

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра технологии строительного производства**

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА  
ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И УСТРОЙСТВО  
ФУНДАМЕНТОВ ОДНОЭТАЖНОГО  
КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ**

**Учебно-методическое пособие**  
к проведению практических занятий и выполнению курсового и  
раздела дипломного проектов по курсу  
***«Технология строительного производства»***  
для студентов специальности 70 02 01  
***"Промышленное и гражданское строительство"***  
дневной и заочной форм обучения

**Брест 2013**

**Рецензенты:**

Профессор кафедры ТБиСМ УО БрГТУ Плосконосов В.Н.

Зам. главного инженера по техническим вопросам ОАО «Строительный трест №8» Ярмак Н.И.

**В.Н. Пчелин, В.П. Щербач, В.И.Юськович, В.П. Чернюк, П.П. Ивасюк.**

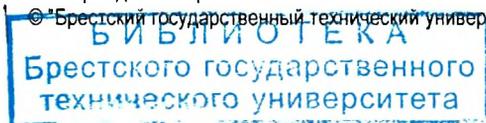
Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов одноэтажных каркасно-панельных зданий: учебно-методическое пособие. – Брест: Издательство УО БрГТУ, 2013.- 116 с.

В пособии изложены вопросы разработки технологической карты на производство земляных работ и устройство отдельно стоящих столбчатых и ленточных фундаментов одноэтажных каркасно-панельных зданий, необходимые для проведения практических занятий и выполнения курсового и раздела дипломного проектов по курсу «Технология строительного производства». В основу пособия положены действующие в Республике Беларусь нормативные и технические документы.

Пособие предназначено для руководителей и консультантов курсового и дипломного проектов, преподавателей, ведущих практические занятия, специалистов проектных и строительных организаций, а также для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» 70 02 01 дневной и заочной форм обучения.

Учреждение образования

© "Брестский государственный технический университет", 2013



## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Цель и задачи проектирования	6
2. Исходные данные и состав проектирования	6
3. Разработка конструктивно-планировочной схемы фундаментов здания	7
4. Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов	7
4.1. Область применения технологической карты	7
4.2. Нормативные ссылки	
4.3. Характеристики основных применяемых материалов и изделий	7
4.4. Организация и технология производства работ	8
4.4.1. Определение номенклатуры и объемов работ	8
4.4.2. Определение объемов работ	9
4.4.2.1. Определение объемов земляных работ при разработке котлованов и траншей	9
4.4.2.2. Определение объемов работ при устройстве монолитных железобетонных столбчатых фундаментов	24
4.4.2.3. Определение объемов монтажных работ при устройстве сборных ленточных фундаментов	32
4.4.3. Предварительный выбор методов производства работ	33
4.4.3.1. Предварительный выбор методов производства земляных работ	33
4.4.3.2. Предварительный выбор методов производства монтажных работ	35
4.4.3.3. Предварительный выбор методов производства железобетонных работ	35
4.4.4. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам	40
4.4.4.1. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам для производства земляных работ	40
4.4.4.2. Выбор монтажных кранов по рабочим параметрам	41
4.4.4.3. Выбор ведущих машин и вспомогательного оборудования для производства железобетонных работ	44
4.4.5. Выбор вспомогательных машин для выполнения земляных работ	46
4.4.5.1. Определение размеров кавальеров	46
4.4.5.2. Определение расстояния перемещения бульдозером грунта кавальеров, отсыпанных экскаватором на бровку	47
4.4.5.3. Выбор машин для обратной засыпки пазух	48
4.4.5.4. Выбор машин и механизмов для уплотнения грунта пазух	49
4.4.6. Определение производительности ведущих машин	51
4.4.6.1. Определение производительности скреперов и бульдозеров	51
4.4.6.2. Определение производительности одноковшовых экскаваторов	51
4.4.7. Подбор и расчет транспортных средств	52
4.4.7.1. Подбор транспортных средств для транспортирования грунта	52
4.4.7.2. Подбор транспортных средств для транспортирования бетонной смеси	55
4.4.8. Разработка складирования сборных конструкций	59
4.4.9. Расчет экскаваторных забоев и проходок	60
4.4.9.1. Расчет забоев для экскаваторов "прямая лопата"	60
4.4.9.2. Расчет проходок для экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн"	62
4.4.10. Определение коэффициента оборачиваемости опалубки	67
4.4.11. Технология и организация производства работ	68

4.4.12. Составление операционной карты .....	72
4.5. Калькуляция и нормирование затрат труда .....	74
4.5.1. Составление калькуляции затрат труда .....	74
4.5.2. Разбивка фронта работ на захватки .....	79
4.5.3. Построение календарного графика производства работ .....	79
4.5.4. Определение технико-экономических показателей технологической карты .....	83
4.6. Потребность в материально-технических ресурсах .....	85
4.7. Контроль качества и приемка работ .....	85
4.8. Охрана труда и окружающей среды .....	89
Приложения .....	90
Приложение 1. Выбор задания на курсовое проектирование .....	90
Приложение 2. Параметры, необходимые для определения объемов работ .....	92
Приложение 3. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам .....	95
Приложение 4. Выбор вспомогательных машин и механизмов .....	100
Приложение 5. Исходные данные для определения производительности одноковшовых экскаваторов .....	104
Приложение 6. Подбор транспортных средств .....	108
Приложение 7. Исходные данные, необходимые для определения потребности в материалах .....	111
Заключение .....	112
Список литературы .....	113

## ВВЕДЕНИЕ

Капитальное строительство является важнейшей составляющей развития основных фондов во всех отраслях производства. Как одно из главнейших условий эффективности материального производства, капитальное строительство оказывает решающее влияние на ускорение научно-технического прогресса в стране. В настоящее время нет такой сферы деятельности человека, где бы не требовалось участие строителей. Продукция строителей требуется везде, где живут и трудятся люди.

Одной из систем капитального строительства является строительное производство – совокупность производственных процессов, выполняемых на строительной площадке. Строительное производство объединяет две подсистемы: технологию и организацию строительного производства

Задача технологии как науки – выявление физических, химических и других закономерностей в целях определения и использования на практике (при строительстве объектов) наиболее эффективных и экономичных производственных процессов.

Опыт строительства показывает, что правильно организовать строительное производство можно лишь при наличии комплексной проектно-технологической документации – проектов организации строительства (ПОС) и производства работ (ППР).

ППР, который разрабатывается подрядными строительными или проектно-технологическими организациями и регламентирует функционирование строительных процессов, является обязательным документом для заказчика и строительных организаций, осуществляющих строительство и материально-техническое снабжение объекта.

В зависимости от продолжительности строительства объекта и объемов работ ППР может разрабатываться не только на все здание, но и на отдельные его части, а также на выполнение отдельных технологически сложных общестроительных или спецмонтажных работ.

Составной частью ППР являются технологические карты на выполнение отдельных видов работ или комплекса работ, обеспечивающих возведение части здания.

Технологическая карта (ТК) – документ, устанавливающий рациональную технологию производства конкретного вида строительного процесса. ТК регламентирует последовательность и режимы выполнения строительного процесса на базе современных прогрессивных достижений науки и практики строительства.

Целью проектирования технологических карт является разработка таких оптимальных технологических решений и организационных условий, которые смогут обеспечить рациональное, стабильное и ритмичное выполнение проектируемого строительного процесса или комплекса процессов в намеченные сроки с минимальным расходом ресурсов.

Состав технологических карт определяется нормативным документом «ТКП-45-1.01-159-2009(02250). Строительство. Технологическая документация при производстве строительномонтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт».

Строительство любого здания или сооружения не представляется возможным без работ нулевого цикла, включающих в себя земляные работы и работы по устройству фундаментов.

Настоящее учебно-методическое пособие содержит методику разработки технологических карт на производство земляных и железобетонных работ при возведении подземной части одноэтажных промышленных каркасно-панельных зданий с учетом нормативных документов, комплексной механизации процессов и поточной организации труда и позволяет повысить качество образования будущих специалистов строительного профиля.

## 1. Цель и задачи проектирования

Целью проектирования является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами в лекционном курсе и на практических занятиях, и применение этих знаний для разработки технологической карты на производство работ нулевого цикла возведения одноэтажных каркасно-панельных зданий.

В процессе проектирования студенты должны решить следующие задачи:

- изучить типовые технологические карты;
- определить номенклатуру и объемы работ;
- выбрать основные машины и механизмы, используемые при выполнении земляных, железобетонных и монтажных работ с необходимым технико-экономическим обоснованием;
- разработать технологическую карту на комплекс работ нулевого цикла.

## 2. Исходные данные и состав проектирования

Исходные данные для проектирования принимаются по приложению 1 на основании шифра студента или выдаются индивидуально руководителем проекта.

Проект состоит из графического материала и расчетно-пояснительной записки, оформляемых в соответствии с [1].

Расчетно-пояснительная записка включает (в соответствии с [2]) следующие разделы: Содержание. Реферат. Область применения карты. Нормативные ссылки. Введение. 1. Характеристики основных применяемых материалов и изделий. 2. Организация и технология производства работ: разработка конструктивно-планировочной схемы подземной части здания; определение номенклатуры и объемов работ при разработке котлованов (траншей), устройстве монолитных железобетонных столбчатых фундаментов и монтаже сборных ленточных фундаментов; предварительный выбор методов производства работ; подбор ведущих машин и механизмов по рабочим (техническим) параметрам; расчет производительности ведущих машин при производстве земляных работ; подбор и расчет требуемого количества транспортных средств; подбор вспомогательных машин по рабочим параметрам; определение размеров кавальеров; расчет экскаваторных забоев и проходок; описание технологии выполнения основных строительных процессов (с приведением операционной карты на выполнение указанного процесса). 3. Потребность в материально-технических ресурсах (материалах, конструкциях, машинах, механизмах, оборудовании, технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях). 4. Калькуляция и нормирование затрат труда: составление калькуляции затрат труда; разбивка подземной части на захватки; разработка календарного графика выполнения работ; определение коэффициента оборачиваемости опалубки и требуемого ее количества; определение ТЭП. 5. Разработка мероприятий по контролю качества и приемке работ. 6. Разработка мероприятий по охране труда и окружающей среды. Заключение. Список использованной литературы.

Графическая часть технологической карты выполняется на одном листе формата А1. Возможно также выполнение графической части на нескольких листах формата А2, А3 и А4.

В графической части должны быть приведены (с соблюдением масштабов): схема движения экскаватора при разработке котлованов и траншей; схемы экскаваторных забоев или проходок, обратной засыпки пазух (в плане и разрезе) и уплотнения грунта пазух; схемы устройства монолитных железобетонных столбчатых фундаментов и монтажа конструкций ленточных сборных фундаментов с указанием мест складирования конструкций, элементов опалубки и арматуры, стоянок крана и т.д. (в плане и разрезе); календарный график производства работ; схема опалубки монолитных ж/б фундаментов; схемы строповки; грузовысотные характеристики монтажных кранов; требования к качеству и приемке работ; указания по производству работ и ТБ; ТЭП.

Объем пояснительной записки и графической части может быть по указанию руководителя проекта изменен в сторону его уменьшения или увеличения.

### 3. Разработка конструктивно-планировочной схемы фундаментов здания

Осуществляется согласно выданному **Заданию** на основе приложения 1.

В расчетно-пояснительной записке по разделу 3 студент должен представить следующие материалы:

- план монолитных железобетонных столбчатых фундаментов и сборных ленточных фундаментов здания с указанием основных размеров и маркировки;
- продольный и поперечный разрезы монолитного железобетонного столбчатого фундамента;
- поперечный разрез сборного ленточного фундамента;
- развертку сборного ленточного фундамента в пределах одного пролета.

### 4. Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов

#### 4.1. Область применения технологической карты

Раздел "Область применения" должен содержать [2]: наименование технологического процесса, конструктивного элемента или части здания, сооружения; условия и особенности производства работ, в этом числе температурные, влажностные и другие, состав работ, режим труда, рекомендации по применению технологической карты.

В наименовании технологического процесса указываются виды работ, конструктивно-планировочные решения здания (сооружения) или его части, при строительстве которых эти работы выполняются, и технология их выполнения.

Условия и особенности производства работ должны отражать ограничения температурно-влажностного режима, района строительства, применяемых строительных материалов и изделий, машин и оборудования, технологии работ, стесненность строительной площадки и т.п.

Приводятся рассматриваемые виды строительных работ и состав процессов в каждом строительном процессе, устанавливается режим труда по сменам из условия оптимального темпа выполнения трудовых процессов, при рациональной организации рабочих мест, четкого распределения обязанностей между рабочими бригадами с учетом разделения труда, применения усовершенствованного инструмента и инвентаря.

В рекомендациях по применению технологической карты указываются возможности использования разработанных технологических решений при изменении условий строительства (района строительства, машин, оборудования и т.п.).

#### 4.2. Нормативные ссылки

Раздел должен содержать перечень технических кодексов установившейся практики (ТКП), стандартов Республики Беларусь (СТБ), государственных стандартов (ГОСТ), технических условий (ТУ), единых норм и расценок (ЕНиР), норм затрат труда (НЗТ), ресурсно-сметных норм (РСН) и другие наименования нормативной документации, на которые сделаны ссылки в разрабатываемой технологической карте.

Перечень нормативных документов (ТКП, ЕНиР, НЗТ и др.), которые могут быть использованы при разработке технологической карты, приведен в списке литературы настоящих методических указаний.

Названные нормативные документы приводятся также в списке использованных источников в порядке ссылки в тексте пояснительной записки.

#### 4.3. Характеристики основных применяемых материалов и изделий

Раздел должен содержать наименование и характеристики применяемых конструкций, материалов, изделий, наименование нормативно-технических документов, по которым они производятся; требования к их транспортированию, складированию и хранению.

Характеристики вспомогательных материалов (тары, упаковки и др.), используемых на предприятиях-изготовителях, а также материалов, предназначенных для обеспечения техники безопасности, в разделе не приводятся.

### Рекомендуемое оформление раздела.

#### Характеристики применяемых материалов и изделий.

1. Фундаментные железобетонные плиты и стеновые блоки – СТБ 1076-97.
2. Опалубка – СТБ 1110-98.
3. Арматурные сетки – ГОСТ 23279-85.
4. Бетон строительный класса С10/12,5 , С6/8 – СТБ 1544-2005.
5. Растворы строительные М100 - СТБ 1307-2002.

В технологической карте должна быть сделана следующая запись:

- материалы и изделия, подлежащие обязательной сертификации, должны иметь сертификат соответствия;

- импортируемые строительные материалы и изделия, на которые отсутствует опыт применения и действующие на территории РБ нормативно-технические документы, должны иметь Техническое свидетельство Минстройархитектуры.

При разработке данного раздела курсового проекта рекомендуется самостоятельно поработать с учебной литературой:

- транспортирование грунта (изложено в разделе 4.4.7.1);

- транспортирование бетонной смеси и ее складирование на приобъектном складе (изложено в разделе 4.4.7.2)

Вопросы складирования строительных конструкций отражены в разделе 4.4.8

### ***4.4. Организация и технология производства работ***

#### ***4.4.1. Определение номенклатуры и объемов работ.***

Комплексный процесс производства земляных работ и работ нулевого цикла включает в себя: 1. Земляные работы:

- разработка котлованов и траншей;
- транспортирование лишнего грунта в отвал и/или в кавальеры;
- погрузка грунта для обратной засыпки пазух котлованов и траншей в карьере (при вывозе всего разрабатываемого в котлованах и траншеях суглинистого и глинистого грунта);
- транспортирование грунта обратной засыпки пазух из карьера на стройплощадку;
- разработка недобора и зачистка дна котлованов и траншей;
- обратная засыпка пазух котлованов и траншей;
- разравнивание грунта обратной засыпки пазух;
- уплотнение грунта пазух;

2. Устройство монолитных фундаментов:

- устройство подготовки под фундаменты;
- установка опалубки;
- установка арматурных изделий;
- прием, подача и укладка бетонной смеси;
- разборка опалубки;
- поливка бетона водой;

3. Устройство сборных ленточных фундаментов:

- устройство подготовки под фундаменты;
- установка фундаментных стеновых блоков;
- устройство монолитных участков:
  - установка опалубки;
  - прием, подача и укладка бетонной смеси;
  - разборка опалубки.

## 4.4.2. Определение объемов работ

### 4.4.2.1. Определение объемов земляных работ при разработке котлованов и траншей

#### А. Определение размеров котлованов и траншей

В грунтах, расположенных выше уровня грунтовых вод, и при отсутствии вблизи подземных сооружений, разработку котлованов и траншей можно производить с вертикальными стенками в случае, если их глубина не превышает (см. [4] п.5.15):

- в песчаных и крупнообломочных грунтах – 1 м;
- в супесях – 1,25 м;
- в суглинках и глинах – 1,5 м.

В остальных случаях котлованы и траншеи следует разрабатывать с откосами (рис. 4.4.1, 4.4.3... 4.4.7) или с вертикальными стенками (рис. 4.4.2), но с установкой креплений, двойная толщина которых  $b_{кр}$  приведена в табл. П 2.1. Коэффициент откоса  $m$  для котлованов и траншей представлен в табл. П 2.2 или в [4], табл. 5.1, п.5.17.

Определение размеров прямоугольных котлованов с откосами по дну под отдельно стоящие столбчатые фундаменты производится по выражениям (рис. 4.4.1):

$$a = a' + 2 \cdot (b_{оп} + f), \text{ м}, \quad (4.4.1, а)$$

$$b = b' + 2 \cdot (b_{оп} + f), \text{ м}, \quad (4.4.1, б)$$

где  $a'$ ,  $b'$  – длина и ширина фундамента по подошве, соответственно, м;

$f$  – минимально допустимое расстояние от подошвы откоса до фундамента (опалубки фундамента), м;

$b_{оп}$  – толщина опалубки, м.

В случае сборных фундаментов  $b_{оп} = 0$ .

При необходимости передвижения людей в паузах расстояние между поверхностью откоса и боковой поверхностью возводимого сооружения должно быть в свету не менее 0,6 м (см. [4], п.5.9), т.е.  $f \geq 0,6$ . В остальных случаях  $f \geq 0,2$  (см. [5], п.6.25),

С учетом откосов размеры котлована по верху равны:

$$c = a + 2 \cdot m \cdot h_{к}, \text{ м}, \quad (4.4.2, а)$$

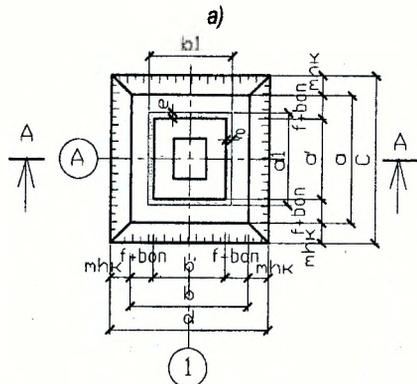
$$d = b + 2 \cdot m \cdot h_{к}, \text{ м}, \quad (4.4.2, б)$$

где  $m$  – коэффициент откоса (см. [4], табл. 5.1 или табл. П 2.2 при глубине выемки до 5 м);

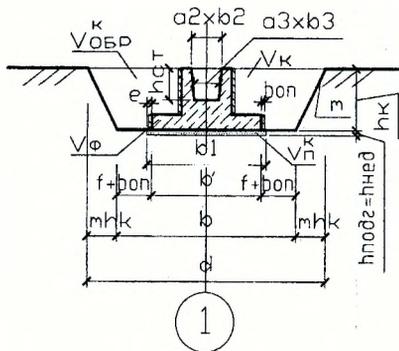
$h_{к}$  – глубина котлована, м.

Если глубина котлована или траншеи превышает 5 м, тогда коэффициент откоса, как величина обратная крутизне откоса, определяется расчетом [5], прил. В, но не менее значений, приведенных в [4], табл. 5.1 или в табл. П 2.2. В любом случае угол откоса не должен превышать  $80^\circ$  (см. [5], п.6.32).

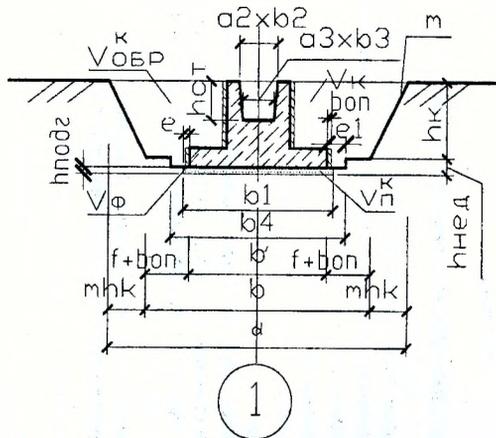
\* Таблицы и рисунки с буквой "П" приведены в приложении к методическим указаниям.



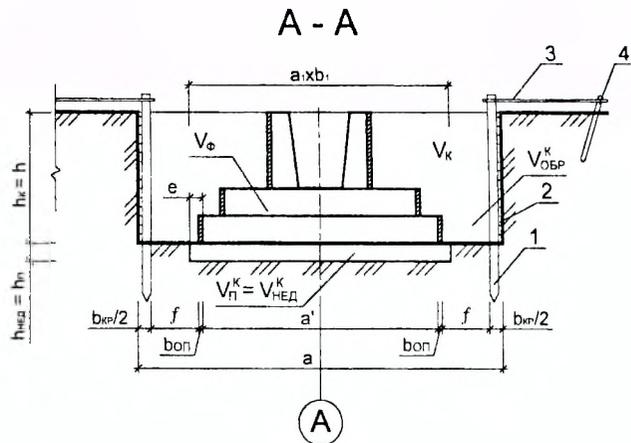
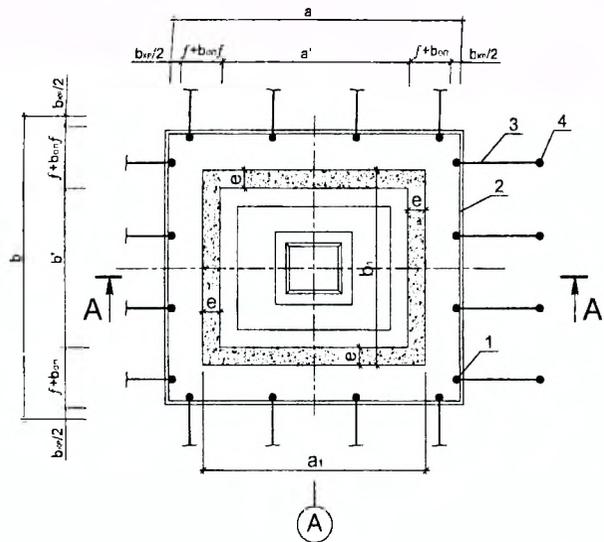
б)  
A-A



б)  
A-A

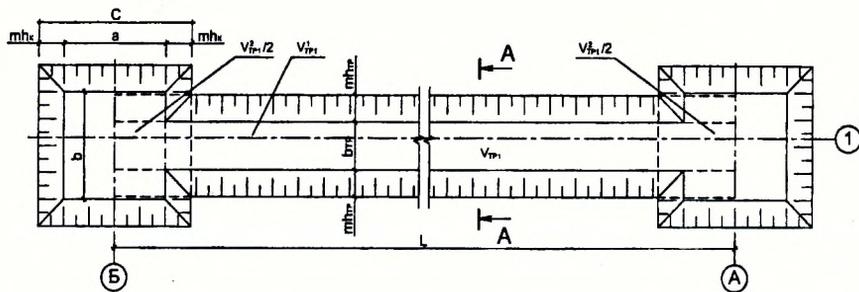


а) разрез А-А при  $h_{нед} = h_{подг}$ ; б) разрез А-А при  $h_{нед} > h_{подг}$   
**Рисунок 4.4.1 - Схема прямоугольного котлована с откосами под столбчатый фундамент**



1 – стойки; 2 – ограждение из досок; 3 – тяга; 4 – свайка (анкер)

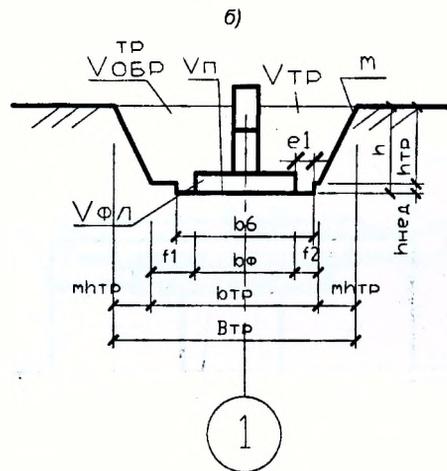
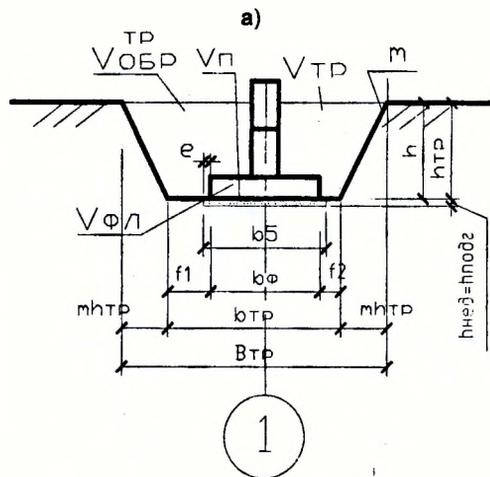
**Рисунок 4.4.2 - Схема прямоугольного котлована с вертикальными стенками и креплениями под столбчатый фундамент при  $h_{нед} = h_{подг}$**



а) с подготовкой при  $h_{\text{нед}} = h_{\text{подг}}$ ;

б) без подготовки

**Рисунок 4.4.3 - Схема траншеи в торцах здания под сборный железобетонный ленточный фундамент**



Размеры котлована с устройством креплений вертикальных стенок определяются по формулам (рис. 4.4.2):

$$a = a' + b_{кр} + 2 \cdot (b_{оп} + f), \text{ м.} \quad (4.4.3, \text{ а})$$

$$b = b' + b_{кр} + 2 \cdot (b_{оп} + f), \text{ м.} \quad (4.4.3, \text{ б})$$

где  $b_{кр}$  – двойная толщина креплений, м (см. табл. П 2.1).

