоне фильтра и благодаря этому поднимать воду с больших глубин.

В комплект установки УВВ - 2 входят (рис. 10): центробежный насос производительностью 190 м<sup>3</sup>/ч; циркуляционный бак; всасывающий коллектор диаметром 150 мм (12 звеньев по 4,5 м) с патрубками через 0,75 м для подключения иглофильтров; водо-воздушный и водо-водяной эжекторы; 50 иглофильтров и комплектующие детали.

Водо-воздушный эжектор установлен на циркуляционном баке и служит для создания вакуума во всасывающей системе и откачки воздуха. Водяной эжектор смонтирован на всасывающем коллекторе и откачивает воду. Оба эжектора питаются рабочей водой с одного насоса. При значительном преобладании в поднимаемой водо-воздушной смеси того или другого компонента каждый из эжекторов может частично принять на себя функции другого.

Иглофильтр длиной 7,5 м собирается из обычного фильтрового звена (как в ЛИУ) и четырех надфильтровых звеньев длиной по 1,5 м.

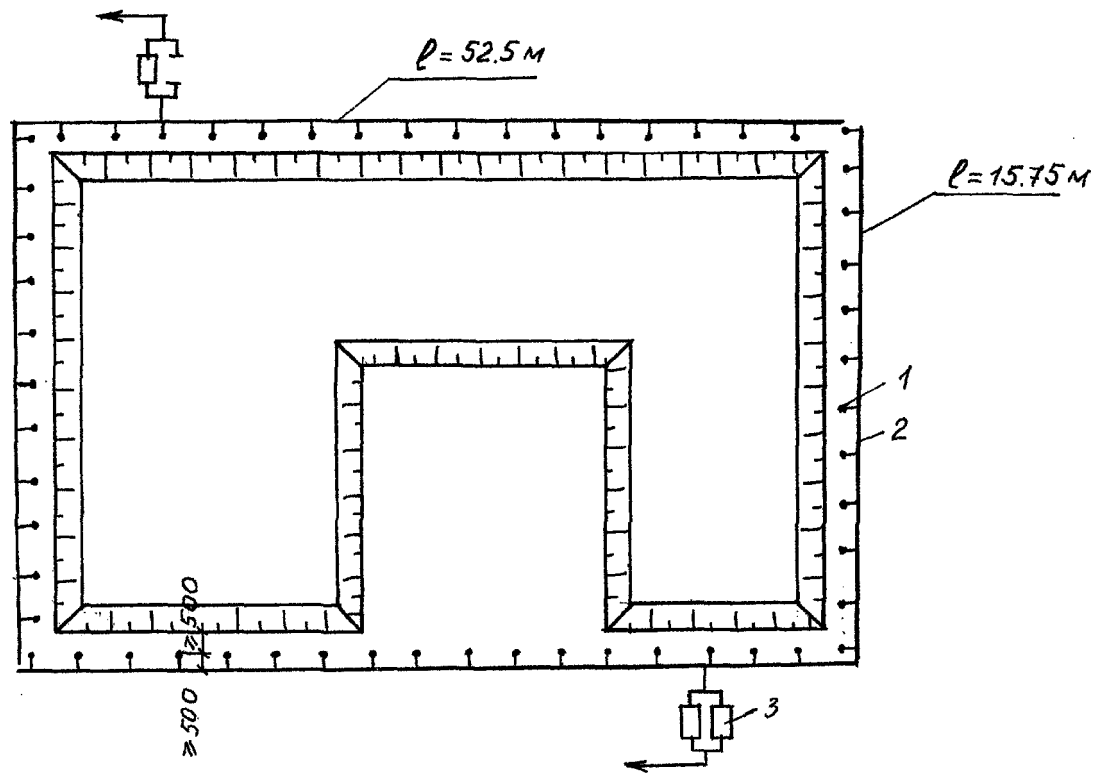


Рис. 8. Схема контурной водопонизительной системы.

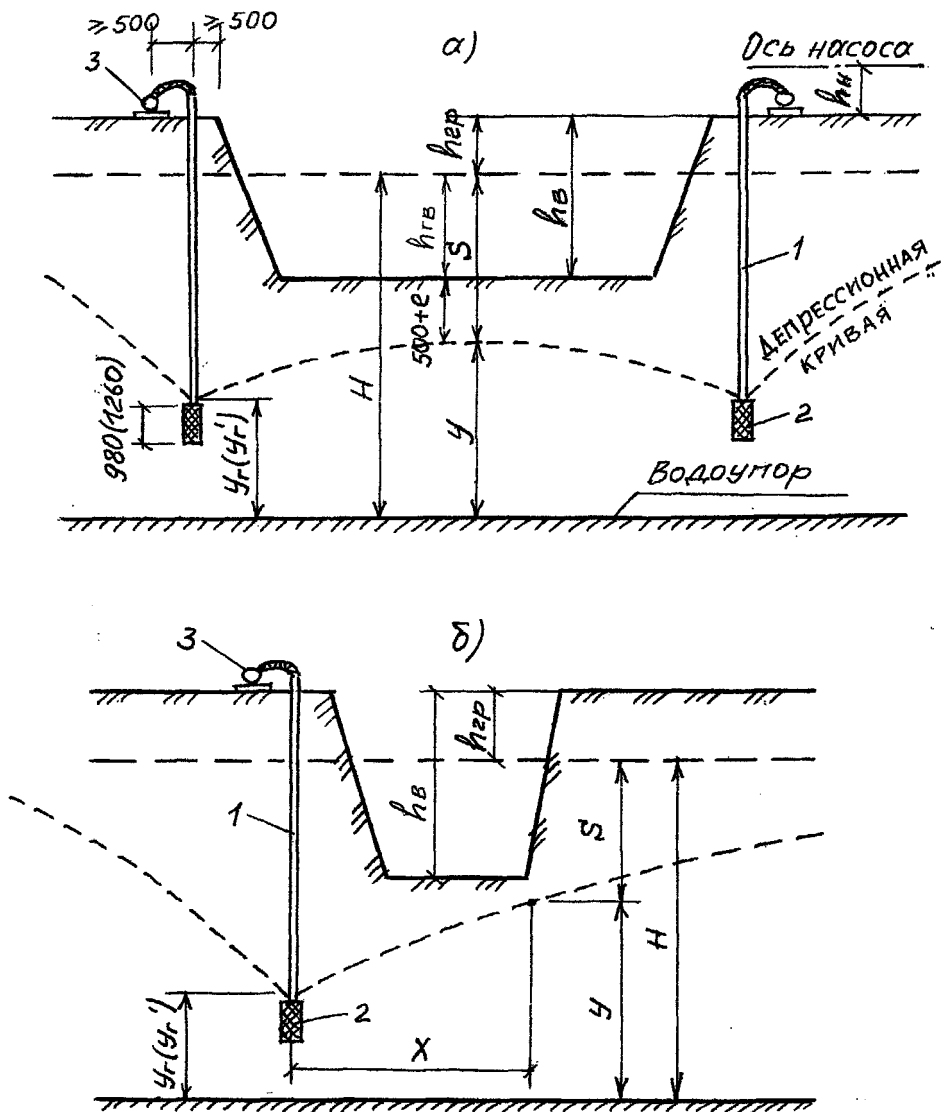


Рис. 9. Расчетные схемы иглофильтровых установок:

а) Контурных систем.

б) Линейных систем.

1 - надфильтровое звено иглофильтра

2 - фильтровое звено

3 - всасывающий коллектор.



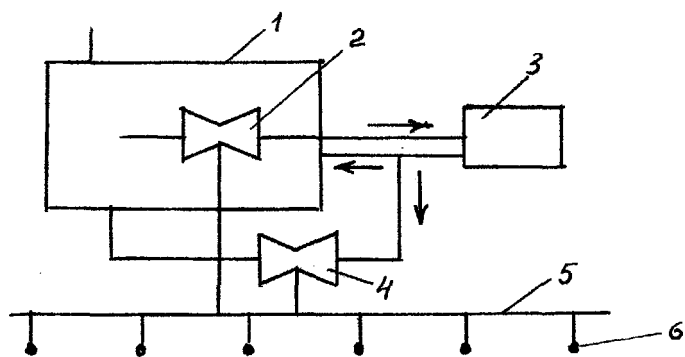


Рис. 10. Схема установки вакуумного водопонижения УВВ – 2:  
 1 – циркуляционный бак; 2 – водовоздушный эжектор; 3 – насосный агрегат; 4 – водо-водяной эжектор; 5 – всасывающий коллектор; 6 – иглофильтр

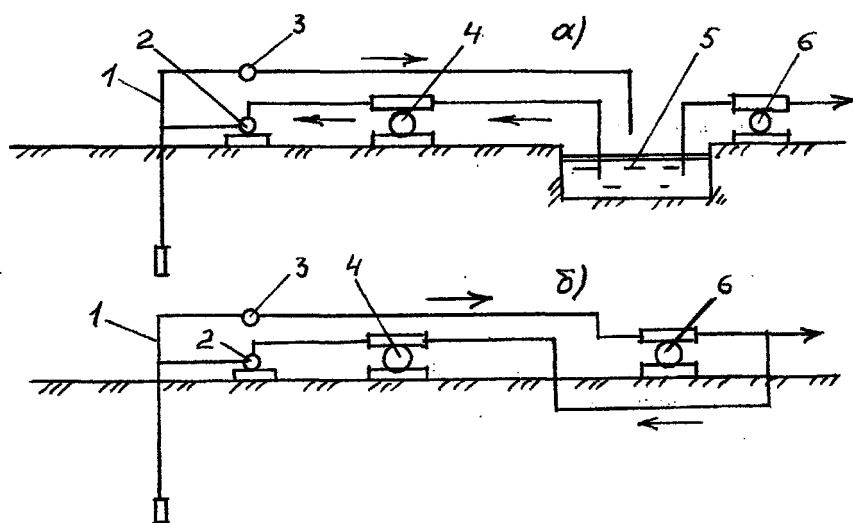


Рис. 11. Эжекторная иглофильтровая установка:  
 а – с циркуляционным резервуаром; б – без циркуляционного резервуара; 1 – эжекторный иглофильтр; 2 – распределительный коллектор; 3 – сливной коллектор; 4 – центробежный рабочий насос; 5 – циркуляционный резервуар; 6 – низконапорный насос

Вокруг иглофильтров обязательно устраивают обсыпку из песка с крупностью зерен 0,5- 2 мм. В грунтах с коэффициентом фильтрации 0,5- 2 м/сут обсыпка устраивается на высоту 2,5- 3,5 м от забоя, а верхняя часть зазора заполняется местным грунтом. При меньшем коэффициенте фильтрации обсыпка выполняется на всю высоту иглофильтра.