Минимальная ширина траншей принимается наибольшей из числа величин, удовлетворяющих следующим требованиям (см. [5], п.6.25):

- под ленточные фундаменты и другие подземные конструкции – должна включать ширину конструкции с учетом опалубки, толщины изоляции и креплений с добавлением минимально допустимого расстояния от подошвы откоса до фундамента  $f$  с каждой стороны (со стороны расположения рабочих при устройстве ленточных фундаментов, как правило, назначается  $f_1 \geq 0,6$  м, а с противоположной стороны –  $f_2 \geq 0,2$  м);
- разрабатываемых одноковшовыми экскаваторами, бульдозерами, скреперами – не менее ширины режущей кромки ковша (отвала) с добавлением  $f_3 = 0,15$  м в песках и супесях,  $f_3 = 0,1$  м в глинистых грунтах.

Таким образом, ширина траншеи под ленточные фундаменты определяется по выражениям (рис. 4.4.3):

– для траншей с откосами:

$$b_{ТР} = \max\{b_{ф} + 2b_{оп} + f_1 + f_2; B_{к} + f_3\}, \text{ м.} \quad (4.4.4, \text{ а})$$

– для траншей с вертикальными стенками:

$$b_{ТР} = \max\{b_{ф} + 2b_{оп} + 2f_1 + b_{кр}; B_{к} + f_3\}, \text{ м.} \quad (4.4.4, \text{ б})$$

где  $b_{ф}$  – ширина фундамента, м;

$B_{к}$  – ширина режущей кромки ковша (отвала), принимаемая по техническим справочным характеристикам соответствующей машины, м;

$f_3$  – величина запаса при разработке траншей экскаваторами, бульдозерами, скреперами, м.

При отсутствии подготовки под ленточные сборные фундаменты (в песчаных и супесчаных грунтах) глубина котлованов  $h$  и траншей  $h_{тр}$  определяется по выражению:

$$h_{к(тр)} = h - h_{нед}, \text{ м.} \quad (4.4.5)$$

где  $h$  – глубина залегания подошвы фундамента относительно поверхности земли, м;

$h_{нед}$  – толщина недобора грунта, м.

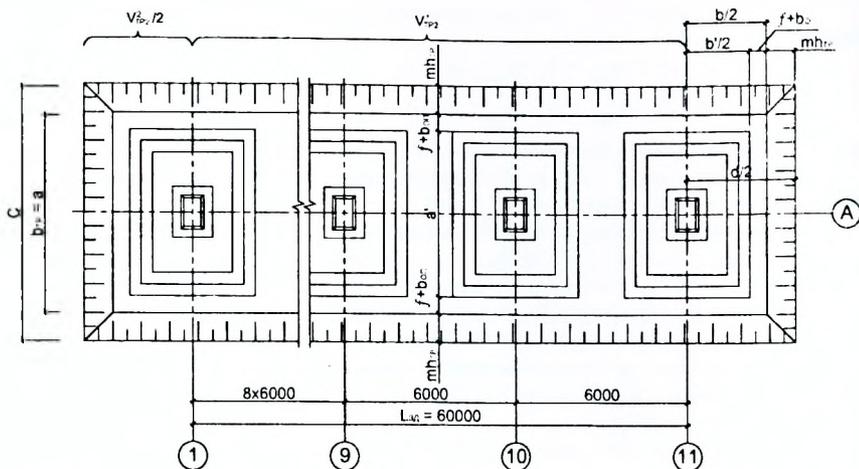
Для экскаваторов с механическим приводом, оснащенных ковшами с зубьями,  $h_{нед}$  принимается равной ([5], табл. 6.3):

- для экскаваторов "драглайн" –  $h_{нед} = 25$  см;
- для экскаваторов "прямая лопата" –  $h_{нед} = 10$  см;
- для экскаваторов "обратная лопата" –  $h_{нед} = 15$  см.

Для экскаваторов с гидравлическим приводом, оснащенных ковшами с зубьями,  $h_{нед} = 10$  см (см. [5], табл. 6.3) В случае использования гидравлическими экскаваторами планировочного ковша (см. [5], табл. 6.3)  $h_{нед} = 5$  см.

При разработке выемок бульдозерами, скреперами  $h_{нед} = 10$  см (см. [5], табл. 6.3).

Под монолитные железобетонные столбчатые фундаменты в любых грунтах устраивается бетонная подготовка из бетона класса С6/8 (см. [6], п.6.4.4.2). Под сборные ленточные фундаменты устраивается песчаная подготовка в глинистых и суглинистых грунтах (см. [6], п.6.4.4.2). Толщина подготовки принимается равной 100 мм. Размеры подготовки в плане должны превышать размеры фундамента не менее чем на 100 мм (см. [6], п.6.4.4.2).



**Рисунок 4.4.4 - Схема траншеи с откосами под столбчатые фундаменты вдоль продольной оси**

При толщине подготовки равной величине недобора глубина котлованов  $h_K$  и траншей  $h_{TP}$  принимается равной глубине залегания подошвы фундаментов:

$$h_{K(TP)} = h, \text{ м.} \quad (4.4.6)$$

Если толщина подготовки меньше толщины недобора, то глубина котлованов и траншей находится по формуле:

$$h_{K(TP)} = h + h_{\text{подг}} - h_{\text{нед}}, \text{ м.} \quad (4.4.7)$$

В случае, если ширина котлована по верху  $d$  превышает шаг размещения отдельно стоящих столбчатых фундаментов (расстояние между осями фундаментов в продольном направлении) под столбчатые фундаменты целесообразно устраивать траншею (рис. 4.4.4), при этом ширина траншеи принимается равной длине котлована, определяемой по выражению (4.4.1.а):

$$b_{TP} = a, \text{ м.} \quad (4.4.8)$$

### **Б. Определение объемов работ при разработке котлованов**

Объем прямоугольного котлована с откосами определяется по формуле (рис. 4.4.1):

$$V_K = \frac{h_K}{6} [a \cdot b + c \cdot d + (a+c) \cdot (b+d)], \text{ м}^3, \quad (4.4.9)$$

где  $a$  и  $b$  находятся по формулам (4.4.1, а, б),  $a$  и  $c$  и  $d$  – по формулам (4.4.2, а, б).

Объем прямоугольного котлована с вертикальными стенками определяется по формуле (рис. 4.4.2):

$$V_K = a \cdot b \cdot h_K, \text{ м}^3, \quad (4.4.10)$$

где  $a$  и  $b$  находятся по формулам (4.4.3, а, б).

Объем обратной засыпки пазух фундамента при наличии подготовки, толщина которой  $h_{\text{п}} = h_{\text{нед}}$ , и откидывании грунта недобора на откосы находится по выражению:

$$V_{\text{ОБР}}^{\text{К}} = \frac{V_{\text{К}} - V_{\text{Ф}}}{1 + K_{\text{ОР}}} \cdot V_{\text{нед}}^{\text{К}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.11)$$

где  $V_{\text{Ф}}$  – объем фундамента в пределах котлована (без учета выступающей над землей части),  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{нед}}^{\text{К}}$  – объем недобора,  $\text{м}^3$ ;  $K_{\text{ОР}}$  – коэффициент остаточного разрыхления (см. [12], прил.2 или табл. П2.5).

Объем обратной засыпки пазух фундамента при наличии подготовки, толщина которой  $h_{\text{п}} < h_{\text{нед}}$ , или при отсутствии подготовки и откидывании грунта недобора на откосы находится по выражению:

$$V_{\text{ОБР}}^{\text{К}} = \frac{V_{\text{К}} \cdot V_{\text{нед}}^{\text{К}} - V_{\text{Ф}} - V_{\text{П}}^{\text{К}}}{1 + K_{\text{ОР}}} \cdot V_{\text{нед}}^{\text{К}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.12)$$

где  $V_{\text{П}}^{\text{К}}$  – объем подготовки под фундамент,  $\text{м}^3$ .

Объем избыточного (отвозимого) грунта определяем по формуле:

$$V_{\text{ОТВ}}^{\text{К}} = V_{\text{К}} - V_{\text{ОБР}}^{\text{К}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.13)$$

Объем недобора при  $h_{\text{нед}} = h_{\text{подг}}$  (рис 4.4.1) под столбчатый фундамент определяется по формуле:

$$V_{\text{НЕД}}^{\text{К}} = F_{\text{НЕД}} \cdot h_{\text{НЕД}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.14)$$

где  $F_{\text{НЕД}}$  – площадь недобора,  $\text{м}^2$ .

$$F_{\text{НЕД}} = a_1 \cdot b_1, \text{ м}^2. \quad (4.4.15)$$

где  $a_1$  и  $b_1$  – длина и ширина участка недобора в плане, м.

$$a_1 = a' + 2 \cdot e, \text{ м}, \quad (4.4.16, \text{ а})$$

$$b_1 = b' + 2 \cdot e, \text{ м}, \quad (4.4.16, \text{ б})$$

где  $e \geq 0,1$  м – расстояние от края фундамента до границы участка подготовки, м.

В случае, если толщина недобора больше толщины подготовки под фундамент:

$$V_{\text{НЕД}}^{\text{К}} = F^1_{\text{НЕД}} \cdot (h_{\text{НЕД}} - h_{\text{подг}}) + F_{\text{НЕД}} \cdot h_{\text{подг}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.17)$$

где  $h_{\text{подг}}$  – толщина подготовки, м;

$F^1_{\text{НЕД}}$  – площадь недобора с отступлением от края фундамента на  $e_1$ ,  $\text{м}^2$ .

$$F^1_{\text{НЕД}} = a_4 \cdot b_4, \text{ м}^2. \quad (4.4.18)$$

$$a_4 = a' + 2 \cdot e_1, \text{ м}, \quad (4.4.19, \text{ а})$$

$$b_4 = b' + 2 \cdot e_1, \text{ м}, \quad (4.4.19, \text{ б})$$

где  $e_1 \geq 0,2 \dots 0,3$  м – расстояние от края фундамента до границы участка недобора, м.

При  $h_{\text{п}} = h_{\text{нед}}$  объем подготовки принимается равным:  $V_{\text{п}}^{\text{К}} = V_{\text{нед}}^{\text{К}}$ . (4.4.20)

Если  $h_{\text{п}} > h_{\text{нед}}$ , то тогда объем подготовки определяется по формуле:

$$V_{\text{п}}^{\text{К}} = a_1 \cdot b_1 \cdot h_{\text{подг}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.21)$$

Общие объемы работ при разработке одинаковых котлованов определяются по выражениям:

$$V_{\text{К}}^{\text{О}} = V_{\text{К}} \cdot N_{\text{К}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.22)$$

$$V_{\text{ОБР}}^{\text{К,О}} = V_{\text{ОБР}}^{\text{К}} \cdot N_{\text{К}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.23)$$

$$V_{OTB}^{K,O} = V_{OTB}^K \cdot N_{K,м^3}, \quad (4.4.24)$$

$$V_{HEД}^{K,O} = V_{HEД}^K \cdot N_{K,м^3}, \quad (4.4.25)$$

$$V_{П}^{K,O} = V_{П}^K \cdot N_{K,м^3}, \quad (4.4.26)$$

где  $N_K$  – общее количество котлованов, шт.

### ***В. Определение объемов земляных работ при разработке траншей под ленточные фундаменты в торцах здания (рис. 4.4.3)***

Определение объемов траншей под ленточные фундаменты производим в следующем порядке:

а) по (4.4.4 а,б) устанавливаем ширину траншеи  $b_{TP}$ , а по (4.4.5, 4.4.6, 4.4.7) – ее глубину  $h_{TP}$ .

б) находим объем участка  $V_{TP1}^1$  траншеи в пролете (между продольными осями здания) по формулам:

– для траншеи с откосами: 
$$V_{TP1}^1 = (b_{TP} + m \cdot h_{TP}) \cdot h_{TP} \cdot L, \text{ м}^3; \quad (4.4.27)$$

– для траншеи с вертикальными стенками: 
$$V_{TP1}^1 = b_{TP} \cdot h_{TP} \cdot L, \text{ м}^3. \quad (4.4.28)$$

где  $L$  – пролет здания, м (рис. 4.4.3).

в) Находим объем траншеи  $V_{TP1}^2$ , накладываемый с объемами котлованов под столбчатые фундаменты по формулам (4.4.9, 4.4.10) для определения объема прямоугольного котлована:

– для траншеи с откосами в случае равенства  $h_{TP} = h_k$  (рис. 4.4.3):

$$V_{TP1}^2 = \frac{h_{TP}}{6} \left[ a \cdot b_{TP} + c \cdot (b_{TP} + 2m \cdot h_{TP}) + (a+c) \cdot (2b_{TP} + 2m \cdot h_{TP}) \right], \text{ м}^3, \quad (4.4.29)$$

– для траншеи с вертикальными стенками:

$$V_{TP1}^2 = a \cdot b_{TP} \cdot h_{TP}, \text{ м}^3; \quad (4.4.30)$$

г) находим непосредственный объем траншеи  $V_{TP1}$ :

$$V_{TP1} = V_{TP1}^1 - V_{TP1}^2, \text{ м}^3; \quad (4.4.31)$$

д) определяем общий объем всех траншей:

$$V_{TP1}^O = V_{TP1} \cdot N_{TP1}, \text{ м}^3, \quad (4.4.32)$$

где  $N_{TP1}$  – общее количество траншей под ленточные фундаменты, шт.

Объем недобора в траншеях с подготовкой при  $h_{HEД} = h_{подг}$  определяем в следующем порядке (рис. 4.4.5):

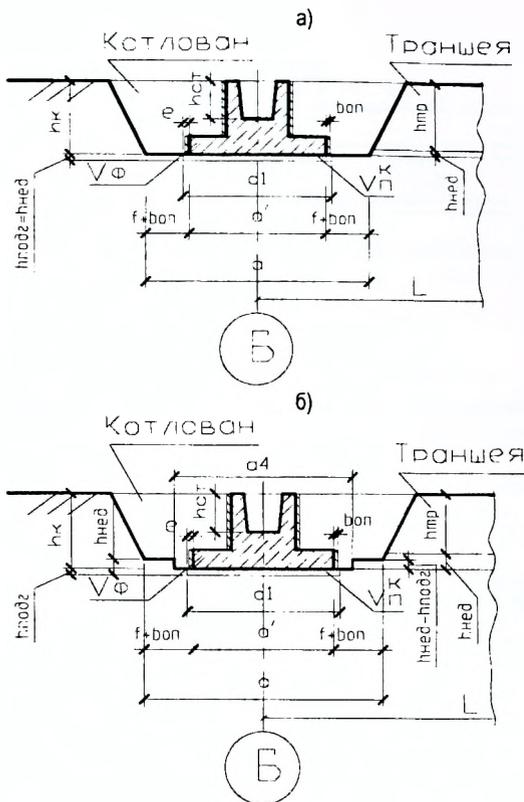
а) Устанавливаем ширину полосы недобора  $b_5$ :

$$b_5 = b_{\phi} + 2 \cdot e, \text{ м}; \quad (4.4.33)$$

б) Находим объем недобора в траншее:

$$V_{HEД1}^{TP} = b_5 \cdot (L - a_1) \cdot h_{HEД}, \text{ м}^3; \quad (4.4.34)$$





а) при толщине подготовки столбчатых фундаментов равной толщине недобора  $h_{нед}=h_{подг}$ ;

б) в случае, когда толщина подготовки столбчатых фундаментов меньше толщины недобора  $h_{нед}>h_{подг}$

**Рисунок 4.4.7 – Схема к определению объема недобора в траншее под ленточные фундаменты в торцах здания без подготовки**

В случае отсутствия подготовки под ленточные фундаменты объем недобора определяется по формулам:

- при толщине подготовки столбчатых фундаментов равной толщине недобора  $h_{нед}=h_{подг}$  (рис.4.4.7.а):

$$V_{НЕД1}^{ТР} = (b_{\phi} + 2 \cdot e_1) \cdot (L - a - 2m \cdot h_{НЕД}) \cdot h_{НЕД} + m \cdot h_{НЕД}^2 \cdot (b_{\phi} + 2 \cdot e_1) \cdot M^3; \quad (4.4.37)$$

- в случае, когда толщина подготовки столбчатых фундаментов меньше толщины недобора  $h_{нед}>h_{подг}$  (рис.4.4.7.б):

$$V_{НЕД1}^{ТР} = (b_{\phi} + 2 \cdot e_1) \cdot (L - a_4) \cdot (h_{НЕД} - h_{ПОДГ}) + (b_{\phi} + 2 \cdot e_1) \cdot (L - a_1) \cdot h_{ПОДГ} \cdot M^3. \quad (4.4.38)$$

Общий объем недобора: находим по формуле (4.4.35).

Объем обратной засыпки пазух траншеи  $V_{ОБР1}^{ТР}$  при отсыпке грунта недобора на откосы

равен: - при  $h_{подг}=h_{нед}$

$$V_{ОБР1}^{ТР} = \frac{V_{ТР1} - V_{ФЛ}}{1 + K_{ОР}} - V_{НЕД1}^{ТР}, \quad M^3, \quad (4.4.39a)$$

- при отсутствии подготовки или  $h_{\text{подг}} < h_{\text{нед}}$

$$V_{\text{ОБР1}}^{\text{ТР}} = \frac{V_{\text{ТР1}} + V_{\text{НЕД1}}^{\text{ТР}} - V_{\text{ФЛ}} - V_{\text{П1}}^{\text{ТР}}}{1 + K_{\text{ОР}}} - V_{\text{НЕД1}}^{\text{ТР}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.39)$$

где  $V_{\text{ФЛ}}$  – объем ленточного фундамента в пределах траншеи (на высоту  $h$ ),  $\text{м}^3$ .

Общий объем обратной засыпки пазух траншей находим по выражению:

$$V_{\text{ОБР1}}^{\text{ТР,О}} = V_{\text{ОБР1}}^{\text{ТР}} \cdot N_{\text{ТР1}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.40)$$

Объем отвозимого грунта из траншеи составляет:

$$V_{\text{ОТВ1}}^{\text{ТР}} = V_{\text{ТР1}} + V_{\text{НЕД1}}^{\text{ТР}} - V_{\text{ОБР1}}^{\text{ТР}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.41)$$

Общий объем отвозимого из траншей грунта равен:

$$V_{\text{ОТВ1}}^{\text{ТР,О}} = V_{\text{ОТВ1}}^{\text{ТР}} \cdot N_{\text{ТР1}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.42)$$

#### **Г. Определение объемов земляных работ при разработке траншей под столбчатые фундаменты вдоль продольных осей (рис. 4.4.4)**

Определение объемов производим в следующем порядке:

- по формулам (4.4.1.а; 4.4.1.б) устанавливаем параметры  $a$ ,  $b$ ;
- устанавливаем глубину траншеи  $h_{\text{ТР}}$  по формулам (4.4.5, 4.4.6, 4.4.7);
- определяем ширину траншеи  $b_{\text{ТР}}$  по дну по формуле (4.4.8);
- находим объем траншеи  $V_{\text{ТР2}}^1$  между крайними цифровыми осями:

– для траншеи с откосами (рис. 4.4.4)

$$V_{\text{ТР2}}^1 = (b_{\text{ТР}} + m \cdot h_{\text{ТР}}) \cdot h_{\text{ТР}} \cdot L_{\text{Зд}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.43)$$

– для траншеи с вертикальными стенками:

$$V_{\text{ТР2}}^1 = b_{\text{ТР}} \cdot h_{\text{ТР}} \cdot L_{\text{Зд}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.44)$$

где  $L_{\text{Зд}}$  – длина здания в крайних цифровых осях,  $\text{м}$ ;

д) находим объем траншеи  $V_{\text{ТР2}}^2$ , выходящий за пределы крайних цифровых осей по формуле (4.4.9) в случае траншей с откосами и по формуле (4.4.10) для траншей с вертикальными стенками;

е) находим непосредственный объем траншеи  $V_{\text{ТР2}}$

$$V_{\text{ТР2}} = V_{\text{ТР2}}^1 + V_{\text{ТР2}}^2, \text{ м}^3; \quad (4.4.45)$$

д) определяем общий объем всех траншей

$$V_{\text{ТР2}}^{\text{О}} = V_{\text{ТР2}} \cdot N_{\text{ТР2}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.46)$$

где  $N_{\text{ТР2}}$  – общее количество траншей под столбчатые фундаменты, шт.

Объем недобора в траншеях определяем в следующем порядке:

а) по (4.4.16.а и 4.4.16.б) устанавливаем  $a_1$  и  $b_1$ , а по (4.4.19.а и 4.4.19.б)  $a_4$  и  $b_4$ .

б) находим объем недобора под столбчатые фундаменты в траншее:

$$\text{- при } h_{\text{нед}} = h_{\text{подг}} \quad V_{\text{НЕД2}}^{\text{ТР}} = a_1 \cdot b_1 \cdot h_{\text{нед}} \cdot N_{\text{Ф}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.47)$$

$$\text{- при } h_{\text{нед}} > h_{\text{подг}} \quad V_{\text{НЕД2}}^{\text{ТР}} = [a_4 \cdot b_4 (h_{\text{нед}} - h_{\text{подг}}) + a_1 \cdot b_1 \cdot h_{\text{подг}}] N_{\text{Ф}}, \quad (4.4.48)$$

$$\text{- при отсутствии подготовки} \quad V_{\text{НЕД2}}^{\text{ТР}} = a_4 \cdot b_4 \cdot h_{\text{нед}} \cdot N_{\text{Ф}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.49)$$

где  $N_{\text{Ф}}$  – количество столбчатых фундаментов в траншее, шт.;

в) определяем общий объем недобора:

$$V_{\text{НЕД}2}^{\text{ТР},\text{О}} = V_{\text{НЕД}2}^{\text{ТР}} \cdot N_{\text{ТР}2}, \text{ м}^3. \quad (4.4.50)$$

Объем подготовки  $V_{\text{П}2}^{\text{ТР}}, V_{\text{П}2}^{\text{ТР},\text{О}}$  под столбчатые фундаменты определяется по формулам (4.4.47, 4.4.50), только вместо  $h_{\text{НЕД}}$  в данные формулы подставляется  $h_{\text{подг}}$ .

Объем обратной засыпки пазух траншеи  $V_{\text{ОБР}2}^{\text{ТР}}$  равен:

- при  $h_{\text{подг}} = h_{\text{НЕД}}$

$$V_{\text{ОБР}2}^{\text{ТР}} = \frac{V_{\text{ТР}2} - V_{\text{Ф}} \cdot N_{\text{Ф}} - V_{\text{НЕД}2}^{\text{ТР}}}{1 + K_{\text{ОР}}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.51a)$$

- при отсутствии подготовки или  $h_{\text{подг}} < h_{\text{НЕД}}$

$$V_{\text{ОБР}2}^{\text{ТР}} = \frac{V_{\text{ТР}2} + V_{\text{НЕД}2}^{\text{ТР}} - V_{\text{Ф}} \cdot N_{\text{Ф}} - V_{\text{ПОДГ}2}^{\text{ТР}} - V_{\text{НЕД}2}^{\text{ТР}}}{1 + K_{\text{ОР}}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.51b)$$

Общий объем обратной засыпки пазух траншей находим по выражению:

$$V_{\text{ОБР}2}^{\text{ТР},\text{О}} = V_{\text{ОБР}2}^{\text{ТР}} \cdot N_{\text{ТР}2}, \text{ м}^3. \quad (4.4.52)$$

Объем отвозимого грунта определяется по выражению:

$$V_{\text{ОТВ}2}^{\text{ТР}} = V_{\text{ТР}2} + V_{\text{НЕД}2}^{\text{ТР}} - V_{\text{ОБР}2}^{\text{ТР}}, \text{ м}^3. \quad (4.4.53)$$

Общий объем отвозимого из траншей грунта равен:

$$V_{\text{ОТВ}2}^{\text{ТР},\text{О}} = V_{\text{ОТВ}2}^{\text{ТР}} \cdot N_{\text{ТР}2}, \text{ м}^3. \quad (4.4.54)$$

#### **Д) Определение объемов земляных работ при разработке въездных траншей**

Въездные (выездные) траншеи устраиваются в случае разработки выемок одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием: прямой лопатой, скреперами или бульдозерами.

Объем въездной (выездной) траншеи определяется по выражению (рис. 4.4.8):

$$V_{\text{В}} = \frac{h_{\text{В}}^2}{6} (3b_{\text{В}} + 2 \cdot m \cdot h_{\text{В}} \frac{m' - m}{m'}) \cdot (m' - m), \text{ м}^3. \quad (4.4.55)$$

где  $h_{\text{В}}$  – глубина выемки (котлована или траншеи), м;  $b_{\text{В}}$  – ширина въезда, м;  $m'$  – котангенс угла въезда.

При разработке въездов экскаватором "прямая лопата"  $m' = 6 \dots 7$ , а ширина въезда принимается  $b_{\text{В}} = 3,5$  м при одностороннем въезде и  $b_{\text{В}} = 7$  м – при двухстороннем въезде.

В случае разработки выемок бульдозерами или скреперами количество въездов и выездов определяется на основании предварительно составленных схем разработки котлованов или траншей (см. рис. 4.4.9, 4.4.10), при этом  $m'$  принимается по табл. П 2.3.

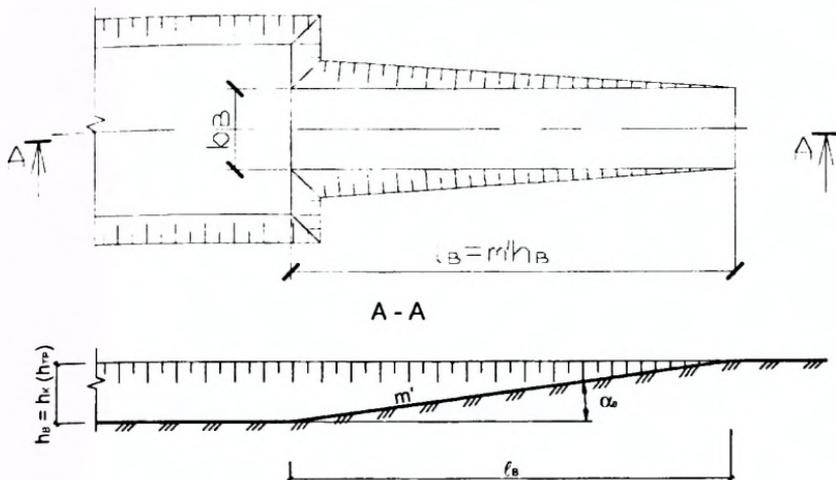
В случае отличающихся объемов въездов и выездов их общий объем определяется суммой их объемов:

$$V_{\text{В}}^{\text{О}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{В}i}, \text{ м}^3. \quad (4.4.56)$$

где  $i$  – порядковый номер въезда или выезда;

$n$  – количество въездов и выездов, шт.;

$V_{\text{В}i}$  – объемов  $i$ -го въезда или выезда,  $\text{м}^3$ .



**Рисунок 4.4.8 – Схема к определению объема въездной траншеи**

Если на площадке имеются одинаковые въезды, тогда их общий объем можно найти по выражению:

$$V_B^O = V_B \cdot n, \text{ м}^3. \quad (4.4.57)$$

В случае одноэтажных каркасно-панельных зданий въезды и выезды есть смысл устраивать при разработке траншей, чаще под столбчатые фундаменты (рис. 4.4.9, 4.4.10), при этом ширина въездов и выездов принимается равной ширине траншей.

#### **Е. Определение общих объемов земляных работ при разработке котлованов и траншей**

Общие объемы земляных работ при разработке траншей находятся по выражениям:

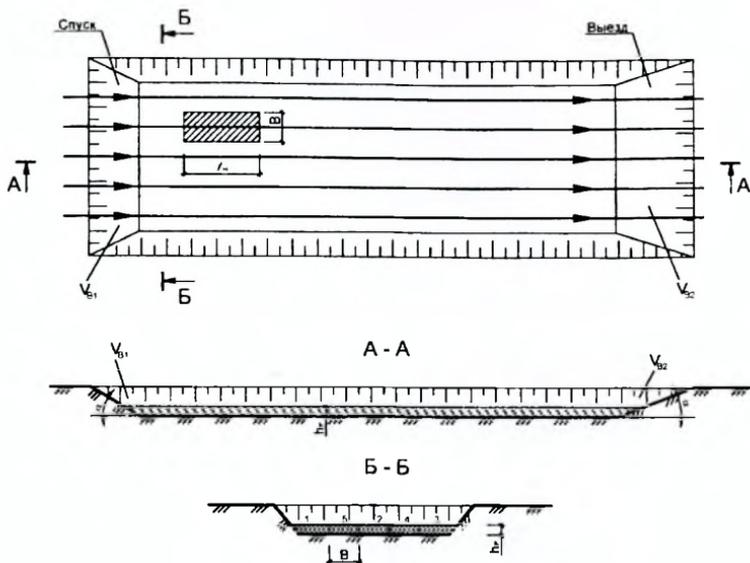
$$V_{TP}^O = V_{TP1}^O + V_{TP2}^O + V_B^O, \text{ м}^3; \quad (4.4.58)$$

$$V_{OБP}^{TP,O} = V_{OБP1}^{TP,O} + V_{OБP2}^{TP,O} + \frac{V_B^O}{1 + K_{OP}}, \text{ м}^3; \quad (4.4.59)$$

$$V_{OТВ}^{TP,O} = V_{OТВ1}^{TP,O} + V_{OТВ2}^{TP,O} + V_B^O \cdot \left(1 - \frac{1}{1 + K_{OP}}\right), \text{ м}^3; \quad (4.4.60)$$

$$V_{HEД}^{TP,O} = V_{HEД1}^{TP,O} + V_{HEД2}^{TP,O}, \text{ м}^3; \quad (4.4.61)$$

$$V_{П}^{TP,O} = V_{П1}^{TP,O} + V_{П2}^{TP,O}, \text{ м}^3. \quad (4.4.62)$$



$\alpha_{\text{сп}}$  – угол спуска;  $\alpha_{\text{п}}$  – угол подъема

**Рисунок 4.4.9 – Схема разработки траншеи скрепером**

Общие объемы земляных работ составляют:

$$V^O = V_{\text{ТР}}^O + V_{\text{К}}^O, \text{ м}^3; \quad (4.4.63)$$

$$V_{\text{ОБР}}^O = V_{\text{ОБР}}^{\text{ТР},O} + V_{\text{ОБР}}^{\text{К},O}, \text{ м}^3; \quad (4.4.64)$$

$$V_{\text{ОТВ}}^O = V_{\text{ОТВ}}^{\text{ТР},O} + V_{\text{ОТВ}}^{\text{К},O}, \text{ м}^3; \quad (4.4.65)$$

$$V_{\text{НЕД}}^O = V_{\text{НЕД}}^{\text{ТР},O} + V_{\text{НЕД}}^{\text{К},O}, \text{ м}^3. \quad (4.4.66)$$

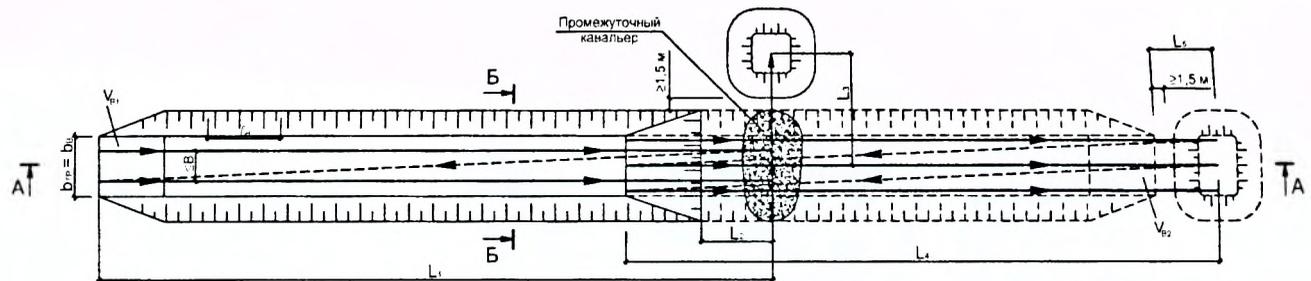
$$V_{\text{П}}^O = V_{\text{П}}^{\text{ТР},O} + V_{\text{П}}^{\text{К},O}, \text{ м}^3. \quad (4.4.67)$$

В случае отвозки разрабатываемого экскаваторами грунта за пределы площадки (разработка котлованов и траншей в глинистых и суглинистых грунтах) общий объем отвозимого грунта равен:

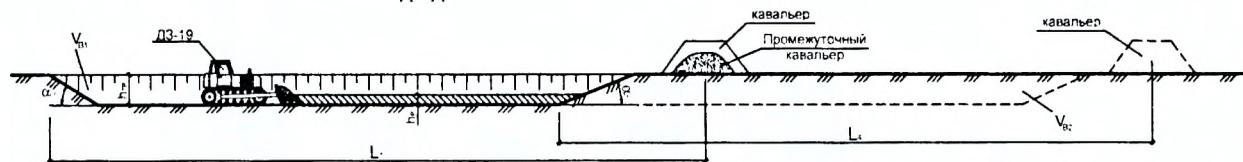
$$V_{\text{ОТВ}}^O = V^O, \text{ м}^3. \quad (4.4.68)$$

При этом на площадку необходимо привезти объем грунта, определяемый, в случае откидывания грунта недобора на свободные участки дна или откосы, по выражению:

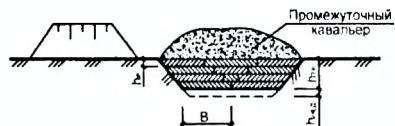
$$V_{\text{ПРИВ}}^O = V_{\text{ОБР}}^O - V_{\text{НЕД}}^O, \text{ м}^3. \quad (4.4.69)$$



А - А



Б - Б



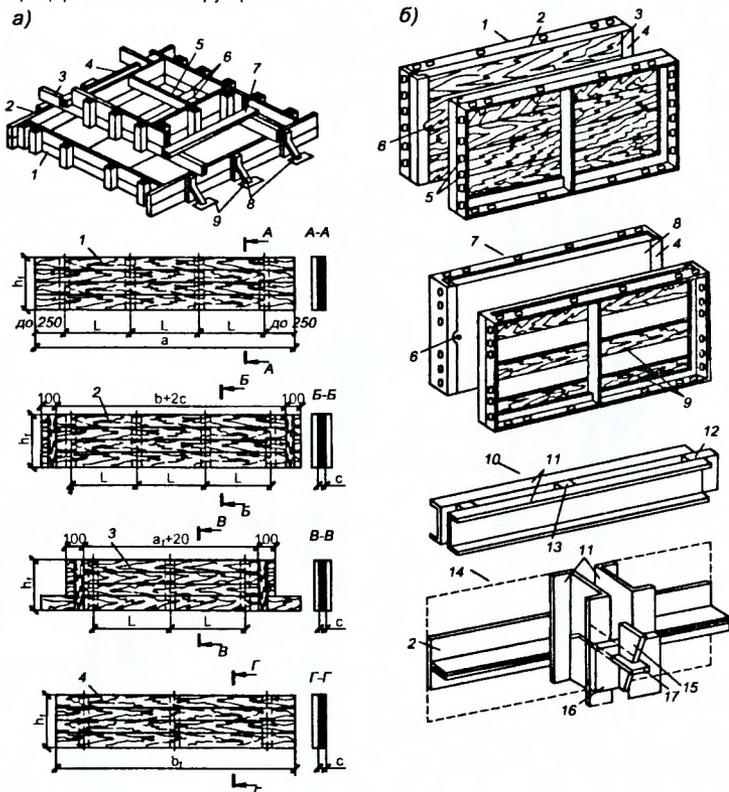
$\alpha_{сп}$  – угол спуска;  $\alpha_n$  – угол подъем

**Рисунок 4.4.10 - Схема разработки траншеи бульдозером**

#### 4.4.2.2. Определение объемов работ при устройстве монолитных железобетонных столбчатых фундаментов

##### А. Выбор конструкции опалубки

Индустриальные методы строительства обуславливают применение инвентарной опалубки унифицированной конструкции.



**Рисунок 4.4.11 - Конструкции инвентарных опалубок:**

а) разборно-переставная щитовая деревянная опалубка ступенчатого фундамента:

- 1 – нижний закладной щит; 2 – нижний накрывной щит; 3 – верхний накрывной щит;
- 4 – верхний закладной щит; 5 – временная распорка; 6 – проволоочная стяжка;
- 7 – прижимная доска; 8 – подкосы; 9 – кольца;

б) комбинированная опалубка конструкции ЦНИИОМТП:

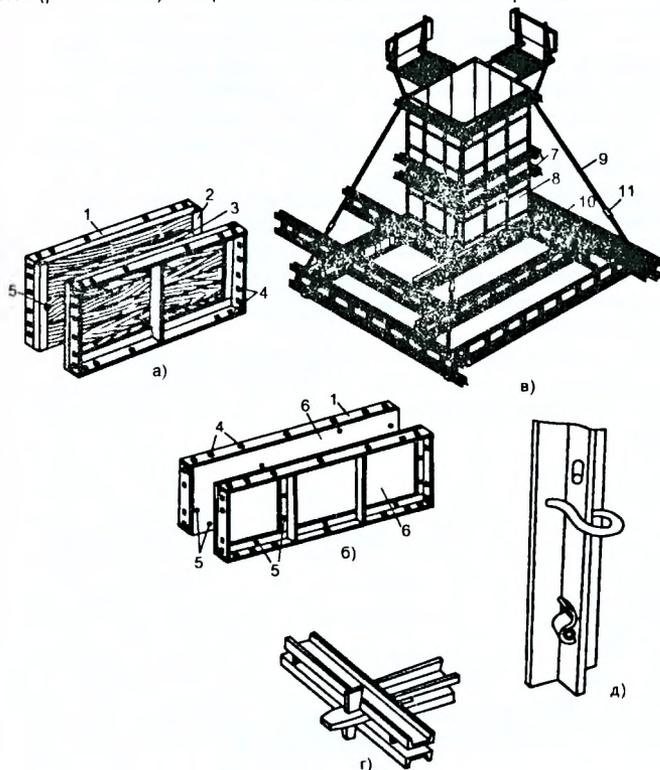
- 1 – щит с обшивкой из досок; 2 – стальной каркас; 3 – доски;
- 4 – торцевая обойма; 5 – отверстия для соединения щитов; 6 – отверстия для пропуска тяжей; 7 – щит с обшивкой из водостойкой фанеры; 8 – обшивка из фанеры;
- 9 – обрешетка из досок; 10 – схватка; 11 – швеллеры; 12 – косынка; 13 – прокладка;
- 14 – деталь крепления щитов к схватке; 15 – клин; 16 – шайба; 17 – натяжной крючок

Инвентарная опалубка бывает деревянной (рис. 4.4.11,а), металлической (рис. 4.4.12, 4.4.14) или комбинированной (рис. 4.4.11,б; 4.4.12,а). Применение инвентарной опалубки позволяет сократить затраты труда на опалубочных работах в 1,5...2 раза и снизить расход материалов.

Опалубка может быть выполнена из отдельных щитов, укрупненных пространственных блоков, панелей и арматурно-опалубочных блоков.

Опалубку из отдельных щитов применяют при сложной геометрической форме фундамента и при небольшой повторяемости типов фундаментов.

Разборно-переставная щитовая деревянная опалубка может быть выполнена из мелких и крупных щитов (рис. 4.4.11,а). Оборачиваемость ее не более 5...7 циклов.



- а) общий вид деревометаллического щита; б) то же, металлической опалубки ступенчатого фундамента; г) соединение стальных схваток; д) пружинные скобы и клеммеры для соединения щитов; 1 – стальной каркас; 2 – торцовая обойма из уголков; 3 – обшивка из досок; 4, 5 – отверстия, соответственно для соединения щитов и для пропуска тяжей; 6 – стальная обшивка; 7 – угловое соединение схваток; 8 – щит опалубки; 9 – расчалка; 10 – несущая балка; 11 – фаркоп

**Рисунок 4.4.12 - Унифицированная разборно-переставная опалубка конструкции ЦНИИОМТП**

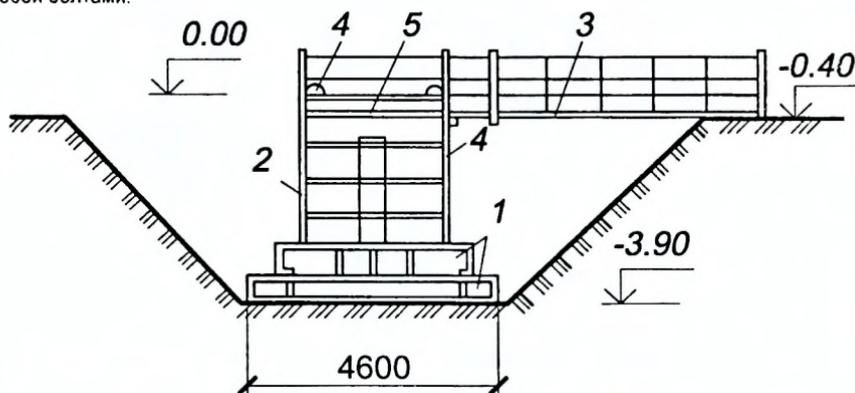
Опалубку из мелких щитов на шпильных планках применяют при устройстве мелких и средних по объему ленточных и столбчатых фундаментов. Щиты опалубки крепят к ребрам гвоздями или планками и штырями. Для восприятия бокового давления бетонной смеси щиты крепят проволоочными скрутками или болтами. На собранный в блок опалубке намечают середину короба, поверх которого прибивают накрест рейки таким образом, чтобы грани реек располагались по осям. Собранный блок подают краном к месту установки, и рейки совмещают с натянутыми осями. После выверки опалубку закрепляют, а рейки удаляют.

При устройстве опалубки высоких ступенчатых фундаментов установку вышележащих блоков опалубки производят аналогично.

Щиты комбинированной опалубки УКО-67 конструкции ЦНИИОМТП (рис. 4.4.11,б) с модулем 600 мм состоят из стального каркаса, сваренного из уголков, и палубы из досок. Крепление щитов производится быстроразъемными соединениями. В комплект опалубки входят: основные щиты восьми типоразмеров, схватки четырех типоразмеров, а также монтажные уголки, несущие фермы, инвентарные приспособления для сборки щитов. Оборачиваемость опалубки 100-кратная.

Повышенной оборачиваемостью (100...200 раз) и жесткостью обладает унифицированная металлическая и деревометаллическая разборно-переставная опалубка конструкции ЦНИИОМТП (рис. 4.4.12). Высота щитов – 0,3; 0,4; 0,5; 0,6 м; длина – 0,9; 1,2; 1,5 и 1,8 м. В ребрах каркаса просверлены отверстия для соединения щитов между собой и с несущими элементами – схватками, которые изготовлены из двух швеллеров, соединенных на прокладках. Схватки можно наращивать и соединять под прямым углом. Сборку такой опалубки фундамента начинают с установки несущих балок, на которые опирают схватки. Щиты опалубки каждой ступени фундамента собирают с помощью монтажных уголков в короба и присоединяют к схваткам натяжными крюками.

В случае столбчатых фундаментов большой высоты целесообразно применять опалубку ФМ-12, представленную на рис. 4.4.13. Она состоит из двух уступов и короба для подколлонника с выступами для рандбалок. Верхний короб состоит из четырех щитов, которые крепятся между собой болтами.

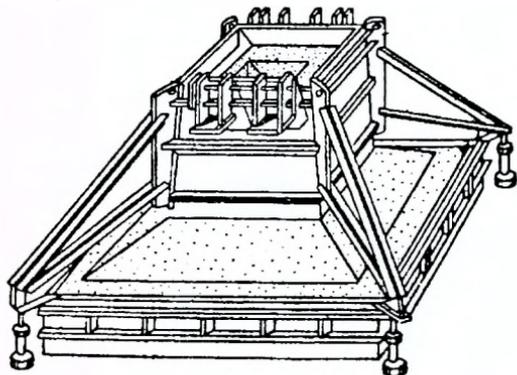


1 – нижний уступ; 2 – верхний уступ; 3 – мостик; 4 – кронштейны для крепления площадок; 5 – настил площадки

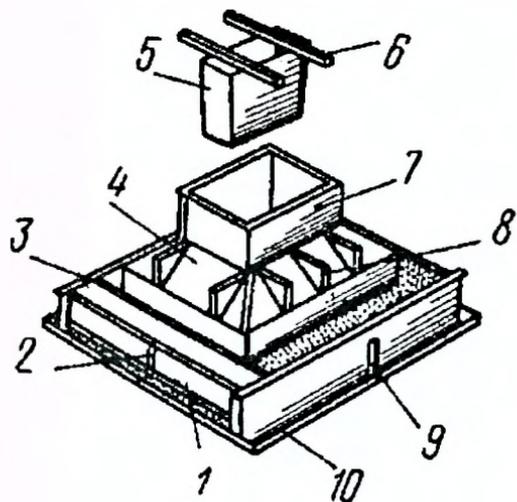
**Рисунок 4.4.13 - Схема опалубки ФМ-12 с площадкой для обслуживания**

В случае однотипных столбчатых фундаментов применяются блок-формы, которые представляют собой пространственные конструкции, внутренние размеры которых соответствуют форме бетонируемых фундаментов (рис. 4.4.14). По своему конструктивному исполнению их разделяют на неразъемные (рис. 4.4.14а) и разъемные (рис. 4.4.14б). Неразъемные формы применяют для бетонирования сравнительно небольших по размерам фундаментов, имеющих конусную поверхность. Их снимают с помощью домкратов.

Разъемные формы собирают из стальных щитов на разъемных крепежных деталях (рис. 4.4.14б). Они находят применение при бетонировании массивных ступенчатых фундаментов, подколонников. Устанавливают и демонтируют их краном. Сборка данной опалубки состоит в соединении створок на замках и выверке положения по осям и горизонтали. Демонтаж разъемных блочных опалубок с жестким соединением створок с каркасом начинают с отпирания замков створок и постепенного отжима створок от бетона, начиная сверху.



**Рисунок 4.4.14а - Неразъемная блок-форма для бетонирования однотипных столбчатых фундаментов**

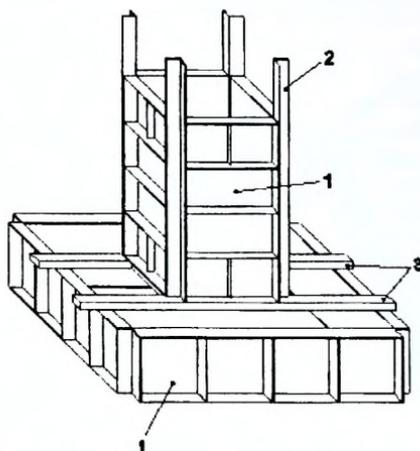


- 1 – блок нижней ступени;
- 2 – установочная риска на блоке;
- 3 – опорная балка-форма подколонника; 4 – блок подколонника; 5 – блок гнездообразователя для сборной колонны; 6 – опорная балка;
- 7 – консольная площадка для установки винтового домкрата;
- 8 – кронштейн для подмостей;
- 9 – установочная риска на подготовке; 10 – бетонная подготовка

**Рисунок 4.4.14б - Разъемная блок-форма для бетонирования однотипных столбчатых фундаментов**

В строительстве применяют также арматурно-опалубочные блоки с несъемной опалубкой, при этом готовый блок устанавливают краном в проектное положение и затем заполняют бетонной смесью.

Определенный интерес представляет мелкощитовая опалубка "МОДОСТР" и "МОДОСТР-КОМБИ", подробные сведения о которой представлены в [8,9,10] (см. рис. 4.4.15). Монтируют опалубку вручную или краном. Основными элементами опалубки являются базовые щиты высотой 2500 и 2700 мм при ширине от 100 до 600 мм с модулем 50 мм. При этом охватывается практически весь диапазон размеров реальных конструкций. Доборные щиты выполнены двух типоразмеров по высоте 1200 и 1500 мм при ширине от 100 до 900 мм. Щит состоит из стального каркаса и нашивной палубы из водостойкой ламинированной фанеры.