ЗИУ может быть с циркуляционным резервуаром и без него (рис. 11). Она состоит из эжекторных иглофильтров, распределительного и сливного коллекторов, центробежного и низконапорного насосов, циркуляционного резервуара (только для первой схемы).

Эжекторный иглофильтр состоит из обычного фильтрового звена и двух колонок надфильтровых труб. Внутренняя колонка труб заканчивается у фильтра эжекторным водоподъемником. От центробежного насоса через распределительный коллектор рабочая вода нагнетается в зазор между трубами и далее, через эжектор, поступает во внутреннюю трубу, увлекая за собой грунтовую воду. Смесь рабочей и грунтовой воды поступает в сливной коллектор, а из него - в резервуар или к низконапорному насосу. Центробежный насос питается из резервуара или от низконапорного насоса. Последний служит для удаления воды за пределы площадки.

ЭВВУ предназначены для работы в слоистых грунтах с чередованием водоносных и водоупорных слоев.

ЭВВУ отличается от обычных эжекторных установок только конструкцией иглофильтров, которые имеют дополнительную фильтровую оболочку на всю высоту.

При способе электроосмоса вдоль иглофильтров в грунт погружают стальные стержни или трубы. Их располагают на расстоянии 0,8 м от линии иглофильтров с осушаемой стороны. Иглофильтры (катоды) подключают к отрицательному, а стержни (аноды) - к положительному полюсам источника постоянного тока с рабочим напряжением 40 - 60 В.

Под действием постоянного электрического тока поровая вода освобождается и перемещается в сторону иглофильтров. В результате "увеличивается" коэффициент фильтрации, и отсос воды идет более интенсивно.

Расчет ЛИУ заключается в определении требуемого числа насосных установок, шага иглофильтров и глубины их погружения. Значение этих параметров зависит от величины притока грунтовых вод к водопонижающей системе, который определяется по формулам:

- для линейных систем (рис. 9 б)

$$Q_c = \frac{mk(H - Y)l}{R - x} \quad , \quad (14)$$

- для контурных систем (рис. 8, 9 а)

$$Q_c = \frac{2\pi \cdot mk(H - Y)}{\ln\left(\frac{R}{A}\right)} \quad , \quad (15)$$

где:  $Q_c$  - суммарный приток воды к системе, м<sup>3</sup>/сут;

$m$  - толщина водоносного слоя при напорной фильтрации  
или средняя толщина потока, равная  $\frac{H+Y}{2}$ , при безнапорной фильт-

рации, м;

$k$  - коэффициент фильтрации, м/сут;

$H$  - напор грунтовых вод, м;

$Y$  - напор в расчетной точке, м;

$l$  - длина расчетного участка линейной системы, м;

$R$  - радиус депрессии (влияния), м;

$S$  - требуемое понижение грунтовых вод, м;

$x$  - расстояние от оси линейной системы до расчетной точки, м;

$A$  - приведенный радиус водопонизительной системы, м.

$$R=A+10S\sqrt{k} \text{ - при напорной фильтрации,} \quad (16)$$

$$R=A+2S\sqrt{kH} \text{ - при безнапорной фильтрации} \quad (17)$$

$$A=\sqrt{\frac{F_u}{\pi}} \quad (18)$$

где:  $F_u$  - площадь, ограниченная иглофильтрами, м<sup>2</sup>.

$$S=h_{зв}+e+0,5 \text{ , м} \quad (19)$$

где:  $h_{зв}$  - глубина котлована от непониженного уровня грунтовых вод, м;

$e$  - высота капиллярного поднятия грунтовых вод, м.

$$e=\sqrt{\frac{1}{k}} \quad (20)$$

Зная общую длину коллектора системы  $P_k$  (см. рис. 8) и суммарный приток воды к системе  $Q_c$ , по графикам (рис. 12) определяют предельную длину коллектора на один насосный агрегат  $L_k$ .

Тогда число установок в системе:

$$N=\frac{P_k}{L_k} \quad (21)$$

При округлении числа установок в большую сторону проектируемая длина коллектора на одну установку будет равна (должна быть кратна 5,25 м):

$$l_k=\frac{P_k}{N} \quad \text{, м} \quad (22)$$

Приток воды к одной установке

$$Q_y=\frac{Q_c}{N} \quad \text{, м}^3/\text{сут} \quad (23)$$

$$Q_y'=\frac{Q_y}{24} \quad \text{, м}^3/\text{час} \quad (24)$$

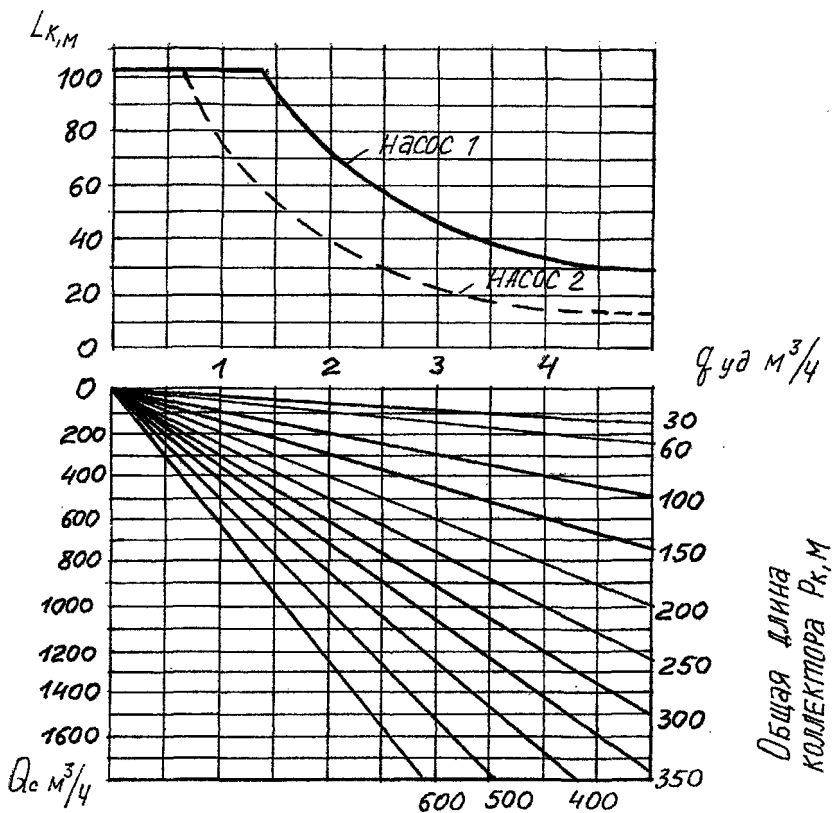


Рис. 12. Графики предельной длины всасывающего коллектора на один насосный агрегат ЛПУ - 6:

$Q_c$  - суммарный приток воды к системе;

$L_k$  - предельная длина коллектора на один насосный агрегат;

$q_{уд}$  - удельный приток воды на 1 м коллектора.

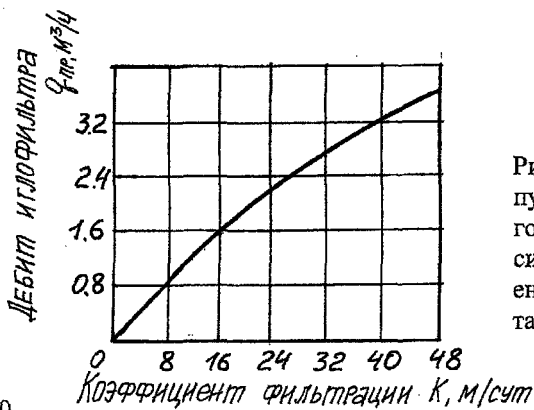


Рис. 13. Предельно допустимый дебит одного иглофильтра в зависимости от коэффициента фильтрации грунта водоносного слоя.

Далее, принимая шаг иглофильтров кратным 0,75 м, для каждого случая определяют число иглофильтров в установке и приток воды к каждому из них по формулам:

$$n = \frac{l_k}{2G} \quad , \quad (25)$$

$$q = \frac{Q_y}{n} \quad , \quad \text{м}^3/\text{ч} \quad (26)$$

где:  $n$  - число иглофильтров в установке, шт.;

$2G$  - шаг иглофильтра, м;

$q$  - приток воды к одному иглофильтру, м<sup>3</sup>/час.

Шаг увеличивают до значения, при котором приток воды не превышает предельно допустимого дебита иглофильтра, определяемого по графику (рис. 13).

Для каждого значения  $n$  определяют высоту от водоупора до сниженного уровня грунтовых вод у иглофильтров. Расчет выполняют по двум уравнениям: первое уравнение характеризует условия движения воды в иглофильтровой системе, второе - условия фильтрации воды в грунте.