1 — щит; 2 — наружный угол;  
3 — балка

**Рисунок 4.4.15** — Схема устройства опалубки "МОДОСТР" столбчатого фундамента

Комплект опалубки включает также угловые элементы, шарнирные углы, компенсаторы, выравнивающие балки, крепежные элементы, замки, тяжи. Технические параметры опалубки приведены в таблице 4.4.1

**Таблица 4.4.1** - Основные конструктивные элементы мелкощитовой опалубки "МОДОСТР" и «МОДОСТР-КОМБИ»

Наименование	Габаритные размеры, мм		Масса, кг	Наименование	Габаритные размеры, мм		Масса, кг
	Высота	Ширина			Высота	Ширина	
1	2	3	4	1	2	3	4
Опалубка «Модостр»							
Щит	1200	900	44	Щит	1500	150	14
Щит	900	900	34	Щит	1500	100	13
Щит	1500	600	37	Щит	1200	300	17
Щит	1500	500	32	Щит	1200	200	16
Щит	1500	400	26	Щит	1200	150	12
Щит	1500	300	21	Щит	1000	100	11
Щит	1500	200	17	Щит-компенсатор	1500	100-300	20
Щит	1500	150	15		1200	100-300	16

Продолжение табл. 4.4.1

1	2	3	4	1	2	3	4
Щит	1200	600	30	Наружный угол	1800	80	14
Щит	1200	500	27		1500	80	12
Щит	1200	400	24		1200	80	9
Щит	1200	300	17		900	80	7
Щит	1200	200	16		600	80	5
Щит	1200	150	12	Внутренний угол	1800	200	36
Щит	1500	300	21		1500	200	31
Щит	1500	200	17		1200	200	25
Опалубка «МОДОСТР-КОМБИ»							
Щит	2700	600	57	Щит	1500	900	43
Щит	2700	500	47	Щит	1500	600	33
Щит	2700	400	41	Щит	1500	500	23
Щит	2700	300	35	Щит	1500	400	24
Щит	2700	250	32	Щит	1500	300	21
Щит	2500	750	61	Щит	1200	900	37
Щит	2500	600	52	Щит	1200	600	28
Щит	2500	500	43	Щит	1200	500	23
Щит	2500	400	38	Щит	1200	400	21
Щит	2500	300	30	Щит	1200	300	18
Щит	2500	250	28	Щит	1500	200	16
Щит	2700	200	30	Щит	1500	150	15
Щит	2700	150	26	Щит	1500	100	14
Щит	2700	100	24	Щит	1200	200	14
Щит	2500	200	29	Щит	1200	150	12
Щит	2500	150	26	Щит	1200	100	10
Щит	2500	100	25	Регулируе- мый подкос	-	-	18
Опалубка «МОДОСТР» И «МОДОСТР-КОМБИ»							
Балка-схватка	2500	-	23	Замок 3-2	-	-	1,2
	2200	-	21	Клин	-	-	0,5
	1900	-	18	Винтовой тяж с двумя гайками	900		3,0
	1500	-	14	Навесной крон- штейн подмос- тей	800		2,8
	700	-	8		700		2,6
Замок 3-1	-	-	0,6		-	-	20
Подвеска	100	-	0,6				

Для выравнивания щитов в плоскости стены устанавливают один или два ряда балок-схваток. Для опалубки "МОДОСТР-КОМБИ" устанавливают, как правило, балки-схватки под нижний и верхний ряды тяжей. Шаг установки тяжей в горизонтальном направлении принимают равным ширине щита (для щитов шириной 400 мм и более).

В вертикальном направлении шаг установки тяжей соответствует шагу отверстий в щитах (для "МОДОСТР-КОМБИ" – 1000 мм, для "МОДОСТР" – 900 и 1000 мм).

Замки для соединения между собой щитов устанавливают, как правило, с шагом 300 и 600 мм, но не менее двух - по стороне щита.

Опалубку для конструкций высотой более 2,7 м собирают в несколько ярусов по высоте.

Панели верхних ярусов опирают на нижележащие или на опорные кронштейны, устанавливаемые в бетоне, после демонтажа опалубки нижних ярусов. Панели верхних ярусов можно устанавливать также на телескопические стойки.

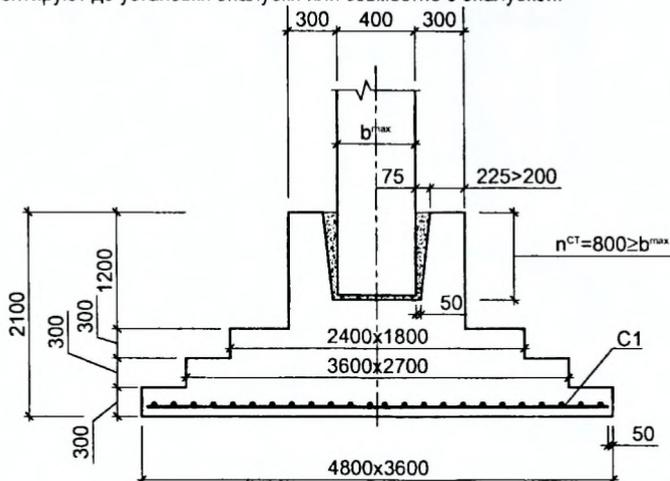
В пояснительной записке должен быть обоснован выбор конструкции опалубки и размер ее элементов, составлена спецификация элементов опалубки в форме табл. 4.4.2 В технологической карте следует показать схемы установки опалубки и поддерживающих конструкций.

**Таблица 4.4.2 - Спецификация элементов опалубки монолитных фундаментов**

№ п/п	Наименование и марка элементов	Габаритные размеры элементов, м			Кол-во, шт.	Масса одного элемента, кг	Общая масса, кг
		Длина	Ширина	Толщина			
1	2	3	4	5	6	7	8

### **Б. Выбор способа армирования конструкций**

Арматуру, как правило, устанавливают в опалубку из готовых арматурных изделий: сеток, плоских и пространственных каркасов. В зависимости от конструкции столбчатого фундамента арматуру монтируют до установки опалубки или совместно с опалубкой.



**Рис. 4.4.16 - Схема армирования фундамента под колонну**

В случае, если толщина стенок стакана под колонну превышает 200 мм, достаточно заполнить армирование только подошвы фундамента арматурными сетками (рис. 4.4.16).

При отсутствии в задании готовой спецификации арматурных изделий принимается армирование сетками из арматуры диаметром 18 мм, установленной с шагом 200×200 мм, при этом масса 1 м<sup>2</sup> сетки составляет 20 кг/м<sup>2</sup>.

Длина и ширина арматурных сеток принимается применительно к размерам кузова бортовой машины или тягача с полуприцепом, которыми предполагается доставка арматурных изделий на объект (обычно ширина не превышает 2,4 м).

В плане сетки устанавливаются с нахлестом не менее 200...300 мм  
 В пояснительной записке приводится спецификация арматурных изделий в форме табл. 4.4.3.

**Таблица 4.4.3 - Спецификация арматурных изделий**

№ п/п	Наименование и марка изделия	Габаритные размеры, м			Кол-во, шт.	Масса одного изделия, кг	Общая масса, кг
		Длина	Ширина (диаметр)	Высота (диаметр)			
1	2	3	4	5	6	7	8
					Σ		Σ

При устройстве столбчатого фундамента без стакана в табл. 4.3 необходимо учесть анкерные болты по СТБ 1704-2006.

### **В. Определение объемов работ**

Объемы работ подсчитывают по конструктивным элементам и по видам работ.

Объем работ по установке и разборке опалубки определяется количеством квадратных метров поверхности опалубки, соприкасающейся с бетоном.

Объем арматурных работ определяется в зависимости от геометрических размеров арматурных изделий (в сетках, тоннах).

Объем бетонных работ определяется по объему укладываемой бетонной смеси (объему фундаментов) в метрах кубических.

Объем работ по поливке бетона водой определяется площадью открытой для полива поверхности монолитных железобетонных фундаментов.

Например, для фундамента, изображенного на рис. 4.4.16, объемы работ составляют:

– при установке и разборке опалубки:

а) боковой поверхности фундаментов:

$$F_{\text{опт}} = 2 \cdot (4,8 + 3,6 + 2,4 + 3,6 + 2,7 + 1,8) \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 4 \cdot 1,2 = 17,1 \text{ м}^2; \quad (4.4.70)$$

б) стакана под колонну:

$$F_{\text{оп2}} = \frac{0,55 + 0,5}{2} \cdot 0,8 \cdot 4 + 0,5 \cdot 0,5 = 1,93 \text{ м}^2, \quad (4.4.71)$$

– при приеме, подаче и укладке бетонной смеси (объем фундаментов):

$$V_{\text{ф}} = (4,8 \cdot 3,6 + 3,6 \cdot 2,7 + 2,4 \cdot 1,8) \cdot 0,3 + 1,2 \cdot 1,2 \cdot 1,2 - \frac{0,55^2 + 0,5^2}{2} \cdot 0,8 = 10,9 \text{ м}^3 \quad (4.4.72)$$

– при установке арматурных сеток: по подошве фундамента укладывается 2 сетки С1 размером 4,7×2 м (с учетом нахлеста укладываемых сеток 0,25 м).

Общие объемы работ составляют:

$$F_{\text{оп1}}^{\text{о}} = F_{\text{оп1}} \cdot N_{\text{ф}}, \text{ м}^2, \quad (4.4.73)$$

$$F_{\text{оп2}}^{\text{о}} = F_{\text{оп2}} \cdot N_{\text{ф}}, \text{ м}^2, \quad (4.4.74)$$

$$V_{\text{ф}}^{\text{о}} = V_{\text{ф}} \cdot N_{\text{ф}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.75)$$

$$N_{\text{с}}^{\text{о}} = N_{\text{с}} \cdot N_{\text{ф}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.76)$$

где  $N_{\text{ф}}$  – количество столбчатых фундаментов, шт;

$N_{\text{с}}$  – количество арматурных сеток на один фундамент, шт.

#### 4.4.2.3. Определение объемов монтажных работ при устройстве сборных ленточных фундаментов

Осуществляется в соответствии с заданием на проектирование.

Предварительно разрабатывается схема раскладки фундаментных плит и стеновых блоков ленточных фундаментов между столбчатыми фундаментами, пример которой представлен на рис. 4.4.17. При этом верх ленточных фундаментов должен превышать верх столбчатых фундаментов на высоту не менее 0,15...0,3 м (рис. 4.4.17).

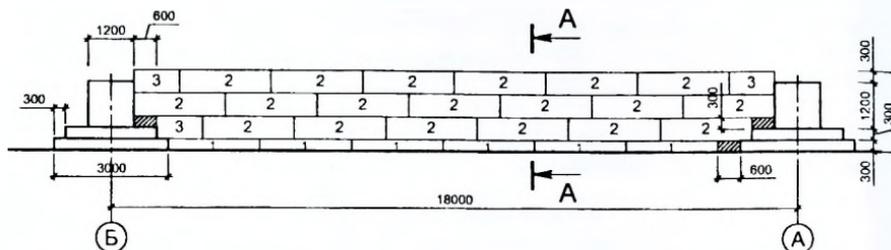


Рисунок 4.4.17 - Схема раскладки фундаментных плит и стеновых блоков

При монтаже сборных ленточных фундаментов, как правило, возникает необходимость в устройстве монолитных участков (рис. 4.4.17).

Объем монолитных участков определяется на основании схемы раскладки фундаментных плит и стеновых блоков.

Подбор фундаментных плит и стеновых блоков производится по каталогам сборных конструкций промышленных и гражданских зданий или по табл. П2.4.

На основе подбора конструкций и рис. 4.4.17 составляется спецификация в форме табл. 4.4.4.

Объемы монтажных работ определяются непосредственно количеством монтируемых элементов согласно спецификации сборных конструкций (табл. 4.4.4).

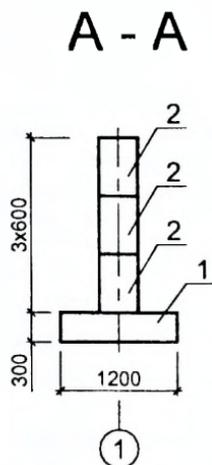


Таблица 4.4.4 - Спецификация сборных конструкций

№ п/п	Наименование элемента	Марка элемента	Кол-во, Шт.	Размеры, м			Масса, т	
				ℓ	b	h	Одного элемента	Общая
1	2	3	4	5	6	7	8	9
			Σ					Σ

Для фундаментов, представленных рис. 4.4.17, объем монолитных участков равен:

$$V_{mv} = 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,3 + 2 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,3 = 0,216 + 0,144 = 0,36 \text{ м}^3. \quad (4.4.77)$$

Объем работ по установке опалубки монолитных участков определяется по выражению:

$$F_{\text{оп.м.у}} = \frac{V}{\delta} \cdot 2 \cdot K_n, \text{ м}^2, \quad (4.4.78)$$

где  $\delta$  – ширина (толщина) монолитного участка, м;  
 $K_n = 1,1$  – коэффициент, учитывающий нахлест щитов опалубки на сборные элементы фундаментов;  
 2 – коэффициент, учитывающий установку опалубки с двух сторон.  
 Для фундаментов на рис. 4.4.17:

$$F_{\text{оп.м.у}} = \frac{0,216}{1,2} \cdot 2 \cdot 1,1 + \frac{0,144}{0,4} \cdot 2 \cdot 1,1 = 0,4 + 0,8 = 1,2 \text{ м}^2. \quad (4.4.79)$$

Общие объемы работ при устройстве монолитных участков в случае расположения сборных ленточных фундаментов между столбчатыми фундаментами в торцах здания определяются по выражениям:

$$V_{\text{м.у}}^{\circ} = V_{\text{м.у}} \cdot 2 \cdot N_{\text{пр}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.80)$$

$$F_{\text{оп.м.у}}^{\circ} = F_{\text{оп.м.у}} \cdot 2 \cdot N_{\text{пр}}, \text{ м}^2, \quad (4.4.81)$$

где  $N_{\text{пр}}$  – количество пролетов в здании, шт.

Монолитные участки между фундаментными плитами можно не устраивать, при этом плиты следует равномерно раздвинуть по длине ленточного фундамента.

### 4.4.3. Предварительный выбор методов производства работ

#### 4.4.3.1. Предварительный выбор методов производства земляных работ

##### А. Предварительный выбор методов разработки котлованов и траншей

Исходными данными являются: дальность транспортирования грунта в отвал  $L$  и на площадку  $L_{\text{пл}}$ ; глубина котлованов  $h_k$  и траншей  $h_{\text{тр}}$ , их размеры; заданный срок производства работ  $T_3$ .

Возможные методы производства работ, принимаемые в соответствии с исходными данными, представлены в табл. 4.4.5.

**Таблица 4.4.5 - Возможные методы производства земляных работ при**

**разработке котлованов и траншей**

Виды земляных работ	Чем рекомендуется выполнять
1	2
<b>А. Разработка котлованов</b>	
1. При глубине до 3 м: а) с использованием грунта для вертикальной планировки площадки;	Бульдозерами при $L_{\text{пл}}$ до 100...150 м; скреперами при $L_{\text{пл}}$ до 3...5 км; одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с погрузкой грунта в транспорт и последующим его разравниванием в насыпи ( $L_{\text{пл}} > 100...150$ м) и/или с отсыпкой грунта на бровку (работа навывмет) с последующим его перемещением в насыпь бульдозером ( $L_{\text{пл}} < 100...150$ м).

б) с отвозкой грунта за пределы стройплощадки	Скреперами при $L_{пл}$ до 3... 5 км; бульдозерами с последующей погрузкой грунта одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) в транспорт; одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) со сменным оборудованием "обратная лопата" и "драглайн" с разработкой грунта в транспорт и навывет (при отсыпке грунта кавальеров) или "прямая лопата" с разработкой грунта в транспорт.
2. При глубине свыше 3 м:	
а) с ярусной разработкой грунта:	
– верхний ярус (гк до 3 м)	В соответствии с п. А, 1, а, б.
– нижний ярус	Одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с погрузкой грунта в транспорт.
б) с разработкой на всю глубину	Одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с разработкой грунта в транспорт и навывет (сменное оборудование обратная лопата и драглайн) или только в транспорт (сменное оборудование прямая лопата).
<b>Б. Разработка траншей</b>	
1. Прямолинейные траншеи большой протяженности при ширине по низу до 2,5 м и глубине до 3,5 м.	Многоковшовыми экскаваторами (цепными, роторными, траншекопателями).
2. Прямолинейные и ломаные в плане:	
– глубиной до 4...5 м	Одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием "обратная лопата" и "драглайн" (при любой ширине) или "прямая лопата" (при ширине траншей > 3 м).
– глубиной более 4...5 м.	То же, со сменным оборудованием "драглайн".

#### **Примечания:**

1. Одноковшовый экскаватор прямая лопата предпочтительно работает только в транспорт.
2. При разработке глинистых и суглинистых грунтов последние рекомендуется вывозить, а обратную засыпку пазух котлованов и траншей производить песчаным привозным грунтом.

#### **Б) Предварительный выбор технологии выполнения вспомогательных земляных работ**

Разработку недобора выполняют вручную или с использованием экскаваторов-планировщиков (если позволяют условия). Зачистку дна котлованов и траншей производят вручную.

Формирование кавальеров, предназначенных для хранения грунта обратной засыпки пазух, можно производить путем:

- отсыпки грунта одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием "обратная лопата" и "драглайн" на бровку при работе последних навывет;
- отсыпки грунта автосамосвалами, загружаемыми одноковшовыми экскаваторами или погрузчиками;
- разработки и перемещения грунта в верхней части котлованов и траншей бульдозером или скрепером.

Отсыпку грунта кавальеров автосамосвалами целесообразно производить при разработке выемок одноковшовыми экскаваторами прямая лопата или при доставке грунта кавальеров из резервов (карьеров).

Перемещение грунта кавальеров после его отсыпки экскаваторами на бровку чаще выполняется бульдозерами (см. [12], Е2-1-22). Возможно также использование для этих целей и одноковшовых экскаваторов.

Засыпку грунта пазух, производимую после устройства фундаментов, можно выполнять бульдозерами или одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием "обратная лопата", "драглайн" или "трейфер". Возможно применение также кранов с использованием грейферного ковша или системы транспортеров. Предпочтение следует отдавать экскаваторам грейфер (см. табл. П5.2 П5.3), обеспечивающим минимальный риск с точки зрения повреждения фундаментов.

Для обеспечения качественного выполнения работ уплотнение грунта пазух выполняют следующими способами (см. [24], табл. 4 или табл. П5.4):

- ручными электротрамбовками или пневмотрамбовками (как правило, возле самого тела фундаментов);
- подвесными к кранам и экскаваторам трамбовками, виброплитами, вибротрамбовками, пневмомолотами и гидромолотами;
- самопередвигающимися виброплитами и вибротрамбовками.

Возможно также применение в стесненных условиях глубинного уплотнения грунта пазух сразу на всю глубину посредством (см. [24], табл. 9 или табл. П5.5):

- пневмопробойников;
- станков ударно-канатного бурения;
- навесного гидровибрационного оборудования;
- глубинных вибраторов.

Послойное разравнивание грунта пазух и подсыпки можно выполнять:

- вручную;
- малогабаритными бульдозерами, если позволяют размеры пазух;
- экскаваторами-планировщиками.

#### **4.4.3.2 Предварительный выбор методов производства монтажных работ**

Технология производства работ по возведению фундаментов и стен из сборных элементов диктуется условиями строительной площадки, мощностью грузоподъемных и транспортных средств, членением фундаментов на монтажные единицы, массой элементов и другими факторами.

При возведении сборных фундаментов одноэтажных каркасно-панельных зданий средства механизации (монтажные краны) располагаются на бровке котлованов и траншей (см. рис. 4.4.22);

Сборные элементы ленточных фундаментов по последовательности установки можно монтировать:

- раздельным методом, при котором фундаментные плиты и стеновые блоки монтируются отдельными потоками;
- комплексным методом, при котором одновременно в одном потоке монтируются сразу фундаментные плиты и стеновые блоки.

Монтаж сборных конструкций фундаментов одноэтажных каркасно-панельных зданий выполняют, чаще всего, самоходными стреловыми кранами.

В ряде случаев (если грунтом основания служит глина или суглинок), до начала монтажа сборных фундаментов, устраивают подготовку (в случае сборных ленточных фундаментов из песка, гравия или щебня) толщиной 10 см. Материал подготовки можно подавать на дно котлована грейфером или краном в бадьях.

#### **4.4.3.3 Предварительный выбор методов производства железобетонных работ**

Опалубку столбчатого ступенчатого фундамента собирают по двум технологическим схемам.

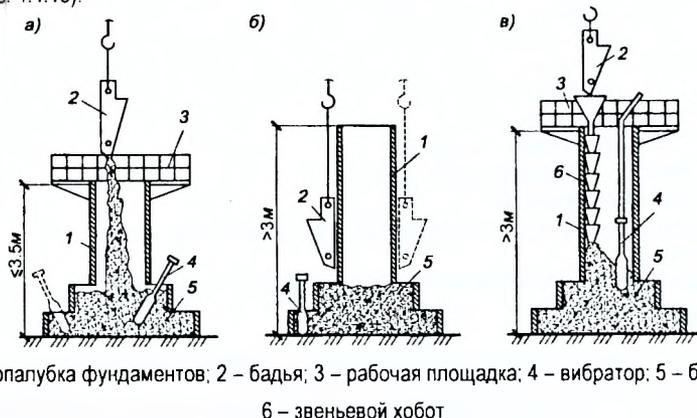
По первой схеме вначале устанавливают щиты нижней ступени и бетонируют ее. Затем на затвердевший бетон ставят опалубку второй ступени и т.д. На заключительном этапе в процессе бетонирования подколонника устанавливают опалубку стакана.

По второй схеме собирают опалубку сразу на всю высоту фундамента (см. рис. 4.4.18).

Арматурные сетки, каркасы столбчатых ступенчатых фундаментов устанавливают до, после и, в отдельных случаях, параллельно с установкой опалубки. Монтаж арматуры выполняют крупными элементами в виде сеток и пространственных или плоских каркасов, которые подают к месту установки кранами с помощью четырехветвевых стропов или специальных тра-

верс. Для монтажа каркасов фундаментов и подколонников большой массы при высоте более 2 м применяют самобалансирующие стропы. Нижнюю арматурную сетку фундамента устанавливают до монтажа опалубки. Арматурный каркас подколонника может быть смонтирован как до установки опалубки, так и после.

Бетонирование столбчатых фундаментов под колонны осуществляется в два или три этапа (рис. 4.4.18).

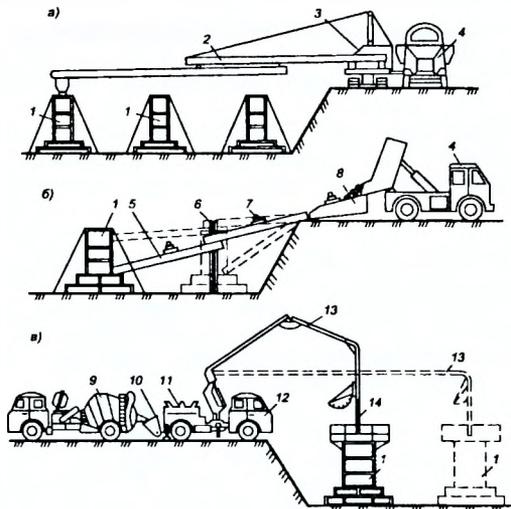


1 – опалубка фундаментов, 2 – бадья, 3 – рабочая площадка; 4 – вибратор; 5 – бетон; 6 – звеньевой хобот

**Рисунок 4.4.18. Схемы бетонирования (а...в) столбчатых ступенчатых фундаментов с подачей бетонной смеси краем в бадьях**

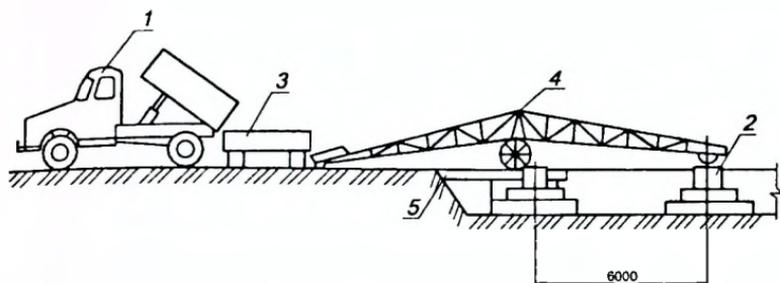
В два этапа бетонуются небольшие (10...15 м<sup>3</sup>) фундаменты. Первоначально заполняют опалубку ступенчатой части. Уплотняют бетонную смесь вибратором. Затем продолжают укладку бетонной смеси в подколонник до низа стакана под колонну или низа анкерных болтов.