Первое уравнение имеет вид:

$$y'_2 = y_H - h_B + \xi \frac{Q_y}{k_0 n} + 1.34 \cdot 10^{-7} \xi_1 Q_y^2 \quad , \quad \text{м} \quad (27)$$

где:  $y'_2$  - высота от водоупора до сниженного уровня воды у расчетного иглофильтра, м;

$y_H$  - высота расположения оси насоса над водоупором, м;

$h_B$  - расчетная вакуумметрическая высота всасывания насоса, м (для ЛДЮ не более 6 м);

$\xi$  - величина, зависящая от срока службы установки на данном объекте, м<sup>-1</sup> (при 1 - 6 месяцах равна 0,4);

$k_0$  - коэффициент фильтрации грунта в прифильтровой зоне или обсыпке, м/сут;

$\xi_1$  - коэффициент потерь напора во всасывающей системе, сут<sup>2</sup>/м<sup>5</sup> (определяют по графику рис. 14).

Второе уравнение для контурной системы имеет вид:

$$y_2 = H - S \left( 1 + \frac{2\pi \cdot \Phi \cdot m'}{N \cdot n \cdot \ln \frac{R}{A}} \right) \quad , \quad \text{м} \quad (28)$$

где:  $\Phi$  - коэффициент фильтрационного сопротивления, м<sup>-1</sup> (равный 1; 0,8; 0,7; 0,6 м<sup>-1</sup> при шаге иглофильтров соответственно 0,75; 1,5; 2,25; 3,0 м);

$m'$  - толщина потока на линии иглофильтров, м (при напорном потоке  $m' = m$ , при безнапорном  $m' = y$ ).

Значения  $y_2'$  и  $y_2$  определяют для всех значений  $n$  ( $2G$ ) и строят кривые.

Если кривые пересекутся в интервале между двумя значениями  $2G$  (см. рис. 15), то за расчетное следует принимать меньшее из значений  $2G$  и соответствующее ему  $y_2$ .

Если кривые не пересекутся в интервале построения и значения  $y_2' > y_2$ , то из этого следует, что насос установлен высоко и не может обеспечить понижение уровня воды до требуемой отметки. В таком случае необходимо опустить насос, установить два яруса иглофильтров или применить другой способ водопонижения.

По величине  $y_2$  определяют глубину погружения иглофильтров в грунт:

$$l_u \geq y_n - y_2 + l_\phi + 0,5 \quad , \quad (29)$$

где:  $l_u$  - глубина погружения иглофильтров в грунт от оси насоса, м;

$l_\phi$  - длина фильтрового звена с наконечником.

Тогда оптимальная длина иглофильтров равна:

$$l_u^{opt} = l_u - 0,8h_n \quad , \quad (30)$$

где:  $h_n$  - превышение оси насоса над уровнем земли, м.

При этом верх иглофильтров будет находиться на высоте 10 - 20 см над уровнем земли.

По оптимальной длине иглофильтров подбираем их истинную длину, которая должна быть максимально близкой к оптимальной, и определяется из выражения:

$$l_u = l_\phi + 1,5n + 3n_1 \quad , \quad (31)$$

где:  $n$ ,  $n_1$  - количество надфильтровых звеньев длиной 1,5 и 3,0 м.

Насосные установки следует устанавливать в середине коллектора. Каждая установка должна состоять из рабочего и резервного насоса с подводом к ним электроэнергии от двух независимых источников.

Для полного осушения выемки уровень грунтовых вод должен быть ниже ее дна на определенную глубину. При этом должно соблюдаться условие

$$1,5h_{2\phi} \geq S \geq h_{2\phi} + l + 0,5 \quad (32)$$

При двух и более рабочих насосах количество резервных насосов должно быть не менее 50%.

Расчет УВВ ведется по методике ЛИУ. При этом высота всасывания принимается равной 8,5 - 9 м при коэффициенте фильтрации менее 1 м/сут и 8 - 8,5 м при коэффициенте фильтрации 1 - 2 м/сут. Глубина погружения иглофильтров может быть принята меньше значений, полученных по формуле (29), но верх фильтровых звеньев не должен превышать уровень  $y_2 + e$ .

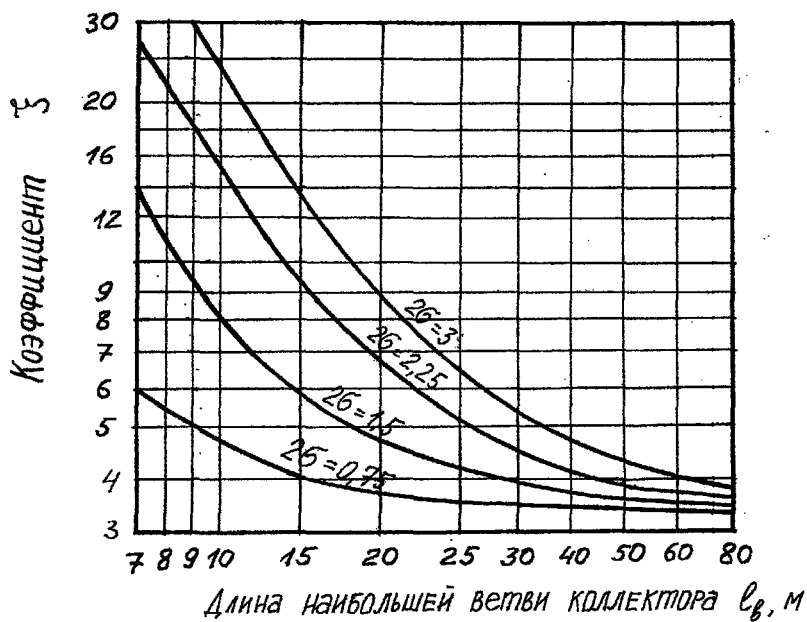


Рис. 14. Графики значений коэффициента потерь напора во всасывающей системе установки:

$2G$  - расстояние между иглофильтрами.

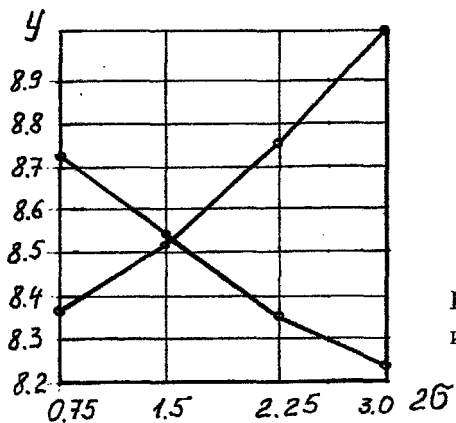


Рис. 15. Графическое изображение  $z_2$  и  $z_2'$ .

## **7. Разработка мероприятий по производству работ в зимнее время.**

Зимними условиями считается, если среднесуточная температура наружного воздуха ниже  $+5^{\circ}\text{C}$  или в течение суток наблюдается ее понижение до  $0^{\circ}\text{C}$ .

В зимних условиях необходимо обеспечить приобретение бетоном до момента его замерзания прочности не ниже критической, после чего замораживание уже не вносит нарушений в структуре бетона и он, оказавшись после оттаивания в нормальных для твердения условиях, набирает проектную прочность. Поэтому критическая прочность бетона к моменту возможного замерзания должна быть указана в проекте производства работ и составляет от проектной прочности при сжатии для классов:

V7,5 и V12,5 - 50%;

V15, V20, V25 - 40%;

V30, V35, V40 - 30%

и 70% прочности для особо ответственных конструкций (мосты и т. п.). Во всех случаях прочность бетона на сжатие в момент замерзания должна быть не ниже 5 МПа.

Рекомендуемые способы выдерживания бетонных и железобетонных конструкций в зависимости от модуля поверхности приведены в таблице 6.

При выборе способа выдерживания бетона следует в первую очередь рассмотреть возможность использования способа термоса, способа термоса с добавками-ускорителями твердения и способа термоса с предварительным электротермообогревом. При невозможности получить с помощью этого способа требуемую прочность бетона в заданные сроки необходимо последовательно рассмотреть возможность применения бетона с противоморозными добавками, способов электротермообработки, обогрева паром, горячим воздухом, в тепляках.

Таблица 6.

Рекомендуемые способы выдерживания бетона при отрицательных температурах.

Наименование Конструкции	Модуль Поверхн.	Рекомендуемый способ
1	2	3
Массивные бетонные и железобетонные фундаменты	До 3	Способ термоса. Способ термоса с применением ускорителей твердения бетона при температуре наружного воздуха выше $-20^{\circ}\text{C}$ . Бетон с противоморозными добавками при более низких температурах.



Фундаменты под конструкции зданий и оборудование, массивные стены и т. п.	3 - 6	Способ термоса. Способ термоса с применением ускорителей твердения. Бетон с противоморозными добавками. Предварительный электроразогрев бетонной смеси. Периферийный электропрогрев.
Колонны, балки, прогоны, элементы рамных конструкций, свайные ростверки, стены, перекрытия и т. п.	6 - 10	Бетон с противоморозными добавками. Предварительный электроразогрев бетонной смеси. Электродный прогрев, электрообогрев с применением греющей опалубки.
Полы, перегородки, плиты перекрытий, тонкостенные конструкции каркасов	10 - 20	Электродный прогрев, контактный обогрев с помощью греющей опалубки, бетон с противоморозными добавками (для полов).
Стыки, подливки	20 - 100	Электродный прогрев, индукционный прогрев, применение противоморозных добавок, не вызывающих коррозию стали

Способ термосного выдерживания бетона состоит в том, что уложенный бетон, при строго определенных условиях (температуре наружного воздуха, скорости ветра, коэффициента теплопередачи ограждений, массивности конструкций, тепловыделении цемента и начальной температуре бетона), может приобрести заданную прочность за время остывания от своей начальной температуры ( $t_{б.н.}$ ) до некоторой конечной ( $t_{б.к.}$ ).

Количество тепла в бетоне, полученное при нагреве составляющих и выделенное цементом в период твердения, должно быть не меньше количества расходуемого тепла (теплопотерь) при остывании конструкции до конечной температуры, т. е. до получения заданной прочности бетона.

Расчет термосного выдерживания производится в следующем порядке:

а) Определяется модуль поверхности  $M_n = \frac{F}{V}, \text{ м}^{-1}$  (33)

где:  $F$  - площадь поверхности остывания железобетонной конструкции,  $\text{м}^2$ ;  
 $V$  - объем железобетонной конструкции,  $\text{м}^3$ .

Для ленточного ростверка достаточно рассмотреть участок длиной 1м, в этом случае при сечении ростверка, представленном на рис. 16, модуль поверхности составляет:

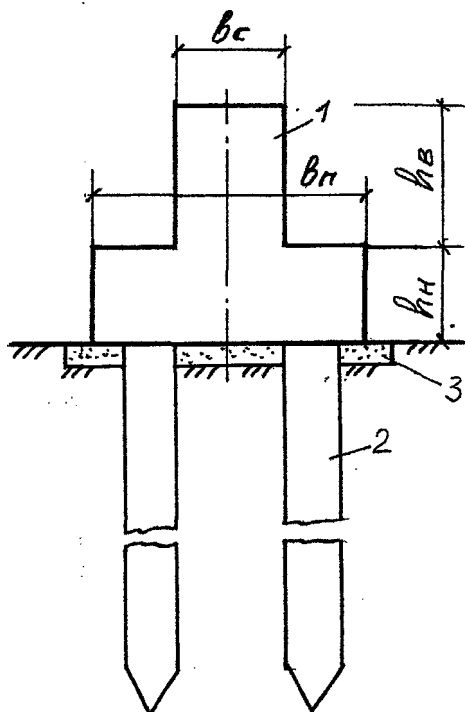


Рис. 16. Схема ростверка с подошвой:  
 1 – ростверк ;  
 2 – свая;  
 3 – подготовка.

$$M_n = (2(h_n + h_a) + b_n) / (b_n h_n + b_c h_a) \quad , \quad (34)$$

б) Зная марку и вид цемента, используемого для приготовления бетонной смеси (БС), устанавливаем температуру БС на выходе из бетоносмесителя (см. прил. 4 или [9], табл. 5).

в) Находим начальную температуру  $t_{бн}$  уложенной БС в опалубку ростверка по формуле:

$$t_{бн} = t_{см}(1 - \Sigma \Delta t_{mp}) + t_{нв} \Sigma \Delta t_{mp} \quad , \quad (35)$$

где:  $t_{см}$  - температура БС на выходе из бетоносмесителя, град;

$t_{нв}$  - температура наружного воздуха, град;

$\Sigma \Delta t_{mp}$  - суммарное снижение температуры БС при всех операциях и перепаде температур в  $1^\circ \text{C}$ , град/град.

$$\Sigma \Delta t_{mp} = \Delta t_{mp} + \Delta t_n + \Delta t_y + \Delta t_{np} \quad , \quad (36)$$

где:  $\Delta t_{mp}$  - снижение температуры БС при ее транспортировании в случаях перепада температуры БС и наружного воздуха в  $1^\circ\text{C}$ , град/град;

$\Delta t_y$  - то же, при укладке бетонной смеси, град/град

$\Delta t_{np}$  - то же, при погрузках и разгрузках, град/град

$\Delta t_n$  - то же, при подаче бетонной смеси, град/град

$$\Delta t_{mp} = \Delta t'_{mp} \tau_{mp} \quad , \quad (37)$$

где:  $\Delta t'_{mp}$  - относительное снижение температуры БС при транспортировании в течение одной минуты и перепаде температур в  $1^\circ\text{C}$ , град/(град\*мин) (см. прил. 5 или [9], табл. 4);

$\tau_{mp}$  - время транспортирования БС, мин

$$\tau_{mp} = \frac{60L}{V} \quad , \quad (38)$$

где:  $L$  - дальность транспортирования БС, км;

$V$  - скорость транспортирования БС, км/час (см. прил. 6).

$$t_{np} = 0,032(\tau_n + \tau_p) \quad , \quad (39)$$

где:  $\tau_n$  - время погрузки, мин ( $\tau_n = 3 \dots 5$  мин);

$\tau_p$  - то же, разгрузки, мин.

$$\tau_p = \frac{H^p_{sp} V_6 60}{N_p n_{за}} \quad , \quad (40)$$

где:  $H^p_{sp}$  - норма времени на разгрузку (прием БС), чел - час (см. Е4 - 1 - 54, п. 19);

$N_p$  - количество рабочих в звене, чел;

$n_{за}$  - принятое количество звеньев, шт.;

$V_6$  - объем перевозимой за один рейс БС, м<sup>3</sup>.

$$\Delta t_y = \Delta t'_y \cdot \tau_y \quad , \quad (41)$$

где:  $\Delta t'_y$  - относительное снижение температуры БС при ее укладке в течение одной минуты и перепаде температур в  $1^\circ\text{C}$ , град/(град\*мин) (см. прил. 7 или [9], с. 12);

$\tau_y$  - время укладки БС в конструкцию, мин.

$$\tau_y = \frac{60H^y_{sp} V_6}{N_p n_{за}} \quad , \quad (42)$$

где:  $H^y_{sp}$  норма времени на укладку БС, чел - час (см. Е4 - 1 - 49)

$$\Delta t_n = 0,0022H \quad , \quad (43)$$

где:  $H$  - высота подачи БС, м.

г) Находится средняя температура остывания БС по формуле

$$t_{бср} = t_{бк} + \frac{t_{бн} - t_{бк}}{1,03 + 0,181M_n + 0,006(t_{бн} - t_{бк})} \quad , \quad (44)$$

где:  $t_{бк}$  - конечная температура БС,  $^\circ\text{C}$  ( $t_{бк} = 0 \dots 5^\circ\text{C}$ ).

При  $M_n \leq 4$  можно принимать  $t_{бср} = (t_{бн} + 5) / 2$ , при  $M_n = 5 \dots 8 - t_{бср} = t_{бн} / 2$ , при  $M_n = 9 \dots 12 - t_{бср} = t_{бн} / 3$ .

д) Зная критическую прочность (п. б) и  $t_{бср}$  по графикам нарастания относительной прочности (прил. 8 или [9], рис. 2) определяем требуемое время остывания БС  $\tau_{mp}$ , час.

е) По прил. 9 или [9], табл. 20 устанавливаем на основании  $t_{бср}$  и  $\tau_{mp}$  тепловыделение 1 кг цемента  $\mathcal{E}$ , кДж / кг.

ж) Пользуясь формулой Б. С. Скрамтаева для расчета времени остывания БС находим требуемый коэффициент теплопередачи опалубки  $k_{mp}$ , Вт / (м<sup>2</sup>·град)

$$k_{mp} = \frac{C_b \gamma_b (t_{бн} - t_{бк}) + \mathcal{E} \cdot \mathcal{E}}{3,6 \tau_{mp} M_n (t_{бср} - t_{не})}, \quad (45)$$

где:  $C_b$  - удельная теплоемкость бетона, кДж / (кг·град);

$\gamma_b$  - объемная масса бетона, кг / м<sup>3</sup>;

$\mathcal{E}$  - расход цемента на 1 м<sup>3</sup> бетона, кг / м<sup>3</sup>;

$C_b \approx 1,05$  кДж / (кг·град);  $\gamma_b \approx 2400$  кг / м<sup>3</sup>.

з) Задавшись видом утеплителя по прил. 10 или [9], табл. 22 определяем требуемую толщину утеплителя  $\delta_{ум}$  (принимаем одинаковый тип ограждения бетона)

$$\delta_{ум} = \left( \frac{1}{k_{mp}} - \frac{1}{\alpha} - \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} \right) \lambda_{ум}, \quad (46)$$

где:  $\alpha$  - коэффициент теплопередачи у наружной поверхности ограждения, Вт / (м<sup>2</sup>·°С) (см. прил. 11 или [9], с. 57)

$\delta_i$  - толщина  $i$ -го слоя ограждения, (опалубки, гидроизоляции и т. д.);

$\lambda_i$  - коэффициент теплопроводности  $i$ -го слоя ограждения, Вт / (м<sup>2</sup>·°С) (см. прил. 10 или [9], табл. 22)

$\lambda_{ум}$  - то же, принятого утеплителя.

Полученное  $\delta_{ум}$  округляется в большую сторону до 1 см.

Т. к. имеются участки ограждения с разным составом слоев находится приведенный коэффициент теплопередачи  $k_{прив}$

$$k_{прив} = \frac{k_1 F_1 + k_2 F_2}{F_1 + F_2}, \quad (47)$$

где:  $k_1$  - коэффициент теплопередачи для участков с утеплителем и опалубкой, Вт / (м<sup>2</sup>·°С);

$k_2$  - то же, для участков без опалубки, Вт / (м<sup>2</sup>·°С);

При  $k_{прив} \leq k_{mp}$  термосное выдерживание обеспечивается, в противном случае необходимо увеличить  $\delta_{ум}$ .

Расширить область применения метода термоса возможно применением предварительного электроразогрева бетонной смеси на строительной площадке непосредственно перед укладкой ее в опалубку.

Электроразогрев смеси ведут электрическим током промышленной частоты при напряжении 220 – 380 В. Температура разогретых бетонных смесей колеблется от 70 до 90 °С (прил. 12), время разогрева порции смеси 5 – 10 мин.