На втором этапе бетонирования укладывают бетонную смесь в подколонник на участке от низа стакана или анкерных болтов до верхнего обреза фундамента.



а) самоходными бетоноукладчиками;  
 б) виброконвейерным транспортом;  
 в) автобетононасосами;  
 1 – бетонлируемые фундаменты;  
 2 – телескопическая стрела бетоноукладчика; 3 – бетоноукладчик;  
 4 – автосамосвал; 5 – виброрельс;  
 6 – стойка; 7 – вибратор;  
 8 – вибропитатель;  
 9 – автобетоносмеситель;  
 10 – приемный бункер;  
 11 – бетононасос; 12 – базовый автомобиль; 13 – стрела;  
 14 – гибкий рукав

**Рисунок 4.4.19 – Технологические схемы бетонирования фундаментов**



- 1 – автобетоновоз; 2 – бетонлируемая конструкция; 3 – вибропитатель;  
4 – ленточный конвейер; 5 – передвижная эстакада

**Рисунок 4.4.20 - Схема подачи бетонной смеси при устройстве фундаментов ленточным конвейером**

При бетонировании фундамента сразу на всю высоту в зоне перехода ступенчатой части в подколонник возможно образование усадочных трещин, что может снизить несущую способность фундамента.

Чтобы предотвратить образование усадочных трещин при трехэтапном бетонировании по окончании бетонирования ступеней делают технологический перерыв для набора прочности бетоном и его усадки. Затем бетонную смесь укладывают до низа стакана под колонну или низа анкерных болтов.

На третьем этапе укладывают бетонную смесь в подколонник на участке от низа стакана или анкерных болтов до верхнего среза фундамента.

Стакан фундаментов бетонруют ниже проектной отметки, чтобы в последующем при установке колонны можно было выполнить подливку под проектную отметку колонны.

Анкерные болты устанавливают перед бетонированием с использованием кондукторов, закрепленных на опалубке или каркасе, остающемся в массиве бетона.

При бетонировании столбчатых фундаментов со стороны сечения подколонника 0,4...0,8 м и при отсутствии пересекающихся хомутов высота свободного падения бетонной смеси допускается до 3 м.

При высоте более 3 м фундамента применяют звеньевые хоботы (рис. 4.4.18,в) или концевой шланг бетоновода.

При высоте спуска более 10 м используются виброхоботы.

Фундаменты с подколонниками, армированными перекрещивающимися хомутами, бетонруют непрерывно участками 1,5...2 м с подачей смеси через окна, устраиваемые в боковых стенках опалубки.

Возведение монолитных фундаментов и стен должно выполняться комплексно-механизированным способом, при котором все процессы выполняют с помощью специально подобранных комплектов машин (см. [7], табл. 4, 5 или табл. 4.4.6).

Ведущим процессом при устройстве фундаментов является бетонирование.

Комплект машин для бетонирования подбирают исходя из требуемого темпа укладки бетонной смеси с учетом условий доставки и конструктивных особенностей фундаментов.

Требуемый темп укладки бетонной смеси можно ориентировочно определить по выражению:

$$V_{\text{ЗСМ}}^{\text{ТР}} = \frac{K \cdot V_{\text{Ф}}}{T_{\text{ТР}}}, \text{ м}^3 / \text{см} \quad (4.4.82)$$

где  $V_{\text{Ф}}$  – объем бетона, подлежащий укладке в опалубку,  $\text{м}^3$ ;

$T_{\text{ТР}}$  – требуемая продолжительность выполнения процесса, см;

$K$  – коэффициент непрерывности укладки бетона, равный 1,3...1,5.

Таблица 4.4.6 - Комплектование машин для комплексного выполнения бетонных работ

Транспортирование бетонной смеси от места приготовления до сооружения	Подача бетонной смеси к месту укладки	Распределение бетонной смеси	Уплотнение бетонной смеси
1	2	3	4
Автобетоносмесители объемом 2,6...5 м <sup>3</sup>	Автобетононасосы производительностью 40...120 м <sup>3</sup> /ч с распределительными стрелами	Распределительные стрелы	Вибраторы электрические и пневматические
	Бетононасосы стационарные производительностью 10...40 м <sup>3</sup> /ч	Автономные распределительные стрелы бетононасосов	Вибраторы электрические и пневматические, вибропакеты
	Виброконвейеры	Виброжелоба, вибропитатели	
	Пневмонагнетатели передвижные с камерой объемом 500...1000 л.	Бетоноводы пневмонагнетателей. Виброжелоба, вибропитатели	Вибраторы электрические и пневматические
Автобетоновозы объемом 1,8, 6 м <sup>3</sup> или автобетоносмесители объемом 2,6...5 м <sup>3</sup>	Бетоноукладчики ленточные производительностью 20...30 м <sup>3</sup> /ч со стрелой длиной 12...21 м	Стрелы бетоноукладчиков. Виброжелоба, вибропитатели. Конвейеры секционные	Вибраторы электрические и пневматические, вибропакеты
Автобетоновозы объемом 1,6...5 м <sup>3</sup>	Краны стреловые автомобильные грузоподъемностью 6,3...16 т, пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 16...25 т	Бадьи (бункера) объемом 0,3...1 м <sup>3</sup>	Вибраторы электрические и пневматические
	Краны стреловые автомобильные, пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 16...25 т	Бадьи (бункера) объемом 0,6...3,2 м <sup>3</sup>	Вибраторы электрические и пневматические, вибропакеты
	Ленточные конвейеры стационарные и передвижные секционные с лентами шириной 500...1000 мм	Ленточные конвейеры передвижные с лентами шириной 500...1000 мм. Виброжелоба	Вибраторы электрические и пневматические, вибропакеты
	Виброконвейеры	Виброжелоба, вибропитатели	
Автобадьевозы грузоподъемностью 8...25 т	Краны стреловые автомобильные, пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 40...100 т	Виброхоботы, разравниватели на тракторах	Вибраторы электрические и пневматические, вибропакеты
	Бетоновозные эстакады		

$$T_{гр} = T_3 \cdot m \cdot k_c, \text{ см}, \quad (4.4.83)$$

где  $T_3$  – заданный срок производства работ в днях;

$m$  – принятое количество смен в дне;

$k_c$  – коэффициент совмещения процессов ( $k_c=0,5 \dots 0,7$ ).

В соответствии с размерами фундаментов и требуемым темпом бетонирования машины для укладки бетона (рис 4.4.19, 4.4.20) принимают по [7], табл. 5 или табл. 4.4.7.

На основании производительности ведущего потока подбирают комплекты машин для частных потоков по установке опалубки, арматуры.

Целесообразно подбирать комплект машин так, чтобы с помощью ведущей машины, например монтажного крана, можно было выполнять наибольшее число операций в ведущем и частных потоках.

При наличии на объекте монтажных кранов, используемых для установки сборных элементов, рационально укладку бетонной смеси выполнять краном в бадьях.

**Таблица 4.4.7 – Типы ведущих машин для выполнения бетонных работ при возведении подземных частей зданий**

Интенсивность подачи бетонной смеси,	Ширина конструкции, м	Типы и типоразмеры машин для подачи и укладки бетонной смеси
1	2	3
До 25	До 15	Краны стреловые автомобильные грузоподъемностью 6,3... 10 т. Виброконвейеры длиной 4... 6 м. Автобетононасос производительностью 40 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой.
	15-30	Краны стреловые автомобильные грузоподъемностью 10... 16 т. Краны стреловые пневмоколесные грузоподъемностью 16... 25 т. Краны стреловые гусеничные грузоподъемностью 16... 25 т. Виброконвейеры длиной 6 м. Автобетононасос производительностью 40 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой.
25-50	До 15	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 25... 40 т. Бетоноукладчик ленточный производительностью 20 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой. Автобетононасос производительностью 40 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой.
	15-30	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 25... 63 т. Бетоноукладчик ленточный производительностью 20 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой 21 м. Автобетононасос производительностью 40 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 20 м <sup>3</sup> /см с автономной распределительной стрелой.
50-100	До 30	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 40... 63 т. Бетоноукладчик ленточный производительностью 20 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой 21 м. Автобетононасос производительностью 40 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 20 м <sup>3</sup> /см с автономной распределительной стрелой.

	30...60	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 40...63 т. Автобетононасос производительностью 40 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 20 м <sup>3</sup> /см с автономной распределительной стрелой.
100-200	До 30	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 40...63 т. Автобетононасос производительностью 60 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 20...40 м <sup>3</sup> /см с автономной распределительной стрелой.
	30...60	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 63 т. Автобетононасос производительностью 60 м <sup>3</sup> /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 40 м <sup>3</sup> /см с автономной распределительной стрелой.

#### 4.4.4. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам

##### 4.4.4.1. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам для производства земляных работ

###### Подбор одноковшовых экскаваторов

Ёмкость ковша экскаватора подбирается из следующих условий:

- Условие наполнения ковша "с шапкой" за одно черпание.

Необходимо принять такую емкость ковша экскаватора, чтобы за одно черпание ковш наполнялся "с шапкой".

Данное условие выдерживается при соблюдении неравенств:

– для рабочего оборудования прямая и обратная попата

$$h_{к(ТР)} \geq h_{min} \quad (4.4.84)$$

– для рабочего оборудования драглайн

$$l_B \geq l_{B.min} \quad (4.4.85)$$

где  $h_{min}$  – наименьшая высота (глубина) забоя, обеспечивающая наполнение ковша "с шапкой" за одно черпание, м (см. [18], табл. 44 или табл. П 3.1, П3.2);

$l_B$  – длина пути волочения ковша драглайна, м (см. рис. 4.4.21);

$l_{B.min}$  – нормальная длина пути волочения, обеспечивающая заполнение ковша драглайна, м (см. [18], табл. 45 или табл. П 3.3).

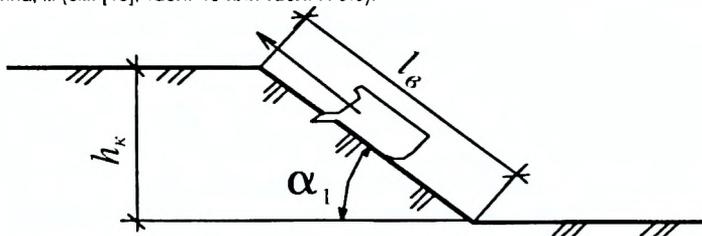


Рисунок 4.4.21 - Схема к определению длины пути волочения ковша экскаватора "драглайн"

$$\epsilon_B = \frac{h_{K(TP)}, \text{ м.}}{\sin \alpha_1} \quad (4.4.86)$$

где  $\alpha_1$  – угол внутреннего откоса экскаваторного забоя, град (см. табл. П 3.4).  
Группа грунта устанавливается по [12], с. 6...14 или табл. П 3.5.

- Условие выполнения работ в заданные сроки.

В соответствии с данным условием необходимо подобрать такую емкость ковша экскаватора, чтобы работы были выполнены в заданные сроки.

Для обеспечения данного условия необходимо соблюдение неравенства

$$N_{MBP} \leq N_{MBP}^{TP} \quad (4.4.87)$$

где  $N_{MBP}$  – норма машинного времени, соответствующая принятой ёмкости ковша, маш-час;  
 $N_{MBP}^{TP}$  – требуемая норма машинного времени, маш-час.

$$N_{MBP}^{TP} = \frac{E \cdot T_{DP}}{V} \cdot t_{CM} \cdot n_{ЗВ} \cdot \text{маш-час}, \quad (4.4.88)$$

где  $T_{DP}$  – требуемая продолжительность выполнения процесса, см (см. формулу (4.4.83));  
 $E$  – единица измерения объема работ (при разработке грунта одноковшовыми экскаваторами  $E = 100 \text{ м}^3$ );  $m$  – количество смен в дне (при механизированной разработке чаще принимается  $m = 2$  см);  $n_{ЗВ}$  – принятое количество звеньев (машин), шт.;  $V$  – объем грунта, разрабатываемый экскаватором,  $\text{м}^3$ .

$N_{MBP}$  принимается по [12], Е2-1-8, Е2-1-11, Е2-1-13 (для прямой и обратной лопаты при разработке котлованов и траншей, соответственно) или Е2-1-10 (для драглайна).

При выборе одноковшовых экскаваторов со сменным оборудованием "прямая и обратная лопата" предпочтение следует отдавать экскаваторам с гидравлическим управлением, так как у них производительность на 30% больше, чем у механических экскаваторов.

- Обеспечение заданной ширины выемки по дну.

При разработке траншей экскаватором с рабочим оборудованием "обратная лопата" или "драглайн" ширина ковша не должна превышать ширины траншеи  $b_{TP}$  по дну, т.е. должно обеспечиваться условие:

$$b_{TP} \geq B_K + f_3, \text{ м.} \quad (4.4.89)$$

Определяющими при выборе емкости ковша экскаватора являются условия (4.4.84, 4.4.85). Условие (4.4.87) легко обеспечивается путем изменения количества звеньев (машин). При несоблюдении условия (4.4.89) необходимо выполнить перерасчёт объема траншеи, приняв  $b_{TP}$  по выражению (4.4.4).

После выбора ёмкости ковша по [12, 19] или по табл. П 3.6...3.8 принимается конкретная марка экскаватора.

#### 4.4.4.2. Выбор монтажных кранов по рабочим параметрам

Предварительно по [20] или табл. П 3.9 подбираем захватные и вспомогательные приспособления, которые сводим в таблицу 4.4.8.

Для укладки фундаментных плит и блоков стен, бетонной смеси в бадьях, арматурных сеток чаще используется четырехветвевой строп. Установку фундаментных блоков стен, укладку бетонной смеси в бадьях можно также выполнять двухветвевым стропом.

Кроме захватных приспособлений в табл. 4.4.8 следует также привести монтажные приспособления: средства подмащивания, ограждения, лестницы и т.д.

**Таблица 4.4.8 - Ведомость захватных и вспомогательных приспособлений**

№	Наименование монтажного приспособления	Назначение монтажного приспособления	Характеристика приспособления		Грузоподъемность, т
			масса, т	расчетная высота строповки, м	
1	2	3	4	5	6

Подбор крана производим по следующим параметрам:

а) Требуемая грузоподъемность,  $Q_{ТР}$ :

$$Q_{ТР} = q_Э + q_С, \quad (4.4.90)$$

где  $q_Э$  – масса монтируемого элемента, т;

$q_С$  – масса грузозахватного приспособления, т.

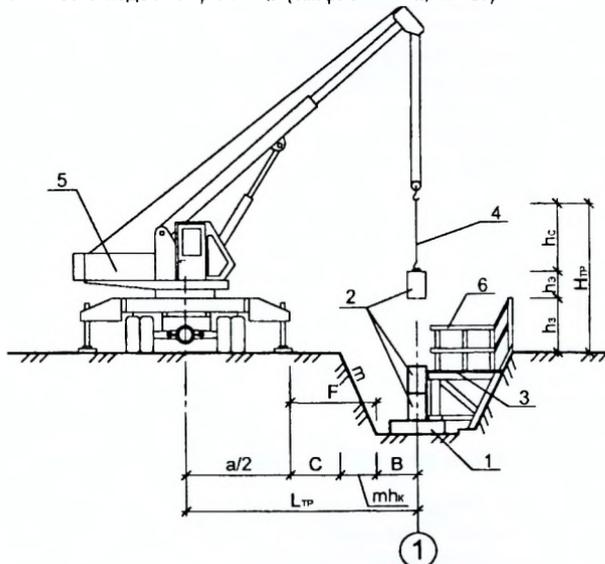
б) Требуемая высота подъема крюка  $H_{ТР}$  (см. рис. 4.4.22, 4.4.23)

При подаче бетонной смеси в бадьях масса элемента принимается равной

$$q_Э = q_Б + V_Б \cdot \gamma_Б + q_С, \text{ т.} \quad (4.4.91)$$

где  $q_Б$  – масса бады, т;  $V_Б$  – объем бады, м<sup>3</sup>;  $\gamma_Б$  – плотность бетонной смеси, т/м<sup>3</sup> ( $\gamma_Б = 2,4 \dots 2,5$  т/м<sup>3</sup>).

б) Требуемая высота подъема крюка  $H_{ТР}$  (см. рис. 4.4.22, 4.4.23)



1 – фундаментная плита; 2 – фундаментный блок; 3 – рабочий настил; 4 – строп;  
5 – автокран; 6 – защитное ограждение

**Рисунок 4.4.22 - Схема к определению  $H_{ТР}$  и  $L_{ТР}$  при монтаже сборных фундаментов**

б) Требуемая высота подъема крюка  $H_{TP}$  (см. рис. 4.4.22, 4.4.23)

$$H_{TP} = h + h_3 + h_3 + h_C, \text{ м.}$$

(4.4.92)

где  $h$  – превышение проектного уровня установки конструкции над уровнем стоянки крана, м;

$h_3$  – запас по высоте, равный 0,5...1 м;

$h_3$  – монтажная высота элемента, м;

$h_C$  – расчетная высота строповки.

Если  $h < 0$  (рис. 4.4.22) принимается  $h = 0$ .

в) Требуемый вылет стрелы крана  $L_{TP}$  (см. рис. 4.4.22, 4.4.23) при расположении крана на бровке котлована равен

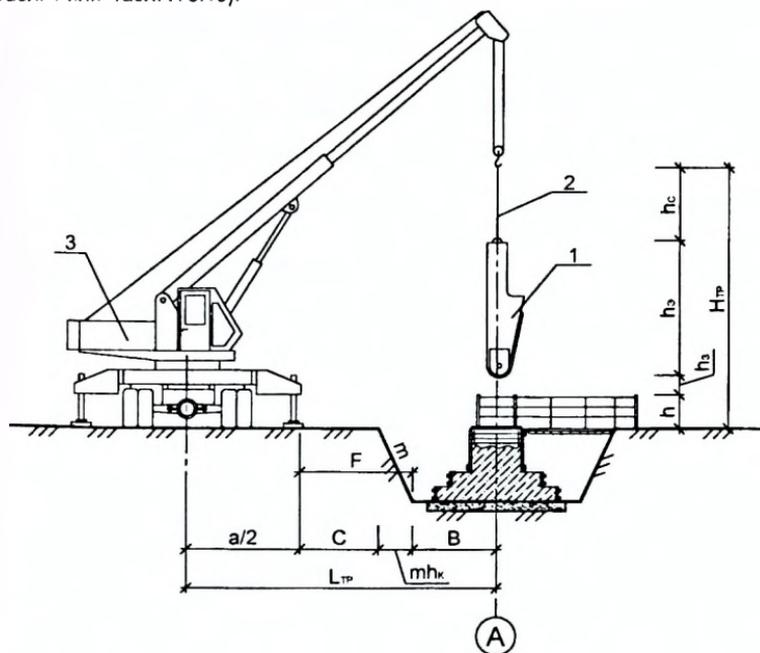
$$L_{TP} = \frac{a}{2} + \vartheta + \max \left\{ \frac{C + m \cdot h_K}{F} \right\}, \text{ м.} \quad (4.4.93)$$

где  $a$  – ширина контура опирания крана, м ( $a \approx 4$  м);

$\vartheta$  – расстояние от центра тяжести монтируемой конструкции до подошвы откоса, м (принимается на основании планов котлована или траншеи, фундаментов, раскладки плит перекрытия);

$C$  – минимально допустимое расстояние от опоры крана до бровки, м ( $C \geq 1 \dots 1,5$  м);

$F$  – минимально допустимое расстояние от опоры крана до подошвы откоса, м (см. [3], табл. 1 или табл. П 3.10).



1 – бадьа с бетонной смесью; 2 – строп; 3 – автокран

**Рисунок 4.4.23 – Схема к определению  $H_{TP}$  и  $L_{TP}$  при бетонировании монолитных фундаментов**

Чаще, в случае возведения подземной части одноэтажного каркасно-панельного здания необходимо найти требуемые монтажные характеристики при:

- уплотнении грунта подсыпки под полы подвесными вибротрамбовкой, виброплитой или трамбовками;
  - подаче бетонной смеси в бадьях;
  - установке сборных элементов фундаментов (фундаментных плит, стеновых блоков).
- Найденные требуемые монтажные характеристики сводятся в табл. 4.4.9.

**Таблица 4.4.9 - Требуемые монтажные характеристики при монтаже конструкций**

№ п.п.	Наименование элемента (груза)	Масса элемента $Q_э$ , Т	Геометрические размеры, м			Характеристики монтажных приспособлений		Требуемые монтажные характеристики кранов		
			$l$	$b$	$h$	$q_c$ , Т	$h_c$ , м	$Q_{тр}$ , Т	$H_{тр}$ , м	$L_{тр}$ , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Подбор монтажных кранов производится на основании требуемых монтажных характеристик (табл. 4.4.9) по [21] в следующем порядке:

а) по  $L_{тр}$  устанавливаем соответствующие высоту подъема крюка и грузоподъемность  $Q_ф$  (в случае необходимости следует откорректировать  $L_{тр}$  исходя из  $L_{стр}^0$ );

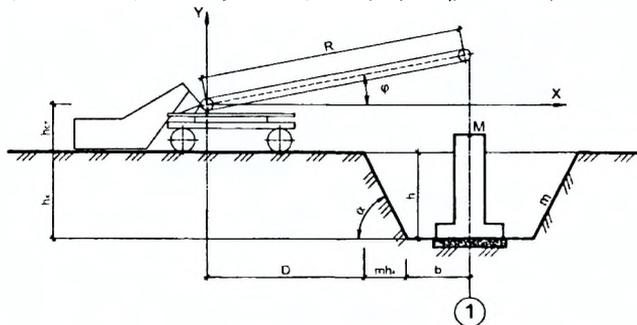
б) если  $H_ф \geq H_{тр}$  и  $Q_ф \geq Q_{тр}$ , то делается заключение о возможности принятия данного крана, в противном случае переходят к рассмотрению более мощного крана.

#### 4.4.4.3. Выбор ведущих машин и вспомогательного оборудования для производства железобетонных работ

##### А) Выбор ленточных бетоноукладчиков по рабочим параметрам

Выбор ленточных бетоноукладчиков производят на основании следующих технических параметров:

1. Требуемая интенсивность подачи бетонной смеси, которая определяется по формуле (4.4.82).
2. Требуемая длина рабочего участка транспортера  $R$  (рис. 4.4.24).



**Рисунок 4.4.24 - Схема к определению требуемой длины рабочего участка транспортера бетоноукладчиков при расположении бетоноукладчика на бровке котлованов или траншей**

Длина рабочего участка транспортера определяется для двух случаев работы: с бровки котлована и с дна котлована.

При подаче бетонной смеси с бровки выемки (рис. 4.4.24) длина рабочего участка транспортера определяется по выражению:

$$R = \frac{b + D + m - h_k}{\cos \varphi} \cdot m, \quad (4.4.94)$$

где  $b$  – расстояние от подошвы откоса выемки до планируемой точки подачи бетонной смеси в конструкцию,  $m$  (определяется на основании плана фундаментов и выемки);  $h_k$  – глубина выемки,  $m$ ;  $m$  – коэффициент откоса выемки;  $D$  – расстояние от оси вращения стрелы до бровки выемки,  $m$ ;  $\varphi$  – угол наклона стрелы транспортирующего рабочего органа. Технические характеристики ленточных бетоноукладчиков приведены в [7,10] или табл. ПЗ.11, 3.12, при этом предпочтение следует отдавать самоходным ленточным бетоноукладчикам.

### **Б. Выбор бетононасосов по техническим параметрам**

Для перемещения и укладки бетонной смеси на строительной площадке успешно используется также трубопроводный транспорт. Транспортировка по трубопроводам облегчает подачу смеси в густоармированные конструкции и труднодоступные для других средств механизации участки. Подача бетонной смеси по трубопроводам осуществляется бетононасосами. Бетонород должен прокладываться по кратчайшей трассе, желательнее без изгибов.

Выбор бетононасосов производится по следующим техническим параметрам:

1. Требуемая интенсивность подачи бетонной смеси  $V_{ЗСМ}^{ТР}$ , определяемая по выражению (4.4.82).