Электроразогрев бетонных смесей ведут в специально оборудованных электродами бадьях или в автосамосвалах. На строительной площадке вблизи места бетонирования оборудуют пост предварительного электроразогрева смеси.

Мощность  $P$ , необходимая для электроразогрева смеси, определяется теплотехническим расчетом по формуле (кВт):

$$P = \frac{C_{\delta} \gamma_{\delta} (t_p - t_{mp}) \cdot 1,16k \cdot 60 V_{\delta}}{10^3 \cdot 4,18 k_{эп} T_p} = \frac{19,28 \cdot 10^{-3} C_{\delta} \gamma_{\delta} (t_p - t_{mp}) V_{\delta}}{T_p}, \quad (48)$$

где:  $t_p$  - конечная температура разогрева БС, °С (см. прил. 12 или [10], табл. 17);

$t_{mp}$  - температура БС после транспортирования, °С;

$V_{\delta}$  - объем одновременно разогреваемой порции БС, м<sup>3</sup>;

$k$  - коэффициент, учитывающий потери тепла в процессе разогрева ( $k = -1,1$ );

$k_{эп}$  - коэффициент использования электроэнергии ( $k_{эп} = 0,95$ );

$T_p$  - время разогрева БС, мин. ( $T_p = 5 \dots 15$  мин.).

В этом случае  $t_{\delta n}$  при расчете термосного выдерживания принимается равной:

$$t_{\delta n} = t_p (1 - \Delta t_n - \Delta t_y - \Delta t_p) + t_{нс} (\Delta t_n + \Delta t_y + \Delta t_p), \quad (49)$$

где:  $\Delta t_p$  - относительное снижение температуры БС при разгрузке в случае перепала температур в 1 °С, град/град.

$$\Delta t_p = 0,032 \cdot \tau_p \quad (50)$$

Если при конкретных условиях способ термоса не обеспечивает приобретение бетоном заданной прочности в требуемые сроки, следует рассматривать возможность термосного выдерживания с введением в бетонную смесь ускорителей твердения бетона (хлорида кальция, хлорида натрия, сульфата натрия, нитрата кальция и др.). В этом случае по прил. 13 или [10], табл. 16 определяется коэффициент увеличения прочности бетона с добавками.

Количество добавок- ускорителей твердения бетона не должно превышать:

-  $NaCl$  и  $CaCl_2$  – в бетоне железобетонных конструкций – 2%, а в бетоне неармированных конструкций – 3% от массы цемента;

-  $Na_2SO_4$  – 2%;

-  $Ca(NO_3)_2$  и  $NaNO_3$  – 4%.

## Литература.

1. СТ БПИ –01 –98. Стандарт института. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике/ Базенков Т.Н., Кондратчик А.А., Левданский А.М., Хомич Н.В.- Брест, БПИ, 1998. – 42 с.
2. СНиП 3.02.01- 87. Земляные сооружения, основания и фундаменты/ Госстрой СССР. –М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1988. –128 с.
3. ЕНиР. Сб., Е 12. Свайные работы/ Госстрой СССР. М.: Стройиздат , 1988. - 96 с.
4. Лубнин В.В., Заикина В.З. Машины и оборудование для погружения свай: Учеб. для ПТУ.-М.: Высш. шк., 1989. - 215 с.
5. СНиП III- 4- 80\*. Техника безопасности в строительстве/ Госстрой СССР. М.: Стройиздат , 1981. - 255 с.
6. Свайные работы/ М.И. Смородинов, А.И. Егоров, Е.М. Губанова и др.; Под ред. М.И. Смородинова. - М.: Стройиздат , 1988. - 223 с.
7. Еникеев А.Х. Методические рекомендации по выбору молота и расчету времени погружения свай по данным статического зондирования. – Уфа; НИИ промстрой, 1977. – 24 с.
8. Бондарик В.А., Овчинников Э.В. Производство земляных работ. – Мн.: Выш. школа, 1979. – 128 с.
9. Руководство по производству бетонных работ в зимних условиях, районах Дальнего Востока, Сибири и Дальнего Севера/ ЦНИИОМТП Госстроя СССР. М.: Стройиздат , 1982.- 123 с.
10. Щербач В.П., Плосконосов В.Н., Чиндарев В.В. Методические указания по выполнению курсового проекта “Производство монолитных бетонных и железобетонных работ” по дисциплине “Технология возведения зданий и сооружений” для студентов специальности 29.03 “Промышленное и гражданское строительство”.- Брест, БПИ, 1991.- 56 с.
11. ЕНиР. Сб. Е 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения/ Госстрой СССР.- М.: Стройиздат, 1987. - 64 с.
12. ЕНиР. Сб. Е 1. Внутривнутрипролетные транспортные работы/ Госстрой СССР.- М.: Прейскурантиздат, 1987.- 40 с.

## **Приложения**

**к методическим указаниям  
к выполнению контрольной работы  
по курсу " Технология строительства в особых условиях "  
Для студентов специальности " Промышленное  
и гражданское строительство "  
(Т 19.01.00) заочной формы обучения.**

## Исходные данные для выполнения контрольной работы.

Основные параметры погружаемых свай.

Таблица 1.1

Буква	По первой букве фамилии			По первой букве имени			По первой букве отчества		
	$l_{св}$	$N$ , кН	Размеры сечения сваи, м	Способ погружения	Грунт	$K$ , М/СУТ	$v$ , м	Глубина котлована, м	$h_{гр}$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А	4	160	0,3x0,3	Б	П	34,0	1,5	2,4	1,2
Б	5	200	0,4x0,4	Б	Г	0,1	2,0	2,6	1,0
В	6	280	0,5x0,5	Д	СП	6,0	2,5	2,0	0,9
Г	8	320	0,3x0,4	Б	СГ	0,9	3,0	1,8	0,6
Д	10	360	0,4x0,5	Д	СГ	0,7	3,5	1,6	1,0
Е	12	380	0,5x0,5	Д	СП	5,4	4,0	1,3	0,7
Ж	8	330	0,4x0,4	Б	Г	0,3	1,8	3,0	2,0
З	10	390	0,5x0,5	Б	П	24,0	1,8	2,8	1,9
И	7	300	0,3x0,3	Б	П	20,0	2,0	2,5	1,7
К	6	290	0,3x0,4	Д	Г	0,3	2,2	2,3	0,9
Л	5	170	0,3x0,3	Д	Г	0,2	2,4	2,1	0,9
М	16	440	0,5x0,5	Д	П	18,0	2,6	2,0	1,0
Н	14	420	0,4x0,5	Б	СП	6,0	2,8	1,6	1,0
О	6	240	0,5x0,5	Д	СП	3,2	0,9	2,4	1,1
П	7	280	0,3x0,4	Б	СГ	0,6	1,3	3,0	1,2
Р	8	340	0,5x0,5	Д	СГ	0,4	1,5	2,9	1,3
С	9	360	0,4x0,4	Б	П	36,0	1,7	2,7	1,4
Т	10	370	0,5x0,5	Б	Г	0,2	1,4	3,1	1,5
У	11	350	0,5x0,4	Д	СП	6,6	1,9	3,0	1,6
Ф	12	360	0,4x0,4	Д	СГ	0,8	2,1	1,8	1,7
Х	10	320	0,4x0,4	Д	СГ	0,7	3,4	1,7	0,7
Ц	8	270	0,4x0,4	Б	СП	3,9	2,3	1,9	1,1
Ч	6	240	0,3x0,4	Б	Г	0,2	1,1	2,6	1,3
Ш	4	180	0,3x0,4	Б	П	49,0	1,3	2,7	1,2
Щ	7	200	0,4x0,4	Д	П	66,0	1,5	2,4	1,0
Э	9	340	0,4x0,5	Б	СП	13,0	1,9	2,5	0,9
Ю	14	460	0,5x0,5	Д	СГ	1,1	2,4	2,0	0,8
Я	16	490	0,5x0,5	Б	П	27,0	1,7	2,9	1,7

**Условные обозначения:**  $l_{св}$ -длина сваи;  $N$ -нагрузка передаваемая на сваю; Б-свая погружается с бровки; Д-свая погружается с расположением копра на дне котлована; в-расстояние от погружаемой сваи до подошвы откоса; П-песок; СП-супесь; СГ-суглинок; Г-глина;  $h_{гр}$ -глубина залегания грунтовых вод относительно поверхности грунта ( бровки ).



Таблица 1.2.

Параметры котлована.

Цифра шифра	По последней цифре номера зачетки					Н, м	По предпоследней цифре номера зачетки
	Форма котлована, (рис.1)	Размеры котлована по верху, м					Т, мес.
		А	Б	С	Д		
1	I	42	24	-	-	6	до 1
2	II	36	30	12	-	12	до 6
3	III	39	36	6	9	10	>6
4	IV	48	42	12	18	8	до 6
5	V	24	48	14	24	6	до 1
6	VI	56	38	13	16	5	>6
7	VII	45	-	-	-	9	>6
8	VIII	54	34	9	14	7	до 1
9	IX	44	32	17	14	13	до 6
0	II	24	32	18	-	10	до 1

Условные обозначения: Н-мощность водоносного слоя;  
Т-срок службы водопонижительной системы.

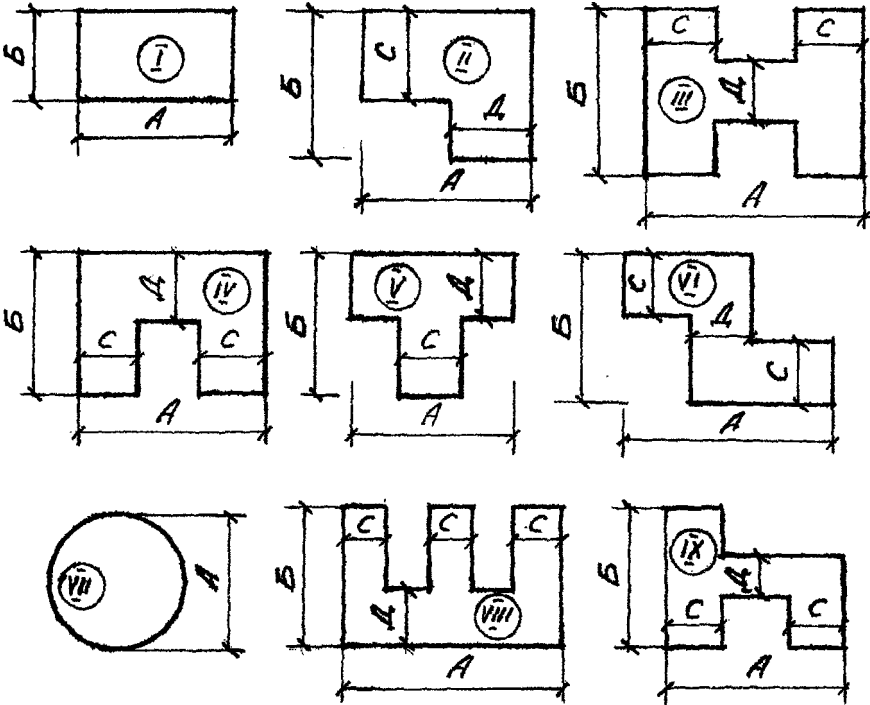


Рис.1. Схема котлованов

Таблица 1.3

## Характеристики грунта

Буква	1-ая буква фамилии				1-ая буква имени									
	Толщина слоев, м				зондированию, Мпа									
	1 слой	2 слой	3 слой	4 слой	1 слой		2 слой		3 слой		4 слой			
				Rз	$\tau$	Rз	$\tau$	Rз	$\tau$	Rз	$\tau$	Rз	$\tau$	
А,О	2	2	3	3	1,2	0,025	0,18	0,03	2,6	0,034	3,4	0,046		
Б,П	3	1	2	4	1,3	0,027	1,9	0,034	2,4	0,032	3	0,042		
В,Р	4	2	1	5	1,4	0,029	1,7	0,03	2,7	0,038	3,5	0,051		
Г,С	3,6	3,6	2	4	1,1	0,02	1,85	0,033	2,8	0,04	3,7	0,054		
Д,Т	2,8	3,6	4,4	5	0,8	0,018	1,2	0,022	1,9	0,03	2,9	0,032		
Е,У	4,2	4	3,1	4	1,5	0,028	2	0,035	2,5	0,042	3,4	0,048		
Ж,Ф	3,9	3,5	3	4	1	0,018	1,3	0,024	2,3	0,03	3	0,04		
З,Х	1,9	4,2	3	5	0,9	0,017	1,4	0,03	2,5	0,032	3,1	0,044		
И,Ц	1,2	3	1,8	5	1,1	0,021	1,5	0,032	2,9	0,034	3,2	0,045		
К,Ш	1,3	2,3	3,3	4,3	1,2	0,024	1,6	0,03	3	0,04	3,3	0,046		
Л,Ч	3,3	1,3	2,3	2	1,3	0,025	1,7	0,034	2,4	0,03	3,4	0,046		
М,Щ	4,1	2,8	3,8	7,2	1,4	0,027	1,8	0,036	2,6	0,037	3,5	0,05		
Н,Э	4,3	3,7	2,6	5,6	1,5	0,03	1,9	0,038	2,8	0,038	3,6	0,052		
Ю,Я	4,7	4,8	4,9	5	1	0,019	2	0,04	2,5	0,028	2,9	0,03		

- Примечания: 1. Нумерация слоев сверху вниз;  
2. Толщина 1-го слоя дается относительно дна котлована.

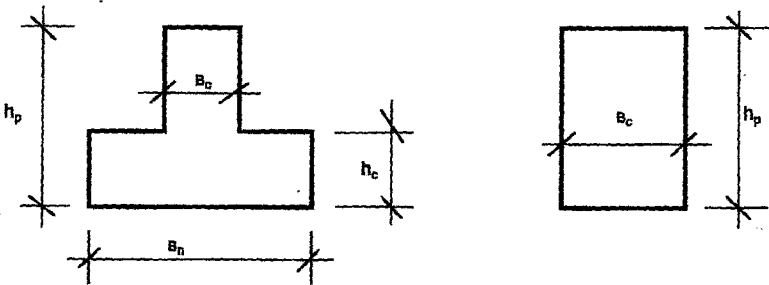


Рис. 2. Типы сечения ростверка.

Таблица 1.4

Исходные данные к расчету зимнего выдерживания железобетонного ростверка.

Буква шифра	1-ая буква фамилии					1-ая буква отчества							
	t <sub>нв</sub> , °С	Марка бетона	Вид цемента, его марка	Ц, кг/м <sup>3</sup>	V <sub>в</sub> , м/с	L, км	Материал опалубки	δоп, м	Размеры ростверка, м				Тип ростверка (рис.2)
									в <sub>п</sub>	в <sub>с</sub>	h <sub>р</sub>	h <sub>с</sub>	
А,Г	-8	В 12,5	П-400	200	3	2	СТ	0,003	1,2	0,4	1,5	0,6	I
В,Г	-10	В 15	ШП-400	220	5	3	Д	0,03	1,4	0,5	2	0,5	I
Д,Е	-12	В 20	П-500	230	1	4	Д	0,024	-	0,8	1,5	-	II
Ж,З	-14	В 30	ШП-500	240	10	2,5	СТ	0,002	-	0,6	1,8	-	II
И,К	-16	В 25	П-600	230	6	3,5	Д	0,032	1,5	0,6	2,4	0,5	I
Л,М	-9	В 7,5	П-400	180	4	4,5	Д	0,026	-	0,5	2,2	-	II
Н,О	-11	В 40	ШП-400	260	2	5	Д	0,03	1,6	0,6	1,4	0,6	I
П,Р	-13	В 25	ШП-500	260	8	2,2	СТ	0,003	-	1	2,7	-	II
С,Т	-15	В 12,5	П-400	190	5	3,3	СТ	0,002	1,7	0,6	2	0,5	I
У,Ф	-7	В 35	П-500	240	4	4,4	Д	0,03	-	0,75	1,9	-	II
Х,Ц	-20	В 20	П-600	220	6	2,5	Д	0,032	1,8	0,9	2,1	0,6	I
Ш,Щ	-18	В 25	ШП-400	230	3	3,8	СТ	0,003	-	1,2	2,5	-	II
Э,Ю,Я	-17	В 40	П-400	250	7	3,2	СТ	0,002	2	0,6	2,3	0,6	I

Условные обозначения: П - портландцемент; ШП - шлакопортландцемент; Ц - расход цемента; V<sub>в</sub> - скорость ветра;

L - дальность транспортирования бетонной смеси; СТ - стальная опалубка; Д - деревянная опалубка;

t<sub>нв</sub> - температура наружного воздуха.

## Технические характеристики молотов.

Таблица 2.1

Технические характеристики паровоздушных молотов простого действия с ручным управлением.

Показатель	МПВП-3000	МПВП-4250	МПВП-6500	МПВП-8000
Наибольшая высота подъема цилиндра ,мм	-	1250		-
Энергия одного удара,кДж	37,5	43,2	89,7	110
Число ударов в 1 мин:	-	8...12		-
Массовый расход пара,кг/ч	500...550	600...750	1100...1300	1200...1500
Объемный расход воздуха (свободного),м3/мин	9...11	11...15	16...20	18...26
Рабочее давление пара или воздуха,Мпа	0,7...0,8			
Высота молота ,мм	2850	2820	3125	2580
Масса,кг:				
ударной части	3000	4250	6500	8000
общая	3267	4528	6811	8695

Таблица 2.2

Технические характеристики паровоздушных молотов с полуавтоматическим управлением .

Показатель	СССМ-570	С-276	СССМ-880
Наибольшая высота подъема ударной части, мм	1500	1300	1370
Энергия одного удара,кДж	27	39	82
Число ударов в 1 мин		До 30	
Массовый расход пара,кг/ч	545	700	1470
Объемный расход воздуха (свободного),м3/мин	10	14	30
Рабочее давление пара или воздуха,Мпа	0,8...1,0		
Габарит, мм	4840x810x780	4840x1180x900	4960x1410x880
Масса,кг			
ударной части	1800	3000	6000
общая	2700	4150	8650

**Таблица 2.3**  
**Технические характеристики паровоздушных молотов с**  
**автоматическим управлением**

Показатель	C-811A	C-812A
Энергия удара, кДж	82	100
Число ударов в 1 мин	40...50	35...40
Ход поршня, мм	1370	
Объемный расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	18...20	26
Массовый расход пара, кг/ч	1250	1500
Диаметр, мм :		
паропровода	50...75	75
воздухопровода	40	
Габарит, мм	4730x1070x1150	4730x1070x1270
Масса, кг :		
ударной части	6000	8000
общая	8200	11000

**Таблица 2.4**  
**Технические характеристики паровоздушных молотов**  
**двойного действия**

Показатель	C-35	C-32	СССМ-708	C-232	C-977
Энергия удара, кДж	10,85	15,9	11,2	18	17...27
Наибольшая высота подъема ударной части, мм	450	525	406	506	460
Число ударов в 1 мин	135	125	140	95...112	100...105
Необходимое давление воздуха (пара) Мпа		0,7...0,8			0,7
Объемный расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	12,8	17	12,7	17	20
Массовый расход пара, кг/ч	900	1200	885	1190	-
Габарит, мм	2375x650x x710	2391x630x x800	2490x560x x710	2765x660x x810	-
Масса, кг					
ударной части	614	655	680	1130	2250
общая	3767	4095	2363	4850	5200

Таблица 2.5

## Технические характеристики штанговых дизель-молотов

Показатель	СП-80 (ДМ-240)	СП-6Б (С-330Б)
Наибольшая энергия удара, кДж	30	58,8
Максимальная высота подъема ударной части, м	1,3	2,4
Число ударов в минуту	57	50
Масса забиваемых свай, кг	300...500	1200...3200
Ширина направляющих, мм	-	360
Высота молота без (без наголовника), мм	1981	4540
Масса ударной части, кг	240	2500
Масса молота (скошкой), кг	350	4220

Таблица 2.6

## Технические характеристики трубчатых дизель-молотов с воздушным охлаждением

Показатель	С-859А	С-949А	С-954А	С-977А
Наибольшая энергия удара, кДж	31,4	42,7	59,8	88,3
Число ударов в минуту		42		55
Ширина направляющих, мм	360	360/625	625	
Высота молота (без наголовника), мм	4165	4685	4800	5520
Масса ударной части, кг	1800	2500	3500	5000
Масса молота, кг	3500	5800	7300	9000

**Примечания:** 1. Наибольшая высота подъема ударной части - 3 м.

2. Степень сжатия 15.