2. "Приведенная" длина бетоновода  $L_{пр}$ , учитывающая сопротивление бетонной смеси на различных её участках, в соответствии с коэффициентом эквивалентности  $K$ , и определяемая по формуле:

$$L_{пр} = \sum \ell + K_{90} \cdot N_{90} + K_{45} \cdot N_{45} + K_{22,5} \cdot N_{22,5} + K_{11,25} \cdot N_{11,25} + K_h \cdot H_{под}, \quad (4.4.95)$$

где  $\sum \ell$  – суммарная длина горизонтальных участков бетоновода (определяется на основании плана укладки бетоновода),  $m$ ;

$K_{90}$ ,  $K_{45}$ ,  $K_{22,5}$ ,  $K_{11,25}$  – коэффициент приведения поворотов бетоновода на  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $22,5^\circ$ ,  $11,25^\circ$ , соответственно, к длине горизонтального участка бетоновода,  $m$ ;

$N_{90}$ ,  $N_{45}$ ,  $N_{22,5}$ ,  $N_{11,25}$  – количество поворотов бетоновода на  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $22,5^\circ$ ,  $11,25^\circ$ , соответственно (определяется в соответствии со схемами укладки бетоновода), шт.;

$K_h$  – коэффициент приведения вертикального участка бетоновода к длине горизонтального;

$H_{под}$  – высота вертикальной подачи (определяется в соответствии со схемой укладки бетоновода в разрезе),  $m$ .

$K_{90} = 12$   $m$ ;  $K_{45} = 7$   $m$ ;  $K_{22,5} = 4$   $m$ ;  $K_{11,25} = 2$   $m$ ;  $K_h = 8$ .

Бетононасосы подразделяют на три типа: автомобильные, пневмоколесные, прицепные и стационарные. Автобетононасосы оборудуются шарнирно-распределительными стрелами (манипуляторами бетоноводов) длиной до 26  $m$  (рис. 4.4.19.в). Манипуляторы освобождают от трудоёмких операций по монтажу бетоноводов, исключают необходимость в распределительных лотках и ручной перекидке бетонной смеси при её укладке.

Проектирование схем организации работ для бетононасосов с манипуляторами на автомобильном шасси основывается, по существу, на геометрических параметрах их стрел и возможности подъезда механизмов к бетонируемым конструкциям.

Выбор конкретной марки бетононасоса производится по [7,10] или табл.ПЗ.13.

## В. Выбор вспомогательного оборудования для производства железобетонных работ

Для подачи бетонной смеси монтажными кранами по [7, 10] или табл. П4.1, 4.2 подбирается бадья (предпочтение следует отдавать поворотным бадьям).

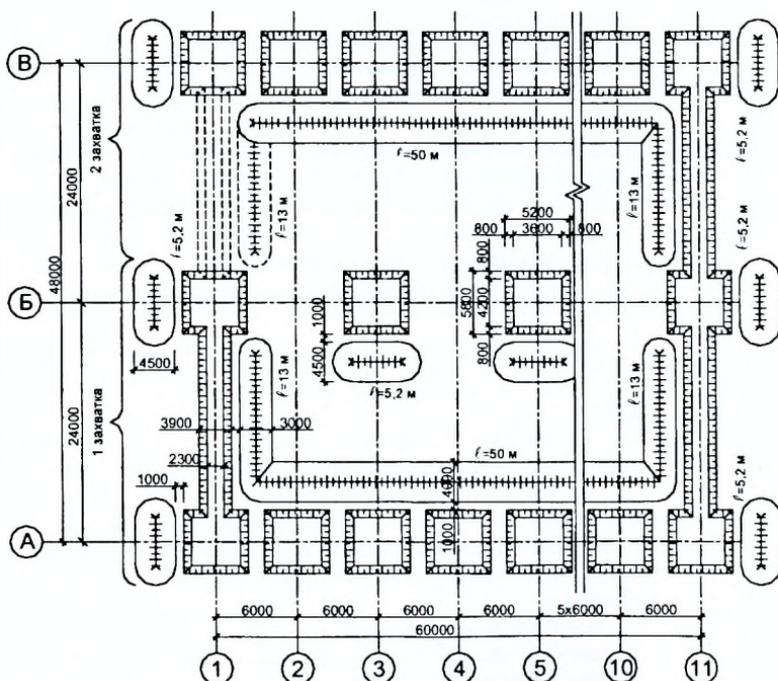
Для уплотнения бетонной смеси при устройстве ленточных фундаментов используются глубинные вибраторы (см. [7, 10] или табл. П4.3, 4.4). Более предпочтительными являются электрические глубинные вибраторы с гибким валом (см. табл. П4.3).

Шаг расстановки глубинных вибраторов не должен превышать 1,5 радиуса их действия.

Наибольшая толщина укладываемого слоя при использовании ручных глубинных вибраторов не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора.

### 4.4.5. Выбор вспомогательных машин для выполнения земляных работ

#### 4.4.5.1. Определение размеров кавальеров



**Рисунок 4.4.25 - Схема размещения кавальеров и разбивки на захватки**

Производится в следующем порядке:

Разрабатывается план размещения кавальеров (см. рис. 4.4.25), при этом кавальеры располагают от бровки на расстоянии, определяемом по выражению:

$$D = \max \left\{ 0,5 \left\{ F - m \cdot h_k \right\}, M \right\} \quad (4.4.96)$$

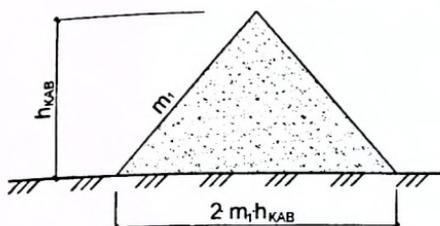


Рисунок 4.4.26 - Схема сечения кавальеров треугольной формы

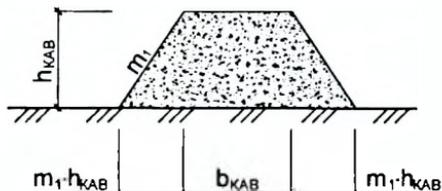


Рисунок 4.4.27 - Схема кавальеров трапециевидной формы

На основании разработанного плана устанавливается общая длина кавальеров  $L_{КАВ}$ .

Задавшись треугольной формой сечения кавальеров (рис. 4.4.26) определяем их требуемую высоту по выражению:

$$h_{КАВ} = \sqrt{\frac{V_{КАВ} \cdot K_P}{L_{КАВ} \cdot m_1}}, \text{ м.} \quad (4.4.97)$$

где  $V_{КАВ}$  – объем кавальеров,  $\text{м}^3$ ;

$K_P$  – коэффициент разрыхления грунта (см. табл. П 4.5);

$L_{КАВ}$  – длина кавальеров, м;

$m_1$  – коэффициент откоса временных насыпей (см. табл. П 4.6).

Объем кавальеров при условии отсыпки грунта при разработке недобора на бровку котлованов и траншей принимается равным объему обратной засыпки пазух:

– в случае кавальеров, устраиваемых отдельно напротив каждого из котлованов:

$$V_{КАВ} = V_{ОБР}^K \cdot \mathcal{M}^3; \quad (4.4.98)$$

– в случае сплошных кавальеров, устраиваемых напротив котлованов:

$$V_{КАВ} = V_{ОБР}^{K,O} \cdot \mathcal{M}^3; \quad (4.4.99)$$

– в случае сплошных кавальеров, устраиваемых напротив траншей под столбчатые фундаменты:

$$V_{КАВ} = V_{ОБР1}^{TP,O} \cdot \mathcal{M}^3; \quad (4.4.100)$$

– в случае сплошных кавальеров, устраиваемых напротив траншей под ленточные фундаменты:

$$V_{КАВ} = V_{ОБР2}^{TP,O} \cdot \mathcal{M}^3. \quad (4.4.101)$$

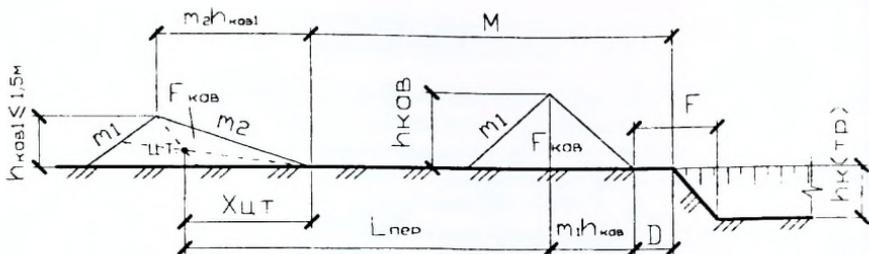
При  $h_{КАВ} > 2,5 \dots 3$  м следует принять трапециевидную форму сечения кавальеров (рис. 4.4.27).

В этом случае, задавшись высотой кавальеров  $h_{КАВ} = 2,5 \dots 3$  м, определяют их ширину по верху  $b_{КАВ}$  по выражению:

$$h_{КАВ} = \frac{V_{КАВ} \cdot K_P}{L_{КАВ} \cdot h_{КАВ}} - m_1 \cdot h_{КАВ}, \text{ м.} \quad (4.4.102)$$

#### 4.4.5.2. Определение расстояния перемещения бульдозером грунта кавальеров, отсыпанных экскаватором на бровку

Если кавальеры затрудняют производство железобетонных и монтажных работ, целесообразно выполнить их перемещение на расстояние от бровки  $M = 6 \dots 12$  м, обеспечивающее нормальные условия выполнения указанных работ.



**Рисунок 4.4.28 - Схема к определению расстояния перемещения кавальеров  $L_{\text{пер}}$**

При расположении перемещенных кавальеров напротив отсыпанных экскаватором (рис. 4.4.28) расстояние перемещения  $L_{\text{пер}}$  кавальеров можно найти по формуле:

$$L_{\text{пер}} = M + X_{\text{цт}} - D - m_1 \cdot h_{\text{ков}}, \text{ м}, \quad (4.103)$$

где  $M$  – расстояние от перемещенного кавальера до бровки,  $m$ ;  $X_{\text{цт}}$  – расстояние от обращенного к выемке края перемещенного кавальера до его центра тяжести,  $m$ ;  $D$  – расстояние от бровки до кавальеров, отсыпанных экскаватором, определяемое по выражению (4.4.96),  $m$ .

Высота перемещенного кавальера  $h_{\text{ков}}$  определяется из условия равенства площадей поперечного сечения отсыпанного и перемещенного кавальеров, при этом  $m_2$  принимается по табл. П2.3.

Положение центра тяжести перемещенного кавальера определяется методом статических моментов [11].

После устройства фундаментов производится обратная засыпка пазух экскаватором грейфер, при этом грунт кавальеров перемещается к котловану бульдозером. Расстояние перемещения грунта в этом случае можно принимать равным расстоянию перемещения грунта, найденному по выражению (4.103), однако при этом сложно обеспечить сплошную отсыпку грунта пазух, так как экскаватор придется располагать за пределами перемещенных для засыпки кавальеров.

Для упрощения выполнения работ между перемещенными кавальерами и бровкой котлована следует оставить расстояние (4...6 м), достаточное для свободного прохода между ними экскаватора "грейфер".

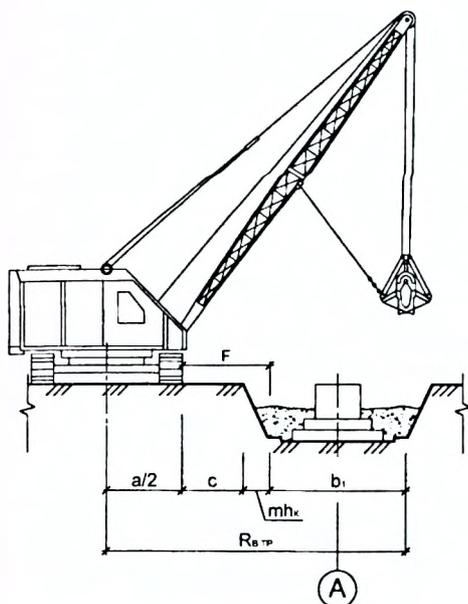
В этом случае ориентировочное расстояние обратного перемещения грунта подсыпки из кавальеров можно принять равным:

$$L_{\text{пер}} = M - (4...6), \text{ м}. \quad (4.104)$$

Подбор бульдозера для перемещения кавальеров производится на основании наибольшего из расстояний, найденных по формулам (4.103; 4.104) с использованием методики, изложенной в [11], раздел 7.2.

#### 4.4.5.3. Выбор машин для обратной засыпки пазух

Обратную засыпку грунта пазух целесообразно производить одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием "обратная лопата", "драглайн" или "грейфер". Предпочтение следует отдавать экскаватору "грейфер", обладающему большим радиусом выгрузки и обеспечивающему высокую точность подачи грунта.



**Рисунок 4.4.29 - Схема к определению  $R_{в.тр}$  для экскаватора с грейферным ковшом**

Возможно также использование грейферного ковш, который подвешивается в качестве сменного оборудования к крюку монтажного крана, или ленточных конвейеров.

Если стоянка экскаватора и точка отсыпки расположены на прямой, перпендикулярной бровке откосов,  $R_{в.тр}$  определяется по формуле (рис. 4.4.29):

$$R_{в.тр} = \frac{a}{2} + e_1 + \max\left\{ \frac{C + m \cdot h_k}{F} \right\}, \text{ м.} \quad (4.4.105)$$

где  $b_1$  – расстояние от подошвы откоса до максимально удаленной точки отсыпки грунта, м. В остальных случаях  $R_{в.тр}$  целесообразно определять графическим способом.

Подбор конкретной марки экскаватора грейфер производится по Е2-1-15, табл. 1 или табл. П 4.7, 4.8. Подбор экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн" выполняется по табл. П 3.7, 3.8.

По возможности следует принимать экскаватор, которым выполняется разработка котлована.

#### **4.4.5.4. Выбор машин и механизмов для уплотнения грунта пазух**

Технология устройства обратных засыпок подробно описана в [23, 24].

Существует два основных способа уплотнения грунта пазух и подсыпки:

- поверхностный;
- глубинный.

Технологические операции при поверхностном уплотнении грунта обратных засыпок выполняются в следующем порядке: послыпная отсыпка, разравнивание и уплотнение грунта.

Поверхностное уплотнение грунта может производиться укаткой, трамбованием, вибрацией или комбинированными способами, например, вибротрамбованием. Укатку грунта пазух производят в случае, если позволяют размеры пазух, при этом подбор машин осуществляется по [11], табл. 10.1, 10.2.

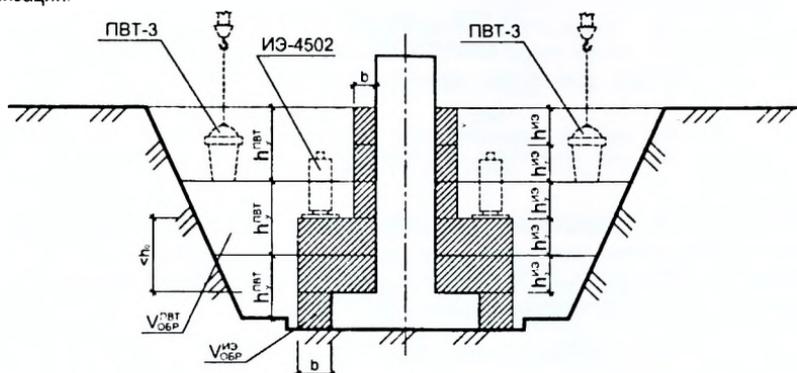
Применяемые для поверхностного уплотнения грунта обратных засыпок трамбованием и вибрацией машины и механизмы приведены в [23, 24] или табл. П 4.9.

Предпочтение при выборе уплотняющих машин и механизмов следует отдавать подвесным вибротрамбовкам (для любых грунтов) или самопередвигающимся виброплитам (несвязные грунты).

При уплотнении грунта минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций  $b_0$  и толщина отсыпаемого слоя грунта над конструкциями  $h_0$  (рис. 4.4.30) принимаются в зависимости от соотношения масс уплотняющих машин и механизмов  $m$  и массы 1 м длины ленточного фундамента или общей массы отдельно стоящего фундамента  $M$  по [24] или табл. П 4.10.

Для обеспечения сохранности фундаментов засыпаемый вокруг них на расстоянии  $b_c$  и  $h_0$  грунт засыпки объемом  $V_{из}$  (рис. 4.4.30) следует уплотнять ручными электротрамбовками.

Послойное разравнивание грунта может выполняться малогабаритными бульдозерами, экскаваторами-планировщиками или вручную, если затруднительно применение средств механизации.



**Рисунок 4.4.30 - Схема уплотнения грунта пазух электротрамбовками и подвесной вибротрамбовкой**

Объем работ по разравниванию грунта пазух вручную определяется площадью разравнивания, которая определяется по выражению.

$$F_p = \frac{V_{из}}{h_y}, \text{ м}^2, \quad (4.4.106)$$

где  $V_{из}$  – объем засыпаемого грунта, м<sup>3</sup>;

$h_y$  – толщина уплотняемого слоя, м (см. [23,24] или табл. П 4.9).

При определении площади разравнивания для грунта, уплотняемого электротрамбовками,  $V_{из} = V_{обп}^{из}$ , а для остального грунта засыпки  $V_{из} = V_{обп}^{пвт} = V_{обп} - V_{обп}^{из}$ .

Глубинное уплотнение грунта можно выполнять:

- гидровиброустановками С-629 (см. [23], с. 25...28);
- подвесным глубинным вибратором ВУУП-4 (см. [24], с. 21...22);
- пневмопробойниками ИП-4603, СО-134 (см. [24], с. 20...21, рис. 6);
- станками ударно-канатного бурения БС-1М (см. [24], с. 22,28);
- винтовыми рабочими органами.

Основные технические характеристики оборудования для глубинного уплотнения приведены в [24], с. 27.28 или табл. П 4.11.

При использовании гидровиброустановки (для несвязных грунтов) гидровибратор устанавливается в вертикальное положение над точкой уплотнения отсыпанного грунта, включают электродвигатель и подают воду под давлением в нижнее отверстие. Под действием собственной массы гидровибратор погружается в грунт. На требуемой глубине погружения прекращают подачу воды в нижнее сопло и подают ее в верхние сопла. Гидровибратор извлекают через 30...120 с на высоту 0,4...0,5 м. Образовавшаяся воронка после уплотнения грунта засыпается бульдозером и уплотняется.

При использовании пневмопробойников и станков ударно-канатного бурения работы выполняются в следующей последовательности:

- отсыпается грунт на указанную в проекте глубину;
- поверхность отсыпанного грунта разравнивается;
- формируются вертикальные скважины на всю глубину отсыпки;
- скважины засыпаются грунтом с послойным его уплотнением.

Засыпка вертикальных скважин производится местным грунтом.

Расстояния между осями скважин или точками погружения гидровибратора назначаются по [24], табл. 8.

#### **4.4.6. Определение производительности ведущих машин**

##### **4.4.6.1. Определение производительности скреперов и бульдозеров**

Определение производительности бульдозеров и скреперов производится по методике, изложенной в [11], с. 28...41.

##### **4.4.6.2. Определение производительности одноковшовых экскаваторов**

Производительность одноковшовых экскаваторов определяется по формуле:

$$P_{ЭМ} = \frac{60 \cdot q \cdot t_{СМ} \cdot K_E \cdot K_B}{T_{ц}}, \text{ м}^3 / \text{с.м.} \quad (4.4.107)$$

где  $K_E$  – коэффициент использования емкости ковша (см. табл. П5.1);

$K_B$  – коэффициент использования по времени (см. [12], прил. 3 или по табл. П 5.2);

$T_{ц}$  – время одного цикла работы экскаватора, мин (см. табл. П 5.3.)

Коэффициент использования емкости ковша можно также определить по формуле:

$$K_E = \frac{K_{нл}}{K_p}, \quad (4.4.108)$$

где  $K_{нл}$  – коэффициент наполнения ковша (см. [19]).

$K_p$  – коэффициент разрыхления грунта (см [19] или табл. П 4.5).

Если для принятого экскаватора не соблюдается условие наполнения ковша "с шапкой" за одно черпание, рассчитанную производительность следует уменьшить путем ее деления на поправочный коэффициент  $K_1=1,1$ .

При параллельной работе экскаватора в транспорт и навывет производительность экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн" определяется два раза:

- при разработке грунта в транспорт;
- при разработке грунта навывет.

Кроме того, для экскаватора со сменным оборудованием "обратная лопата" определяется производительность отдельно при разработке котлованов и разработке траншей.

Найденные по формуле (4.4.107) производительности  $\Pi_{ЭСМ}$  необходимо сравнить с нормативной производительностью  $\Pi_{ЭСМ}^*$ , при этом разница между ними  $\Delta$  не должна превышать 10%.

$$\Delta = \frac{\Pi_{ЭСМ} - \Pi_{ЭСМ}^*}{\Pi_{ЭСМ}^*} \cdot 100\% \leq 10\% \quad (4.4.109)$$

$$\Pi_{ЭСМ}^* = \frac{E \cdot L_{СМ}}{H_{МВР} \cdot K_T}, \text{ м}^3/\text{с.м} \quad (4.4.110)$$

$H_{МВР}$  принимается по Е2-1-8 (прямая лопата), Е2-1-11 и Е2-1-13 (обратная лопата), Е2-1-10 (драглайн).

#### 4.4.7. Подбор и расчёт транспортных средств

##### 4.4.7.1. Подбор транспортных средств для транспортирования грунта

###### А. Подбор транспортных средств по рабочим параметрам

Транспортирование (перемещение грунта) может производиться:

- грейдерами – при  $L$  до 20 м;
- бульдозерами – при  $L$  до 100...150 м;
- скреперами – при  $L$  до 3...5 км;
- тракторным транспортом – при  $L$  более 0,5 км;
- автомобильным транспортом (чаще автосамосвалами) – при  $L$  более 0,5 км.
- гидромеханизированным способом.

При разработке грунта экскаваторами его транспортирование чаще всего производится тракторным транспортом и автосамосвалами, реже – скреперами и бульдозерами.

Подбор автосамосвалов производится в следующем порядке:

По [19] или по табл. П 6.1 в зависимости от ёмкости ковша экскаватора и дальности транспортирования грунта  $L$  устанавливаем рациональную грузоподъёмность автосамосвалов  $P_{ТР}^P$ , т.

По [19] или табл. П 6.2 принимаем, исходя из  $P_{ТР}^P$ , конкретный автосамосвал, определив его марку, фактическую грузоподъёмность  $P_{ТР}$ , объём кузова  $V_{ТР}$ .

Определяется количество ковшей  $m_k$ , загружаемых в автосамосвал:

а) по грузоподъёмности:

$$m_{k1} = \frac{P_{ТР}}{\gamma \cdot q \cdot K_E}, \text{ шт.}, \quad (4.4.111)$$

где  $\gamma$  – плотность грунта в естественном залегании, т/м<sup>3</sup> (см. [12], с. 6...12 или табл. П 3.5);  $q$  и  $K_E$  – см. формулу (4.4.107).

б) исходя из ёмкости кузова автосамосвала  $V_{ТР}$ :

$$m_{k2} = \frac{V_{ТР}}{q \cdot K_H}, \text{ шт.} \quad (4.4.112)$$

$K_H$  следует определять по выражению:

$$K_H = K_E \cdot K_P, \text{ шт.} \quad (4.4.113)$$

$m_{k1}$  и  $m_{k2}$  округляются до целого  $m_{ТР}$  из условия, чтобы перегрузка составляла не более 5%, а недогрузка – не более 10%, т.е. чтобы соблюдалось условие:

$$0,9 \leq K_r \leq 1,05, \quad (4.4.114)$$

где  $K_r$  – коэффициент использования транспорта по грузоподъёмности.

$$K_r = \frac{m_{\text{ТР}} \cdot q \cdot K_E}{P_{\text{ТР}}}. \quad (4.4.115)$$

Для дальнейших расчётов за основу принимается количество ковшей:

$$m_k = \min\{m_{k1}; m_{k2}\}, \text{ шт.} \quad (4.4.116)$$

В случае, если  $m_{k2} \leq m_{k1}$ , можно принимать  $m_{k2} = m_{k1}$ , но при этом необходимо нарастить борта кузова для увеличения его объёма.

Если условие (4.4.114) не соблюдается, следует принять другую марку автосамосвала.

### **Б. Расчёт требуемого количества транспортных средств**

Требуемое количество транспортных средств из условия непрерывной работы экскаваторов в транспорт определяется по выражению

$$N_{\text{ТР}} = \frac{T_{\text{Ц}}}{t_{\text{Н}}}, \text{ шт.}, \quad (4.4.117)$$

где  $T_{\text{Ц}}$  – время рабочего цикла транспортного средства, мин.;

$t_{\text{Н}}$  – время загрузки транспорта, мин.

$$T_{\text{Ц}} = t_{\text{Н}} + t_{\text{ТР}} + t_{\text{ПОР}} + t_{\text{Р}} + t_{\text{М}}, \text{ мин.}, \quad (4.4.118)$$

где  $t_{\text{ТР}}$ ,  $t_{\text{ПОР}}$  – время движения гружёного и порожнего транспорта, соответственно, мин.;

$t_{\text{Р}}$  – время разгрузки транспорта, мин.;

$t_{\text{М}}$  – время маневрирования, мин.

$$t_{\text{ТР}} = t_{\text{ПОР}} = \frac{60 \cdot L}{V_{\text{СР}}}, \text{ мин.}, \quad (4.4.119)$$

где  $L$  – дальность транспортирования грунта, км;

$V_{\text{СР}}$  – средняя скорость движения транспортного средства, км/ч (см. [19] или табл. П6.3, П6.4).

$$t_{\text{Н}} = \frac{60 \cdot m_k \cdot q \cdot K_E \cdot t_{\text{СМ}}}{P_{\text{ЭКМ}}^{\text{ТР}}}, \text{ мин.}, \quad (4.4.120)$$

где  $P_{\text{ЭКМ}}^{\text{ТР}}$  – производительность экскаватора при работе в транспорт, м<sup>3</sup>/см.

$$t_{\text{Р}} = t_{\text{Р}} + t_{\text{УР}}, \text{ мин.}, \quad (4.4.121)$$

где  $t_{\text{Р}}$  – непосредственное время разгрузки транспортного средства, мин. (см. [19] или табл. П6.5);

$t_{\text{УР}}$  – время установки под разгрузку, мин. (см. [19] или табл. П6.5).

$$t_{\text{М}} = t_{\text{УН}} + t_{\text{О}} + t_{\text{ПР}}, \text{ мин.}, \quad (4.4.122)$$

где  $t_{\text{УН}}$  – время установки автосамосвала под погрузку, мин.;

$t_{\text{О}}$  – время на ожидание автосамосвала у экскаватора, мин.;

$t_{\text{ПР}}$  – время на пропуск встречного автосамосвала, мин. (учитывается только при дорогах и въездах с односторонним движением).

$t_{\text{УН}}$ ,  $t_{\text{О}}$  и  $t_{\text{ПР}}$  принимаем по [19] или табл. П6.5.

В случае отвозки части грунта из котлована (траншеи) в кавальеры, а части – в отвал (при разработке выемок одноковшовым экскаватором прямой лопатой), т.е. на разные расстояния, определяют отдельно по формуле (4.117) требуемое количество транспортных средств из условия транспортирования сначала только в кавальеры (на расстояние  $L_{\text{КАВ}}^{\text{ТР}}$ )

$N_{TP}^{KAB}$ , а затем – в отвал (на расстояние  $L$ )  $N_{TP}^{OTB}$ , после чего определяется средневзвешенное общее количество транспортных средств по выражению:

$$N_{TP}^{CF} = \frac{N_{TP}^{KAB} \cdot T_{KAB} + N_{TP}^{OTB} \cdot T_{OTB}}{T_{KAB} + T_{OTB}}, \quad (4.4.123)$$

где  $T_{KAB}$  – время работы экскаватора при разработке грунта, отвозимого в кавальеры, см.

$T_{OTB}$  – время работы экскаватора при разработке грунта, отвозимого в отвал, см.

При откидывании грунта недобора на откосы котлованов и траншей:

$$T_{KAB} = \frac{V_{KAB}}{P_{ЭМ}^{TP}}, \text{ см}, \quad (4.4.124)$$

$$T_{OTB} = \frac{V_{OTB}}{P_{ЭМ}^{TP}}, \text{ см}, \quad (4.4.125)$$

где  $V_{KAB}$  – объем отвозимого в кавальеры грунта, м<sup>3</sup>;  $V_{OTB}$  – общий объем отвозимого в отвал грунта, м<sup>3</sup>;  $P_{ЭМ}^{TP}$  – производительность экскаватора при разработке грунта в транспорт, м<sup>3</sup>/см.

При разработке грунта экскаватором "прямая лопата" количество транспортных средств, полученное по формулам (4.4.117), в случае отвозки грунта только в отвал, и (4.4.123), в случае отвозки грунта в кавальеры и в отвал, округляется до целого числа  $N_{TP}^{OK}$  из условия, чтобы коэффициент выполнения норм находился в пределах  $K_n=0,9 \dots 1,15$ .

$$K_n = \frac{N_{TP}^{CF}}{N_{TP}^{OK}} = \frac{N_{TP}}{N_{TP}^{OK}} \quad (4.4.126)$$

При параллельной работе экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн" в транспорт и навывет (отсыпка грунта в кавальеры) требуемое количество транспортных средств, определяемое по формуле (4.4.117), подлежит уточнению по выражению:

$$N_{TP}^1 = N_{TP} \cdot \Delta, \text{ ум.}, \quad (4.4.127)$$

где  $\Delta$  – поправка, учитывающая параллельную работу экскаватора в транспорт и навывет.

$$\Delta = \frac{T_{OTB}}{T_{OTB} + T_{НАВ}}, \quad (4.4.128)$$

где  $T_{OTB}$ ,  $T_{НАВ}$  – время работы экскаватора в транспорт и навывет, соответственно, см.

$$T_{НАВ} = \frac{V_{KAB}}{P_{ЭМ}^{НАВ}}, \text{ см}, \quad (4.4.129)$$

где  $P_{ЭМ}^{НАВ}$  – эксплуатационная сменная производительность экскаватора при работе навывет, м<sup>3</sup>/см.

Полученное по формуле (4.4.127)  $N_{TP}^1$  округляется до целого числа  $N_{TP}^{OK}$  из тех же образований, что и для экскаватора прямая лопата.

Дальность транспортирования грунта в кавальеры при разработке траншей экскаватором "прямая лопата" определяем графическим способом по методике, изложенной в [27], с.39, рис. 4.4

#### 4.4.7.2. Подбор транспортных средств для транспортирования бетонной смеси

##### А. Подбор транспортных средств по рабочим параметрам

Способ транспортирования бетонной смеси на строительную площадку зависит от расстояния от площадки до завода, вида бетонируемого сооружения, наличия транспортных средств и свойств бетонных смесей.

Процесс транспортирования включает следующие технологические операции; загрузка бетонной смеси в транспортные средства из бункера БСУ; перевозка её на объект; перегрузка в раздаточные емкости (бадья, бункера); подача и распределение бетонной смеси в блоке бетонирувания.

Бетонную смесь отличает неустойчивость свойств и склонность к быстрому ухудшению её качества, поэтому следует отдать предпочтение способам перевозки смеси с минимальным числом перегрузок.

У бетонной смеси уже в течение первых часов после её приготовления снижается подвижность, она начинает схватываться; поэтому время её транспортирования должно быть строго ограниченным. К моменту окончания укладки и уплотнения бетонная смесь должна иметь заданную подвижность, в ней не должен начинаться процесс схватывания.

Ориентировочно время транспортирования бетонных смесей на портландцементе должно быть не более:

температура бетонной смеси, °С	20-30	10-20	2-10
время транспортирования, мин	45	90	120

Наибольшее расстояние перевозки бетонной смеси зависит от допустимого времени нахождения её в пути, состояния дорог и средней скорости транспортных средств (табл.4.4.10).

Способы транспортирования бетонной смеси подразделяют на порционные (цикличные), непрерывные и комбинированные.

Порционные способы перевозки бетонной смеси выполняют в два этапа: перевозка её от завода до строительной площадки (к месту разгрузки) и подача бетонной смеси от места разгрузки к месту укладки в опалубку. На первом этапе транспортирования используют автосамосвалы, автобетоновозы, автобадьевозы, автобетоносмесители и т.д.

**Таблица 4.4.10 – Пределы расстояния доставки тяжелых бетонных смесей автомобильным транспортом**

Подвижность бетонной смеси, см	Вид дорожного покрытия	Скорость транспортирования, км/ч	Дальность доставки, км, в режиме									
			автобетоносмесителем			автобетоновозом		автосамосвалом		автобадьевозом		
			А	Б	В	Г	Д	Г	Д	Г	Д	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1...3	Жесткое (асфальтовое, асфальтобетонное и т.п.)	30	Не ограничена	120	100	45	90	30	45	25	35	
4...6				100	80	30	60	20	30	15	25	
7...9				80	60	20	40	15	22	10	20	
10...14				60	45	15	30	-	15	-	-	
1...3	Мягкое (грунтовое улучшенное)	15				12	20	7	10	5	7	
4...6						9	15	5	7	3	5	
7...9						5,5	9	4	5	2	3	
9...14						4	7	-	-	-	-	

Примечание: Данные приведены для условий: температура воздуха +20...+30°С. Температура бетонной смеси +15...+25°С.

Непрерывный способ транспортирования смеси заключается в перемещении её непосредственно от места изготовления к месту укладки на транспортерах или по трубопроводу.

При комбинированном способе сочетают порционное перемещение смеси от БСУ на объект с последующей непрерывной её подачей в блок бетонирования транспортерами или по трубопроводам.

Для доставки бетонных смесей применяют различные по своему назначению специальные автомобили: автобетоносмесители, автобетоновозы, автобадьевозы, перегружатели, а также усовершенствованные автосамосвалы.

Автобетоносмесители (табл. Пб.6) предназначены для перевозки сухих бетонных смесей и приготовления из них в пути следования готовых смесей с побуждением (дополнительным перемешиванием) их в пути, а также частично приготовленных смесей. Автобетоносмесители, как правило, используются для доставки подвижных бетонных смесей на значительные расстояния с последующей укладкой их бетононасосом.

В зависимости от вида смеси, загружаемой в барабан автобетоносмесителя, возможна его работа в трех режимах:

- при доставке сухой смеси, содержащей высушенные заполнители (влажность не более 0,2-0,5%) при перемешивании их с водой в пути за 10...20 мин до разгрузки (режим А);
- при доставке сухой смеси, содержащей влажные заполнители, или частично затворенной смеси (шрик-бетон) (режим Б);
- при доставке готовой смеси - периодическое включение барабана во время транспортирования до объекта (режим В).

Автобетоновозы (табл. Пб.7) предназначены для перевозок готовых бетонных смесей без их побуждения в пути (режим Г) на расстояния до 45 км. Автобетоновоз имеет высокий кузов каплевидной формы, закрепленный в зоне минимальной вибрации рамы базового автомобиля. Кузов имеет крышку и двойную обшивку. Угол подъема кузова до 90°.

В условиях отсутствия спецавтотранспорта допустимо применение автомобиль-самосвалов (табл.Пб.2) на коротких расстояниях при условии наращивания бортов кузова не менее чем на 400 мм, уплотнения мест примыкания заднего борта к кузову листовой резиной.

В ряде случаев возможна перевозка бетонной смеси автобадьевозами. Готовую смесь загружают в специальные бункеры (бадьи) и ставят на раму автомобиля с помощью крана.

Автобетоновозы, автомобиль-самосвалы и бадьевозы могут применяться для доставки частично затворенных бетонных смесей (режим Д) с их последующим приготовлением на строительной площадке

Небольшие порции бетонной смеси (до 0,1...0,2 м) доставляют на короткие расстояния различными автотележками, имеющими специальный опрокидной кузов.

Для совмещения функций доставки и укладки бетонных смесей автобетоносмесители снабжают навесными распределительными конвейерами длиной 6, 9 и 12 м, а автобетоновозы - лотками. Некоторые зарубежные автобетоносмесители оборудованы бетононасосами с бетоно-распределительной стрелой

### **Б. Расчёт требуемого количества транспортных средств**

Требуемое количество транспортных средств определяется по выражению:

$$N_{mp} = Q / (T \cdot \Pi_{mp} \cdot m) \cdot \text{шт.}, \quad (4.4.130)$$

где  $Q$  - суммарный объем перевозимой бетонной смеси, м<sup>3</sup>;  $T$  - продолжительность транспортирования бетонной смеси в днях (принимается равной продолжительности укладки бетонной смеси по календарному графику производства работ (см. табл. 4.5.3, 4.5.4);  $m$  - количество смен в дне;  $\Pi_{mp}$  - эксплуатационная сменная производительность транспортного средства, м<sup>3</sup>/см.

Полученное  $N_{mp}$  следует округлять до целого числа в большую сторону для предотвращения простаивающей бригады рабочих при укладке бетонной смеси.

$$N_{mp} = 60t_{см} \cdot V_{см} \cdot K_{в} / T_{ц}, \text{ м}^3/\text{см}, \quad (4.4.131)$$

где  $t_{см} = 8$  - продолжительность смены, час;

$K_{в}$  - коэффициент использования транспорта по времени ( $K_{в} = 0,8-0,9$ );

$T_{ц}$  - время одного цикла работы транспортного средства, мин.

$$V_{см} = n_{зам}^{OK} \cdot V_{см} \cdot \beta, \text{ м}^3 \quad (4.4.132)$$

где  $n_{зам}^{OK}$  - принятое количество замесов бетоносмесителя, вмещаемое в транспортное средство;  $\beta$  - коэффициент выхода бетонной смеси, определяют при расчете состава бетона в зависимости от параметров бетоносмесительных установок или принимают по табл. П6 10;  $V_{см}$  - объем смесителя на бетоносмесительном узле,  $\text{м}^3$ ;

$V_{см}$  для гравитационных бетоносмесителей можно принимать равным 100; 250; 500; 750; 1200; 1500; 2400; 3000 л (см. [10], табл. 5.17), а для бетоносмесителей принудительного действия - 250; 500; 750; 1000; 1200; 1500 л (см. [10], табл. 5.18).

$$n_{зам}^{OK} = \min(n_{зам1}; n_{зам2}) \quad (4.4.133)$$

$$n_{зам1} = V_{mc} / (V_{см} \cdot \beta), \text{ шт.} \quad (4.4.134)$$

$$n_{зам2} = P_{mp} / (V_{см} \cdot \beta \cdot \gamma), \text{ шт.}, \quad (4.4.135)$$

где  $V_{mc}$  - объем кузова транспортного средства,  $\text{м}^3$ ;  $P_{mp}$  - грузоподъемность транспортного средства, т;  $\gamma$  - плотность бетонной смеси,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

$n_{зам}$  округляются до целого  $n_{зам}^{OK}$  из условия, чтобы перегрузка составляла не более 5%, а недогрузка - не более 10%, т.е. чтобы соблюдалось условие:

$$0,9 \leq K_{г} \leq 1,05 \quad (4.4.136)$$

где  $K_{г}$  - коэффициент использования транспорта по грузоподъемности.

$$K_{г} = \frac{n_{зам}^{OK} \cdot V_{см} \cdot \beta \cdot \gamma}{P_{mp}} \quad (4.4.137)$$

$$T_{ц} = t_n + t_{cp} + t_{пор} + t_p + t_m, \text{ мин.}, \quad (4.4.138)$$

где  $t_n$  - время загрузки транспорта из бетоносмесителя, мин. (см. табл. Пб.8);  $t_{\cdot p}$  - время движения груженого транспорта, мин.;  $t_{nop}$  - время движения порожнего транспорта, мин.;  $t_p$  - время разгрузки конструкций, мин. (см. табл. Пб.8);  $t_{\cdot M}$  - время маневрирования транспорта, мин. (см. табл. Пб.8).

Время загрузки более точно можно определить по выражению:

$$t_n = \frac{V \cdot \beta}{\Pi_{\text{бс}}} , \text{ мин.} \quad (4.4.139)$$

где  $\Pi_{\text{бс}}$  - производительность смесителя бетоносмесительного узла (БСУ), м<sup>3</sup>/мин.

$$\Pi_{\text{бс}} = n_i \cdot V_{\text{см}} \cdot \beta / 60 , \text{ м}^3/\text{мин.} \quad (4.4.140)$$

где  $n_i$  - расчетное количество замесов бетоносмесителя в час с учетом конкретных условий приготовления бетона, принимаемое по табл. Пб.9.

$$t_{zp} = 60L/V_{zp} , \text{ мин.} \quad (4.4.141)$$

$$t_{nop} = 60L/V_{nop} , \text{ мин.} \quad (4.4.142)$$

где  $L$  - дальность транспортирования бетонной смеси, км;  $V_{\cdot p}$  - скорость движения груженого транспорта, км/ч (см. табл. Пб.9);  $V_{nop}$  - скорость движения порожнего транспорта, км/ч (см. табл. Пб.10).

Время разгрузки автосамосвалов более точно можно определить по выражению.

$$t_p = \frac{n_{\text{зв}}^{\text{ок}} \cdot V_{\text{см}} \cdot \beta \cdot H_{\text{сп}}^p}{100 \cdot N_p \cdot n_{\text{зв}}} 60 . \quad (4.4.143)$$

где  $H_{\text{сп}}^p$  - норма времени на разгрузку, которую следует принимать на 100 м<sup>3</sup> [12], чел.-час (см. НЗТ, сб.4, вып.1, табл.134 - далее Н4-1, т.134);  $N_p = 1$  - количество рабочих в звене, чел (см. Н4-1, т.134);  $n_{\text{зв}}$  - принятое количество звеньев, шт. (для ускорения разгрузки следует принять 2 звена).

Требуемое количество транспортных средств можно также определить по выражению:

$$N_{\text{тп}} = \frac{T}{t_y} + 1 , \text{ шт.} \quad (4.4.144)$$

где  $t_y$  - время укладки в конструкцию перевозимого за один рейс объема бетонной смеси, мин

$$t_y = \frac{n_{зам}^{ок} \cdot V_{см} \cdot \beta \cdot H_{сп}^y}{10 \cdot N_p \cdot n_m} 60 \text{ мин.} \quad (4.4.145)$$

где  $H_{сп}^y$  - норма времени на укладку бетонной смеси в конструкцию, чел.-час (см. Н4-1,

т. 124, 125);  $N_p = 2$  - количество рабочих в звене, чел. (см. Н4-1, с.84).

#### 4.4.8. Разработка складирования сборных конструкций

При монтаже сборных фундаментов одноэтажных промзданий сборные конструкции располагаются непосредственно около мест их установки.

При организации складирования (раскладки) элементов следует выполнять следующие требования:

а) конструкции должны располагаться в рабочей зоне стрелы крана, т.е. должна быть обеспечена возможность строповки конструкции;

б) раскладку конструкций следует осуществлять таким образом, чтобы в процессе их монтажа угол поворота стрелы крана в горизонтальной плоскости, изменение вылета стрелы, перемещение крана были минимальными;

в) ближе к крану располагают конструкции с большей массой;

г) раскладку конструкций следует увязывать с порядком их монтажа, особенно при складировании в штабеле или кассете элементов различных марок;

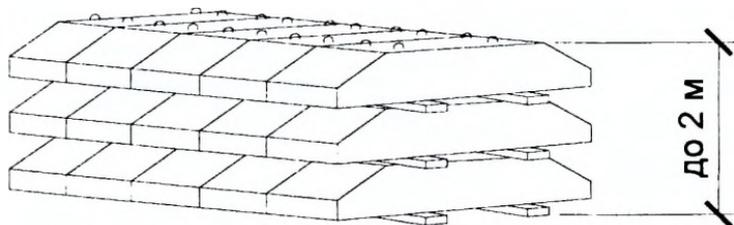
д) монтажные элементы, с целью обеспечения их сохранности, необходимо располагать на подкладках или прокладках;

е) конструкции должны быть размещены за пределами зоны, описываемой хвостовой частью крана (запас не менее 0,7...1 м).

Конструкции сборных фундаментов, рассортированные по маркам и партиям, должны храниться в штабелях на бровке за пределами призмы обрушения (см. табл. ПЗ.10). Высота штабеля фундаментных плит (рис. 4.4.31) не должна превышать двух метров, а фундаментных стеновых блоков (рис. 4.4.32) - 2,5 метра ([33], раздел 7).

Подкладки и прокладки между рядами конструкций следует устанавливать по одной вертикали в местах, указанных в рабочих чертежах на конструкции конкретных типов.

Толщина прокладок должна быть не менее 30 мм.



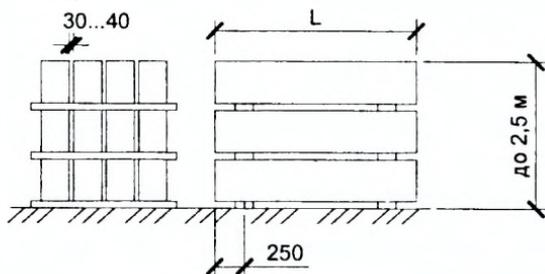
**Рисунок 4.4.31 – Схема складирования фундаментных плит в штабеле**

Подкладки под нижний ряд конструкций следует укладывать по плотному, тщательно выровненному основанию. Толщина подкладок должна быть при грунтовом основании не менее 100 мм, а при жестком - не менее 50 мм.

При складировании фундаментных стеновых блоков подкладки и прокладки следует располагать на расстоянии 25 см от края.

На приобъектном складе проходы между штабелями и кассетами назначают не менее 1 м и устраивают не реже чем через каждые два штабеля в продольном направлении и 25 м в поперечном.

Зазоры между смежными штабелями или отдельными конструкциями принимаются не менее 0,2 м.



**Рисунок 4.4.32 – Схема складирования фундаментных блоков стен подвала**

При доставке железобетонных конструкций с местных заводов или централизованных складов на объекте создают запас, рассчитанный на ведение работ в течение трех суток, а в остальных случаях - пяти суток.

#### **4.4.9. Расчет экскаваторных забоев и проходов**

##### **4.4.9.1. Расчет забоев для экскаваторов "прямая лопата"**

Расчет экскаваторных забоев производим в следующем порядке:

1. Находим рабочие параметры экскаватора:

– рабочий радиус резания:  $R_p = 0,9 \cdot R_p^{\max}$ , м (4.4.146)

– рабочий радиус выгрузки:  $R_B = 0,9 \cdot R_B^{\max}$ , м (4.4.147)

– рабочий радиус резания на уровне стоянки:  $R_{CT} = 0,9 \cdot R_{CT}^{\max}$ , м (4.4.148)

– рабочую длину передвигки  $l_n$  принимаем по табл. 4.4.11.

где  $R_p^{\max}$  – максимальный радиус резания, м;  $R_B^{\max}$  – максимальный радиус выгрузки, м;

$R_{CT}^{\max}$  – максимальный радиус резания на уровне стоянки, м.

**Таблица 4.4.11 - Рекомендуемая длина передвигки одноковшовых экскаваторов со сменным оборудованием "прямая и обратная лопата"**

Емкость ковша экскаватора в м <sup>3</sup>	Длина передвигки экскаватора в м	
	С прямой лопатой	С обратной лопатой
0,15	1	1,1
0,25	1,1	1,25
0,4	1,3	1,4
0,65	1,5	1,5
1	1,75	1,75
1,6	2	2
2,5	2,3	2,3

2. Устанавливаем ширину  $B$  участка котлована или траншеи по верху с учетом откосов.

3. Находим отношение: 
$$K_1 = \frac{B}{R_p} \quad (4.4.149)$$

4. Принимаем конкретный вид забоя для каждого из участков котлована в зависимости от  $K_1$ :

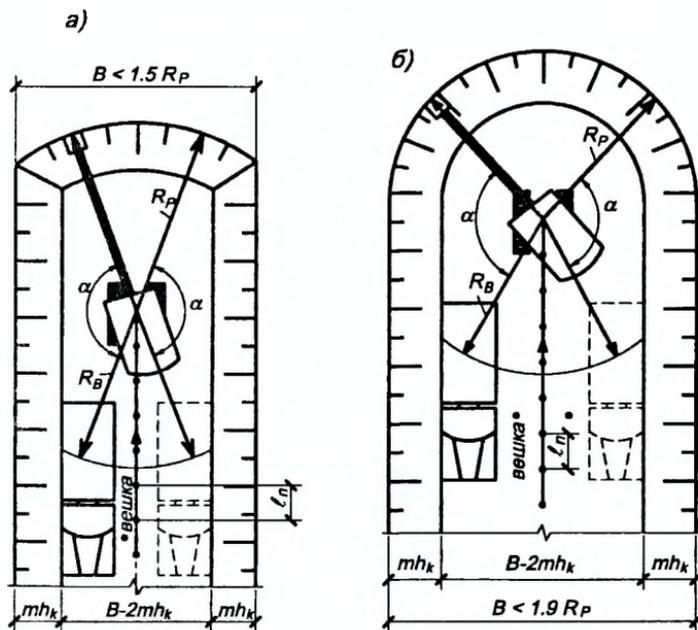
- если  $K_1 \leq 1,5$ , то принимается узкий лобовой забой, представленный на рис. 4.4.33 а;
- если  $K_1 \leq 1,9$ , то принимается нормальный лобовой забой, представленный на рис. 4.4.32 б;
- если  $K_1 \leq 2,5$ , то принимается уширенный лобовой забой с движением по зигзагу, представленный в [27] на рис. 12.1в;
- если  $K_1 \leq 3,5$ , то принимается уширенный лобовой забой с движением по поперечной схеме (в строительстве применяется редко из за большого пути движения экскаватора);
- если  $K_1 > 2,5$ , то принимается боковой забой, представленный в [27] на рис. 12.1г.