3. У дизельного молота С-949А ширина направляющих равна 360 мм при работе слепким копром и 625 мм при работе с тяжелым копром.

Таблица 2.7

## Технические характеристики трубчатых дизель-молотов с водяным охлаждением

Показатель	С-995А (СП-40А)	С-996А (СП-41А)	С-1047А (СП-47А)	С-1048А (СП-48А)	СП-54-1
Наибольшая энергия удара, кДж	22	31,4	42,7	59,8	88,3
Ширина направляющих, мм	360		360/625	625	
Высота молота (без наголовника), мм	3955	4190	4970	5080	5500
Масса ударной части, кг	1250	1800	2500	3500	6000

**Примечания:** 1. Наибольшая высота подъема ударной части 3 м

2. Частота ударов в минуту 43...55.

3. Степень сжатия 15.

4. У дизельного молота С-1047А (СП-47А) ширина направляющих равна 360 мм при работе слепким копром и 625 мм при работе с тяжелым копром.

## Технические характеристики копров и копрового оборудования

Таблица 3.1

## Общие технические данные для выбора копрового оборудования

Показатели		Типы копров и копрового оборудования				
		Навесное копровое оборудование на:				
		тракторы	экскаваторы	автомобили	автокраны	гусеничные краны
Длина свай, м	до 8	+	+	+	+	+
	до 12	+	+	-	+	+
	до 16	+	+	-	-	+
	> 16	+	+	-	-	-
Конструкция фундамента	с техническим подпольем	+	+	-	-	-
	с заглублением	+	+	-	-	-
	без заглубления	+	+	+	+	+
	однорядная	+	+	+	+	+
	ленточная					
Схема свайного поля	многорядная	+	+	-	-	-
	ленточная					
	кустовая	+	+	+	+	+
	наклонная	+	+	+	+	-
Энергоснабжение	собственное	+	+	+	+	+
	от наружной сети	+	+	+	+	+
Трудозатраты на монтаж, демонтаж, %		30	35	10	10	40
Среднемесячная производительность, шт		240	270	100	100	210

Примечание.

(+)-эффективно в применении,

(-) - не эффективно в применении

**Таблица 3.2.**  
**Технические характеристики полноповоротных копров для забивки**  
**вертикальных и наклонных свай (универсальное исполнение)**

Показатель	СП-33А (С-995А)	СП-30А (С-908А)	СП-69	СП-56	СП-55
Максимальная длина забиваемой сваи, м	12	16	16	20	25
Грузоподъемность, т	10	14	14	20	30
Грузоподъемность на подъеме свай, т	4	7	7	9	13
Угол поворота платформы, град			360		
Наибольший наклон мачты, град :					
вперед			7		
назад			18		
вправо-влево			2		
Изменение вылета мачты, м			1,2		
Вылет от оси вращения до оси погружения свай, м	6	6	6	9	9
Ширина колеи копра, м	4	4	4,5	6	6
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	27	27	28	48	60
Скорость, м/мин:					
подъема молота	10	20...24	10	6,5...8	6,5...8
подъема свай	10	20...24	10	9,8...12	9,8...12
передвижения копра по рельсам	10	10	10	3...10	3
Масса копра (без молота и противовеса), т	23	25	26	45	60

**Таблица 3.3**  
**Технические характеристики полноповоротных рельсовых копров**  
**(полууниверсальное исполнение)**

Показатель	КП-8	КП-12М	КП-20
Максимальная длина забиваемой сваи, м	8	12	20
Максимальная масса забиваемых свай, кг	1800	3700	8000
Мощность электродвигателя грузовой лебедки, кВт	11	16	30
Число грузовых лебедок	2	2	2
Скорость поворота платформы мин -1	0,6	0,75	0,75
Скорость передвижения копра м/мин	17,5	21	17,5
Грузоподъемность монтажной лебедки, кг	-	5000	5000
Размеры копра, мм			
высота	15050	19530	28080
ширина	3400	4000	5200
длина	6880	7850	7890
Масса сваебойного механизма, кг	3200	4250	8000
Масса копра, кг			
без противовеса и молота	13570	22110	32500
с молотом и противовесом	22800	28100	56500



Таблица 3.4

## Технические характеристики навесных копров на базе тракторов и автомобилей

Показатель	С-878	КН-4	КО-8	КО-16	СП-67	СП-49А
Грузоподъемность, кг	7000	700	7500	16000	11000	11000
Длина забиваемой сваи, м	8	4	8	16	10	12
Наклон мачты, град:						
вперед	13	7	5	5	10	10
назад	20	20	20	20	20	20
вправо-влево	7	7	7	3	7	7
Изменение вылета мачты, м:						
вперед	0,7	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
в стороны	-	0,45	0,4	-	-	-
Базовая машина	T-100MГС	T-40А	КрА3-257К	T130БГ-1	T1301Г-1	T130БГ-1
Тип дизель-молота	С-268 С-996	ДМ-240	С-268 С-995	С-1047 С-1048	С-268 С-996	С-330 С-1047
Габарит в транспортном положении, мм	8600x4240x x4580	5350x2000x x2780	12600x2880x x3800	13200x4370x x3385	9510x3990x x3200	10610x4300x x3200
Масса копрового оборудования без дизель-молота и	7,1	1,26	6,3	15,3	7,9	9,14

Таблица 3.5

## Технические характеристики навесных копров на базе экскаваторов.

Показатель	С-860	СП-50	С-51	КН-12
Грузоподъемность, т	10	10	15	14
Длина забиваемой сваи, м	8	12	16	12
Наклон мачты, град:				
вперед	7	7	7	5
назад	15	18,5	18,5	15
влево-вправо	5	5	1,5	15
Изменение вылета мачты, м	0,7	1,05	1,2	1,05
Базовая машина	Э-652Б	Э-10011	ЭО-6113	Э-10011Д

Таблица 3.6

**Технические характеристики сменного копрового оборудования на базе экскаватора.**

Показатель	Стрелы навесного типа				Стрелы подвешного типа		
Объем ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	0,65	0,5...0,65	1	1,25	1,25	0,8...1	1-1,25
Длина погружаемых свай, м	7	10...12	15...16	16	16...20	10...12	14...16
Длина копровой стрелы, м	10	14...14,7	19,5...21	21,8	21...25	17	20
Вылет от оси вращения до оси погружаемой сваи, м	6,2	4,6	5,1	5,6...6,1	4...7,5	6...8	8...10
Грузоподъемность (с учетом массы сваи молота и наголовника), т	3,5...4	6,5...7	10...11	15,5	20	15	20

Таблица 3.7

**Техническая характеристика копра КГ-12М на базе гусеничного крана МГК-16**

Грузоподъемность, т .....	10
Длина забиваемой сваи, м.....	12
Масса забиваемой сваи, т.....	5
Сечение сваи, см .....	30x30;40x40
Вылет мачты, м.....	3,62
Угол наклона мачты в продольном и поперечном направлениях, град..	5
Скорость подъема сваи и молота, м/мин.....	9,5
Скорость передвижения копра, м/мин .....	0,54
Наибольшая одновременно потребляемая мощность, кВт.....	25,5
Габарит копра, мм.....	7670x3220x19021
Масса копрового оборудования (без базовой машины и молота ), кг.....	5300

**Наибольшая допустимая температура бетонной смеси (БС) на выходе из бетоносмесителя, °С**

N п/п	Цемент	Наибольшая допустимая температура, °С	
		Подогрева воды	БС на выходе из бетоносмесителя, °С
1	Портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент марок ниже 600	80	35
2	Быстротвердеющий портландцемент и портландцемент марки 600	60	30
3	Глиноземистый	40	25

Приложение 5.

**Относительное снижение температуры БС  $\Delta t_{тр}$  при транспортировании в течение 1 мин и перепаде температуры БС и окружающего воздуха в 1°С**

Способ транспортирования	Марка транспортных средств	Объем перевозимой смеси, м <sup>3</sup>	$\Delta t'_{тр}$ , град./град.мин.
Автосамосвалы	ГАЗ	1,4	0,0037
	ЗИЛ-555-ММЗ	2	0,003
	МАЗ-503	3,2	0,0025
Автобетоновозы с теплоизоляцией кузова	МАЗ-503	3,2	0,00022
Автобадьевозы	Бадья опрокидная прямоугольная	1,6	0,0009
Автобетоносмесители	С-1036	2,5	0,0024
	СБ-92	3,5	0,0019
	АМ-6РН	5,0	0,0017

Приложение 6.

**Скорости пробега машин, км/ч**

Тип пробега	Тип дорожного покрытия	Тип автомашины		
		автосамосвал	автобетоновоз	автобетоносмеситель
Груженный	жесткое	30	30	25
	мягкое	15	15	15
Порожный	жесткое	40	40	35
	мягкое	20	20	18

Приложение 7.

**Относительное снижение температуры БС при ее укладке и уплотнении в течение 1 мин и перепаде температуры БС и окружающего воздуха в 1°С**

Толщина конструкции, мм	$t'_y$ град/(град*мин)	Толщина конструкции, мм	$t'_y$ град/(град*мин)
60	0,03	300	0,007
100	0,018	400	0,005
150	0,012	500	0,004
200	0,009	700	0,003

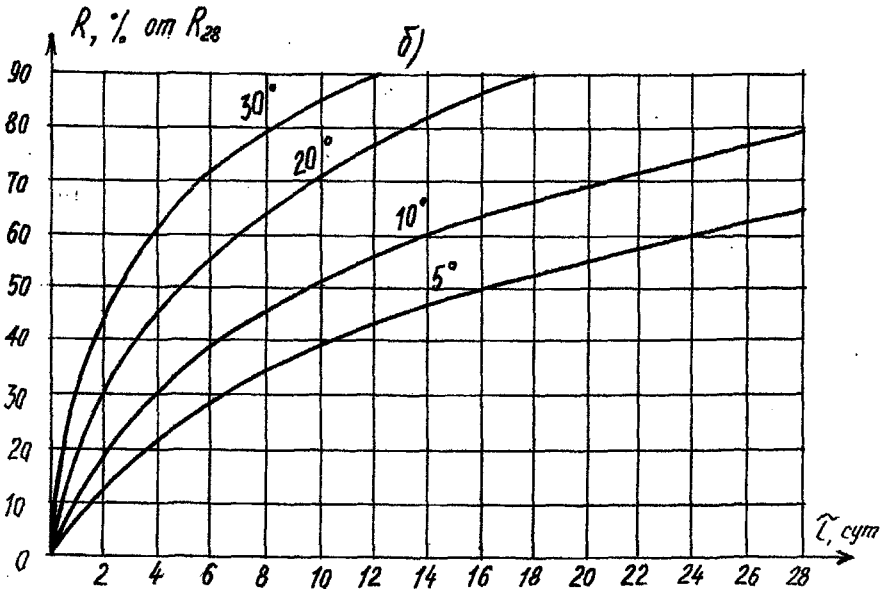
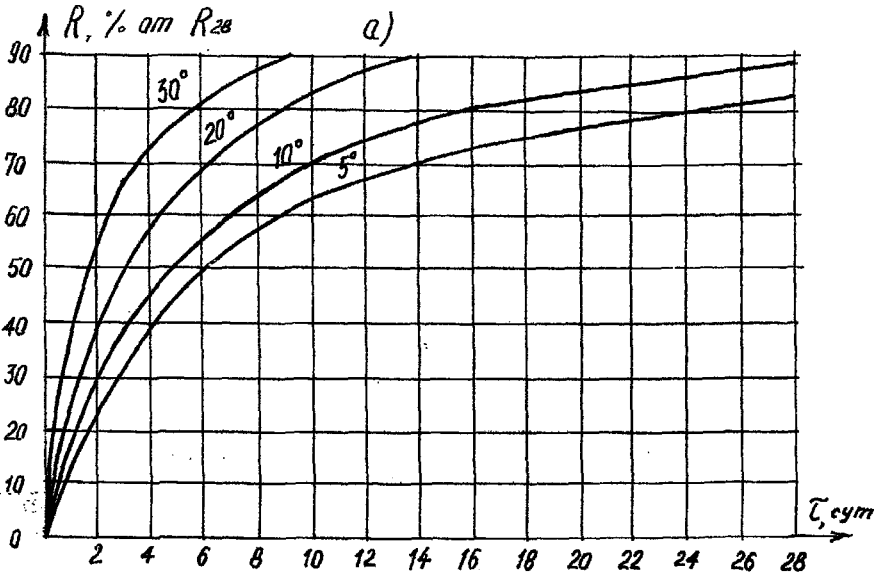


Рис.3. Графики нарастания относительной прочности бетона марки В15(М200) при разных температурах твердения:  
 а) – на портландцементе марки 400,500;  
 б) – на портландцементе марки 400

## Тепловыделение 1 кг цемента Э, кДж/кг

Вид и марка цемента	Температура, °С	Продолжительность твердения, сут.							
		0,25	0,5	1	2	3	7	14	28
Портландцемент марки 400	5	-	-	29	63	109	188	209	251
	10	12	25	50	105	146	209	251	293
	20	42	67	105	167	209	272	314	335
	40	84	134	188	230	272	314	335	-
	50	130	188	230	272	314	335	-	-
Портландцемент марок 500 и 600	5	12	25	42	89	105	188	230	272
	10	25	42	63	125	167	251	293	314
	20	42	84	125	188	251	293	335	377
	40	105	167	209	272	293	356	377	-
	60	188	230	272	314	356	372	-	-
Шлакопортландцемент марки 300	5	-	12	25	42	63	126	167	188
	10	-	25	33	63	105	167	209	230
	20	-	33	62	125	147	209	251	272
	40	42	75	117	167	209	251	272	-
	60	63	105	147	207	230	272	-	-

Приложение 10.

## Величины теплофизических характеристик различных материалов.

N п/п	Материал	Объемная масса в сухом состоянии, кг/м <sup>3</sup>	$\lambda$ в сухом состоянии, Вт/(м <sup>2</sup> °С)	Расчетная величина $\lambda$ , Вт/(м <sup>2</sup> °С)
1	Шлак	600	0,14	0,29
		800	0,17	0,34
2	Плиты мягкие, полужесткие и жесткие минераловатные на синтетическом связующем ( $W_6=6\%$ )	100	0,046	0,052
		175	0,051	0,06
3	То же, на битумном связующем	100	0,046	0,052
		200	0,058	0,067
		300	0,069	0,081
4	Маты минераловатные, прошивные (МРТУ 7-19-68)	100	0,044	0,048
		200	0,053	0,06
5	Маты минераловатные, рулонированные, на синтетическом связующем (ТУ 36-917-67), $W_6=5\%$	50	0,039	0,046
		75	0,043	0,049
6	Маты и полосы из стеклянного волокна ( $W_6=5\%$ )	175	0,049	0,056
7	Хвойные породы (поперек волокон), $W_6=20\%$	500	0,093	0,17
8	Лиственные породы (поперек волокон)	700	0,104	0,23
9	Фанера клееная ( $W_6=13\%$ )	600	0,116	0,17
		1000	0,15	0,29
10	Плиты древесноволокнистые и древесностружечные ( $W_6=12\%$ )	600	0,104	0,16
		400	0,081	0,14
		200	0,058	0,08
		200	0,049	0,147
11	Пенопласт плиточный ( $W_6=10\%$ )	200	0,049	0,147
		100	0,041	0,043
12	Картон строительный многослойный "Эпсонт"	650	0,12	0,17
13	Рубероид, пергамин кровельный, толь кровельный	600	0,17	0,17
14	Сталь	7600	52	-

Приложение 11.

**Коэффициент теплопередачи у наружной поверхности ограждения.**

Скорость ветра, м/с	$\alpha$ , Вт/( $\text{м}^2\text{°C}$ )	Скорость ветра, м/с	$\alpha$ , Вт/( $\text{м}^2\text{°C}$ )
0	3,77	5	26,58
1	3,88	10	33,18
3	14,96	15	43,15

Приложение 12.

**Максимальная температура предварительного разогрева бетонной смеси.**

Вид цемента	Максимальная температура ( $^{\circ}\text{C}$ ) разогрева для конструкций с модулем поверхности	
	до 10	свыше 10
Шлакопортландцемент и пуццолановый	90	80
Портландцемент	80	70
Быстротвердеющий портландцемент	75	70

Приложение 13.

**Коэффициент увеличения прочности бетона с добавками при температуре 10-20 $^{\circ}\text{C}$**

Возраст бетона, сут.	Коэффициент увеличения прочности бетона на						
	портландцементе			шлакопортландцементе			
	CaCl <sub>2</sub>	NaCl Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaNO <sub>2</sub> Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	CaCl <sub>2</sub>	NaCl Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaNO <sub>2</sub> Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
2	1,65	1,40	1,20	2,00	1,55	1,40	2,10
3	1,50	1,30	1,15	1,70	1,45	1,30	1,75
5	1,30	1,20	1,10	1,40	1,30	1,20	1,45
7	1,20	1,10	1,05	1,25	1,20	1,10	1,30
28	1,10	1,05	1,00	1,15	1,10	1,05	1,20

**Примечание:** Приведенные в таблице коэффициенты должны быть увеличены на 10% при температуре от 0 до +5 $^{\circ}\text{C}$  и на 5% при температуре от +5 до +10 $^{\circ}\text{C}$ .

Учебное издание.

Составители: Вячеслав Николаевич Пчелин  
Вячеслав Николаевич Черноиван  
Владимир Петрович Чернюк

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению контрольной работы по курсу "Технология строительства в особых условиях".

Для студентов специальности Т 19.01.00 "Промышленное и гражданское строительство" заочной формы обучения.

Ответственный за выпуск Пчелин В.Н.  
Редактор Строкач Т.В.

---

Подписано к печати 10.12.99г.                      Формат 60x80/16. Усл. печ. л. 2,79.  
Уч. изд. л. 3,0 . Зак. N 17.                      Тираж 150 экз. Отпечатано на ризографе Брестского политехнического института. 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.