Половина максимально возможной ширины нормального лобового забоя определяется из условия полного выбора грунта при разработке выемки по формуле

$$B_1 = \sqrt{R_p^2 - e_n^2}, \text{ м.} \quad (4.4.150)$$

При этом максимальная ширина нормального лобового забоя составляет  $2B_1$ .

Вследствие большого пути передвижения экскаватора уширенный лобовой забой с движением по поперечной схеме использовать в практике строительства не рекомендуется.



а – узкий лобовой забой; б – нормальный лобовой забой

Рисунок 4.4.33 - Схемы экскаваторных забоев экскаватора "прямая лопата"

Ширина полосы (ленты), разрабатываемой за один проход при боковом забое, определяется по выражению:

$$B_1 = B_1 + B_2 - m \cdot h_k, \text{ м.} \quad (4.4.151)$$

при этом

$$B_2 = 0,7 \cdot R_{CT}, \text{ м.} \quad (4.4.152)$$

Следует отметить, что экскаватор "прямая лопата" при разработке котлованов и траншей под фундаменты одноэтажных промышленных каркасно-панельных зданий применяется редко.

#### 4.4.9.2. Расчет проходок для экскаваторов обратная лопата и драглайн

Порядок расчета аналогичен порядку расчета для экскаватора "прямая лопата".

Рабочая длина передвигки  $l$ , для экскаваторов "обратная лопата" определяется по табл. 4.4.11.

Для экскаватора "драглайн":  $l_n = \frac{L_{СТР}}{5}, \text{ м.} \quad (4.4.153)$

где  $L_{СТР}$  – длина стелы экскаватора драглайн.

При разработке котлованов экскаватором "драглайн" и "обратная лопата" с погрузкой грунта в транспорт применяются следующие виды проходок:

- если  $K \leq 1,7$  – торцовая проходка с движением по прямой (рис. 4.4.34);
- если  $K \leq 3,5$  – уширенная торцовая проходка с движением по зигзагу (рис. 4.4.35);
- если  $K > 3,5$  – боковая проходка (см. [27], рис. 12.3в).

Ширина ленты (полосы) боковой проходки (см. [27], рис. 12.3 в) определяется по выражению:

$$B_n = B_1 + B_2 - m \cdot h_k, \text{ м.} \quad (4.4.154)$$

при этом

$$B_2 = 0,85 \cdot R_p, \text{ м.} \quad (4.4.155)$$

$$B_1 = \sqrt{R_p^2 - l_n^2}, \text{ м.} \quad (4.4.156)$$

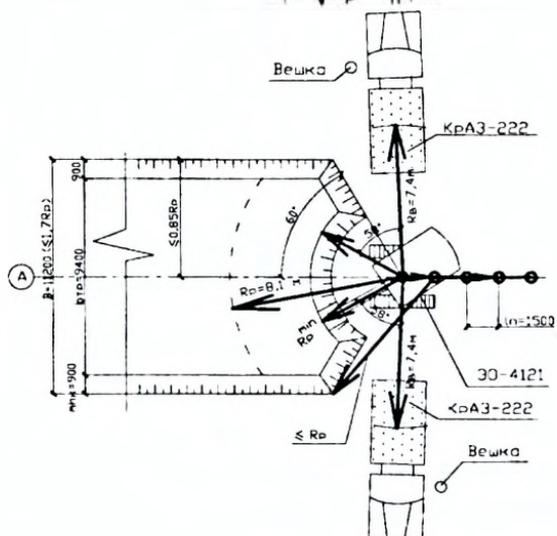


Рисунок 4.4.34 - Схема торцовой проходки с движением по прямой экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн"

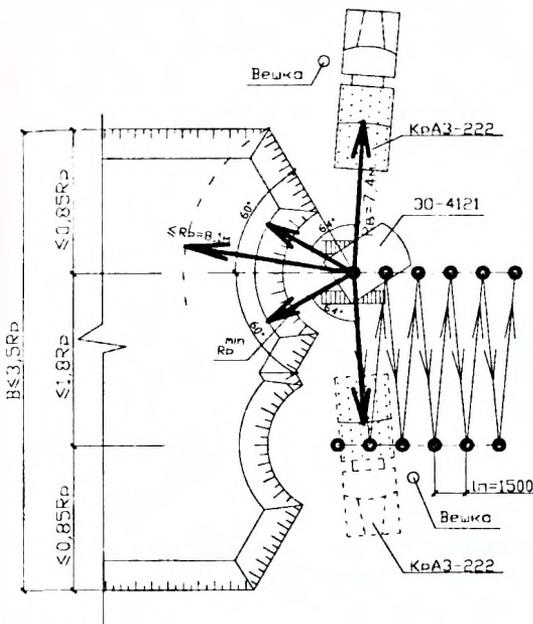


Рисунок 4.4.35 - Схемы торцевой проходки с движением по зигзагу экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн"

Как правило, при разработке котлованов и траншей под фундаменты одноэтажных промышленных каркасно-панельных зданий экскаваторами со сменным оборудованием "драглайн" и "обратная лопата" применяются торцевые проходки с движением по прямой и по зигзагу.

При этом максимальная ширина торцевой проходки с движением по прямой может быть принята равной  $V_{max}=2B_1$ , а не  $V_{max}=1,7R_p$ , однако при этом существенно увеличивается угол поворота стрелы экскаватора в плане, что приводит к снижению его производительности.

Выполним расчет проходок для траншеи шириной  $A_1 = 8,1$  м, разрабатываемой гидравлическим экскаватором "обратная лопата" ЭО-4321 с емкостью ковша  $0,65$  м<sup>3</sup> в транспорт:  $R_p^{max} = 9,1$  м;  $R_p^{min} = 7,5$  м.

$$R_p = 0,9 \cdot 9,1 = 8,2 \text{ м}$$

$$R_B = 0,9 \cdot 7,5 = 6,8 \text{ м}$$

$$l_n = 1,5 \text{ м (см. [26], табл. 20 или табл. 4.4.11).}$$

$$K_T = \frac{8,1}{8,2} = 0,99 < 1,7 - \text{принимаем торцевую проходку с движением по прямой, совпадающей с геометрической осью траншеи (см. рис. 4.4.34).}$$

В случае параллельной работы экскаваторов в транспорт и навывет должна быть обеспечена возможность отсыпки грунта кавальеров на бровку котлована, при этом максимально возможное расстояние  $B_4$  (рис 4.4.36) от оси движения экскаватора до бровки определяется по формуле

$$B_4 = B_3 - b_{KAB} - m_1 \cdot h_{KAB} - D, \text{ м.} \quad (4.4.157)$$

где  $B_3$  - максимально возможное удаление экскаватора от точки отсыпки кавальеров.

$$B_3 = \sqrt{R^2 - l_n^2} \cdot \Pi, \text{ м.} \quad (4.4.158)$$



Если  $B_4 \leq \frac{B}{2}$  и  $B - B_4 \leq B_2$ , - применяем торцовую проходку с движением по прямой, при этом ось движения экскаватора располагаем от бровки, со стороны кавальеров, на расстоянии не более  $B_4$ , но не менее  $A - A_2$  (рис. 4.4.37).

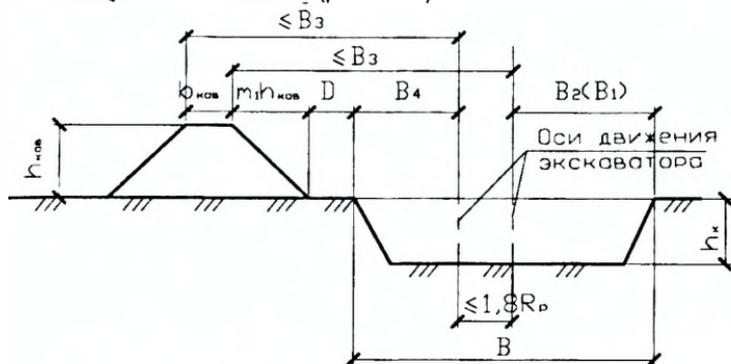


Рисунок 4.4.38 - Схема к расчету уширенной торцовой проходки с движением по зигзагу экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн" при односторонней отсыпке кавальеров в разрезе

Если  $B_4 \leq \frac{B}{2}$ ,  $B - B_4 \geq B_2$ ,  $\frac{B - B_4 - B_2}{R} \leq 1,8$ , и  $B + D + m_1 \cdot h_{кав} \leq B_3 + B_2$  - принимаем уширенную торцовую проходку с движением по зигзагу с односторонней отсыпкой кавальеров (рис. 4.4.38, 4.4.39).

маем уширенную торцовую проходку с движением по зигзагу с односторонней отсыпкой кавальеров (рис. 4.4.38, 4.4.39).

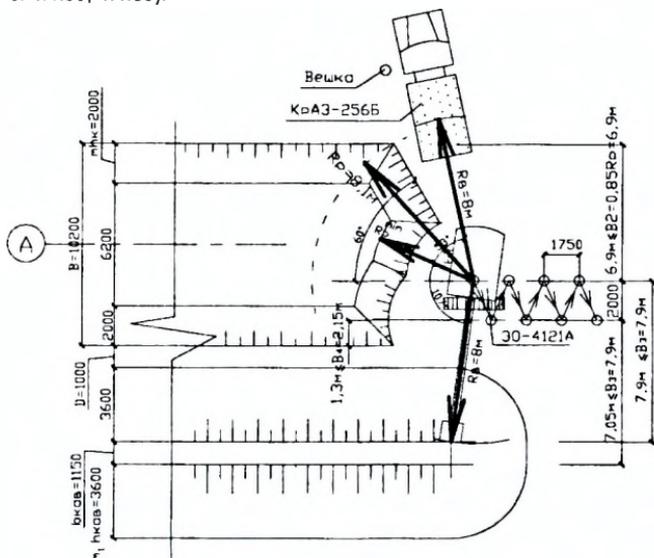


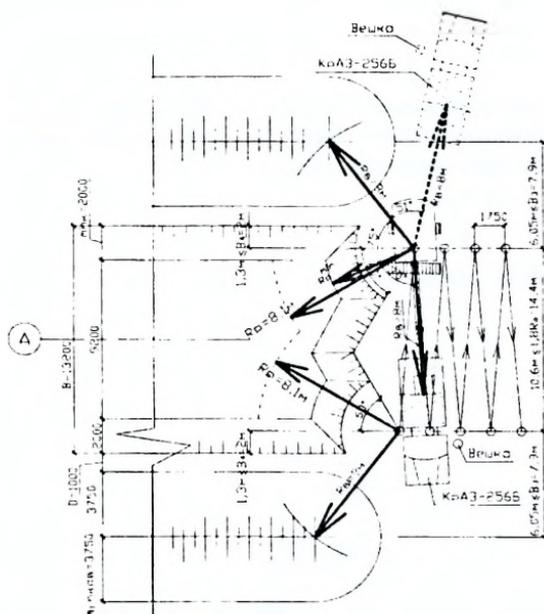
Рис. 4.4.39 - Торцовая уширенная проходка с движением по зигзагу экскаватора "обратная лопата" при отсыпке односторонних кавальеров

Если  $B_4 \leq \frac{B}{2}$ ,  $B - B_4 \geq B_2$ ,  $\frac{B - B_4 - B_2}{R_1} \leq 1.8$  и  $B + D + m_1 \cdot h_{\text{кав}} > B_3 + B_2$  - принимаем

уширенную торцовую проходку с движением по зигзагу и двухсторонней отсыпкой кавальеров (рис. 4.4.40).

Если  $B_4 \leq \frac{B}{2}$ ;  $B - B_4 \geq B_2$  и  $\frac{B - B_4 - B_2}{R_1} \geq 1.8$  - принимаем боковую проходку.

Выполним расчет проходок при разработке траншеи шириной 10,2 м по верху (рис. 4.4.37) экскаватором "обратная лопата" ЭО-4121А с емкостью ковшов 1 м<sup>3</sup> ( $R_p^{\text{max}} = 9$  м;  $R_B^{\text{max}} = 8.9$  м,  $l_p = 1.75$  м) с его параллельной работой в транспорт и навывет при односторонней отсыпке кавальеров на расстоянии 1 м от бровки с трапециевидным поперечным сечением. Кавальеры в поперечном сечении имеют следующие размеры:  $b_{\text{кав}} = 1.15$  м,  $m_1 \cdot h_{\text{кав}} = 3.6$  м;  $R_p = 0.9$ ;  $R_p^{\text{max}} = 0.9 \cdot 9 = 8.1$  м;  $R_B = 0.9$ ;  $R_B^{\text{max}} = 0.9 \cdot 8.9 = 8$  м;  
 $B_2 = 0.85 \cdot R_p = 8.1 \cdot 0.85 = 6.9$  м;  $B_3 = \sqrt{8^2 - 1.75^2} = 7.9$  м;  $B_4 = 7.9 - 1.15 - 3.6 - 1 = 2.15$  м.



**Рисунок 4.4.40 —  
Трцовая уширенная  
проходка с движением  
по зигзагу экскаватора  
«обратная лопата»  
при отсыпке  
двухсторонних  
кавальерс**

Так как  $B_4 = 2.15 < \frac{10.2}{2} = 5.1$  м;  $B - B_4 = 10.2 - 2.15 = 8.05$  м  $> B_2 = 6.9$  м;

$$\frac{B - B_4 - B_2}{R_1} = \frac{10.2 - 2.15 - 6.9}{8.1} = 0.14 \leq 1.8;$$

$B + D + m_1 \cdot h_{\text{кав}} = 10.2 + 1 + 3.6 = 14.8 = B_3 + B_2 = 7.9 + 6.9 = 14.8$  м - принимаем

уширенную торцовую проходку с движением по зигзагу, при этом ближнюю к кавальерам ось движения экскаватора располагаем от бровки, со стороны кавальеров, на расстоянии не более  $B_4 = 2.15$  м, а дальнюю от кавальеров ось движения - на расстоянии не более  $B_3 + m_1 \cdot h_{\text{кав}} = 4.3$  м от кавальеров (рис. 4.4.39).

#### 4.4.10. Определение коэффициента оборачиваемости опалубки

Коэффициент оборачиваемости опалубки определяется по формуле:

$$K_{об} = \frac{T_{оп}}{t_{оп}}, \quad (4.4.159)$$

где  $T_{оп}$  – время установки опалубки, см,

$t_{оп}$  – время нахождения в деле одного комплекта опалубки, см.

$T_{оп}$  и  $t_{оп}$  принимаются на основании календарного графика производства железобетонных работ (рис. 4.4.41...4.4.43).

В этом случае, площадь опалубки, необходимая для производства железобетонных работ, определяется по выражению:

$$F_{оп}^{TP} = \frac{F_{оп}}{K_{об}}, \quad (4.4.160)$$

где  $F_{оп}$  – общая площадь опалубки, необходимая для устройства всех фундаментов, м<sup>2</sup>;

$K_{об}$  – коэффициент оборачиваемости опалубки.

При больших объемах железобетонных работ каждый из ведущих процессов выполняется отдельным звеном, при этом работы целесообразно производить в две смены (см. рис. 4.4.40).



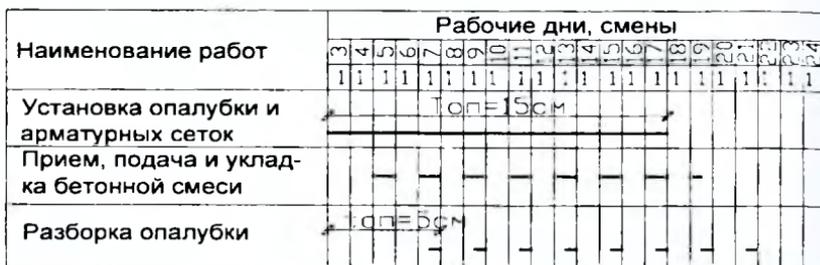
Рисунок 4.4.41 - Фрагмент календарного плана (табл. 4.5.4) на устройство монолитных столбчатых фундаментов

В соответствии с рис. 4.4.41 коэффициент оборачиваемости равен  $K_{об} = 23/8 = 2,89$ .

Для устройства монолитных столбчатых фундаментов с общей площадью опалубки 711,4 м<sup>2</sup> (см. табл. 4.5.4) необходима опалубка площадью:

$$F_{оп}^{TP} = \frac{F_{оп}}{K_{об}} = \frac{711,4}{2,89} = 246 \text{ м}^2.$$

Площадь комплекта опалубки на один фундамент составляет 18,72 м<sup>2</sup>, тогда для производства работ требуется  $246/18,72 = 13,8$  комплектов опалубки. Принимаем окончательно 14 комплектов опалубки, что необходимо учесть при составлении спецификации элементов опалубки (табл. 4.4.2).



**Рисунок 4.4.42 - Фрагмент календарного плана на устройство монолитных фундаментов при организации работ в одну смену**

Для увеличения  $K_{об}$  и уменьшения  $F_{оп}^{TP}$  можно:

- организовать выполнение работ в одну смену (рис. 4.4.42);
- поручить последовательное выполнение всех процессов (рис. 4.4.43), связанных с производством железобетонных работ, одной бригаде, рабочие которой имеют смежные специальности (плотника, арматурщика, бетонщика).



**Рисунок 4.4.43 - Фрагмент календарного плана на устройство фундаментов при последовательном выполнении всех процессов одной бригадой**

При организации работ в одну смену (рис. 4.4.42):  $K_{об} = \frac{15}{5} = 3$ .

В случае последовательного выполнения всех процессов бригадой, состоящей из 4-х человек (рис. 4.4.43):  $K_{об} = \frac{25}{6,5} = 3,85$ .

Однако увеличение  $K_{об}$  при организации работ в одну смену или при последовательном выполнении всех процессов одной бригадой приводит к увеличению продолжительности выполнения работ.

#### 4.4.11. Технология и организация производства работ

Раздел разрабатывается на основании [2,5,7...11,17...20, 22...27,39] и должен содержать:

- требования к качеству и законченности ранее выполненных (предшествующих) работ;
- схемы организации рабочих мест и выполнения технологических операций;
- наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения с указанием применяемых средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов, оборудования и исполнителей (специальность, разряд, состав звена).

В разделе должна быть отражена технология производства земляных работ, устройства монолитных железобетонных столбчатых фундаментов и монтажа сборных конструкций ленточных фундаментов с устройством монолитных участков.

Наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения оформляют в виде операционной карты (см. п. 4.4.12).

Основным организационным методом совместного производства земляных, железобетонных и монтажных работ является поточный, в основу которого положены следующие принципы:

- разделение комплекса работ по захватной схеме;
- расчленение комплекса работ на составляющие процессы и организация специализированных звеньев;
- последовательное выполнение процессов специализированными звеньями комплексных бригад постоянного состава в одинаковом темпе;
- увязка строительных процессов, выполняемых по захватной схеме, в общем потоке по возведению подземной части здания.

При отражении земляных работ необходимо привести технологию срезки растительного слоя с пятна застройки, разработки котлованов и траншей, транспортирования грунта, разработки грунта недобора с его перекидкой при ширине выемки более 2 м на бровку, зачистки дна котлованов и траншей и обратной засыпки и уплотнения грунта пазух котлованов и траншей.

При выполнении железобетонных работ приводятся способы доставки бетонной смеси на объект, ее разгрузки и подачи на рабочее место, технология установки опалубки и арматуры, укладки бетонной смеси и ее уплотнения, ухода за бетоном и разборки опалубки. При этом должна быть отражена последовательность технологических операций.

Указания по монтажу сборных конструкций ленточных фундаментов должны содержать сведения о способе монтажа фундаментных плит и стеновых блоков, применяемых монтажных машинах и грузозахватных приспособлениях, строповке и расстроповке конструкций и технологии устройства монолитных участков.

Последовательность выполнения земляных, железобетонных и монтажных работ в процессе возведения подземной части здания должна быть взаимосвязана. Описание технологических процессов должно сопровождаться поясняющими технологическими схемами, которые выводятся в графическую часть проекта.

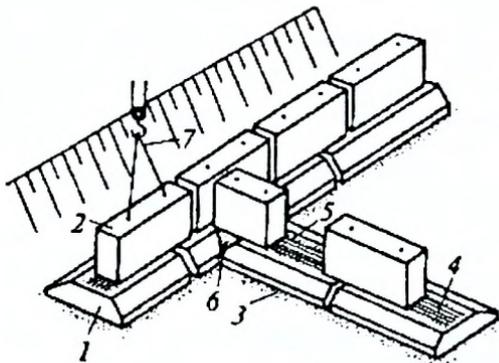
Рассмотрим в качестве примера технологию монтажа фундаментных стеновых блоков ленточных фундаментов.

До начала укладки бетонных блоков необходимо выполнить следующие работы:

- проверить правильность разбивки осей здания;
- полностью подготовить основание в соответствии с проектом (устроить, в случае необходимости, песчаную подготовку и смонтировать фундаментные плиты);
- подготовить и расположить в зоне работы крана полный комплект блоков;
- очистить блоки от грязи.

Исполнители: монтажник IV разряда (М1) - 1; монтажник III разряда (М2) - 1; монтажник II разряда (М3) - 1; машинист крана VI разряда (М) - 1. Конструкции монтируются гусеничным стреловым краном ДЭК-251, перемещающимся по бровке.

Перед монтажом плиты или блока монтажник определяет пригодность элемента по внешнему виду, очищает его и проверяет размеры. При внешнем осмотре проверяют наличие околосов и наплывов бетона, трещин, исправность монтажных петель. Фундаментные стеновые блоки стропуют за две точки при помощи четырехветвевго стропы.



- 1 - фундаментная подушка;
  - 2 - стеновой блок;
  - 3 - песчаная подготовка;
  - 4 - арматурный пояс;
  - 5 - постель из раствора;
  - 6 - заделка стыка монолитным бетоном;
  - 7 - строповка блока
- Рисунок 4.4.44 - Монтаж сборных ленточных фундаментов**

Монтаж стеновых фундаментных блоков ленточных фундаментов выполняют в следующем порядке:

- готовят основание и блоки;
- размечают места укладки блоков и укладывают их;
- заполняют стык бетонной смесью и уплотняют горизонтальный шов.

Фундаментные блоки укладывают по схеме их раскладки в соответствии с проектом, чтобы обеспечить разрывы для прокладки труб водоснабжения, канализации и других вводов (рис.4.4.44).

Непосредственно перед укладкой блока монтажники М1 и М2 размечают место укладки блока и при необходимости очищают опорную поверхность.

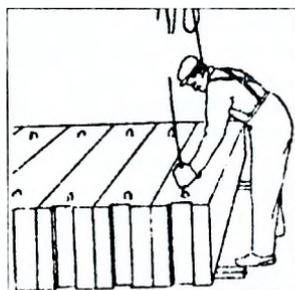
Монтажник М2 лопатой расстилает раствор по опорной поверхности, а монтажник М1 разравнивает его слоем толщиной 20-30 мм. Полосы раствора должны отстоять от граней блока на 30-40 мм (рис.4.4.45).

Монтажник М3, проверив маркировку, геометрические размеры фундаментных блоков и надежность монтажных петель, стропует блок (рис.4.4.46).

По сигналу монтажника М3 машинист М гусеничного стрелового крана ДЭК -251 поднимает блок на высоту 50-70 см. Убедившись в надежности строповки и очистив от грязи и наледи нижнюю плоскость блока, монтажник М3 подает сигнал к дальнейшему подъему и перемещению блока к котловану (рис. 4.4.47).



**Рисунок 4.4.45 - Схема устройства растворной постели**



**Рисунок 4.4.46 - Схема строповки фундаментного блока**

Машинист крана М плавно поднимает блок и подает его к месту укладки. Монтажник М3 сопровождает блок до края котлована.

Монтажники М1 и М2 принимают блок на высоте примерно 30 см над ранее уложенными и разворачивают его. По команде монтажника М2 машинист плавно опускает блок на высоту 10-15 см от опорной поверхности. Монтажники ломом рихтуют блок по отметкам и причалке, устанавливая его в проектное положение; после чего машинист опускает блок на опорную поверхность (рис. 4.4.48).

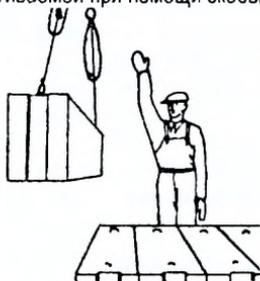
Монтажники М1 и М2 проверяют горизонтальность уложенного блока уровнем, а вертикальность граней - отвесом.

Положение блока относительно ранее уложенных проверяют по причалке, а выравнивают с помощью ломов и клиньев при натянутом стропе (рис.4.4.48). Затем монтажники освобождают строп и производят окончательную выверку уложенного блока.

Машинист крана М по сигналу монтажника М2, плавно поднимает строп и отводит стрелу к месту складирования блоков.

Монтажник М3 заполняет вертикальный стык бетонной смесью (рис. 4.4.49), а затем, подштопкой уплотняет раствор в горизонтальном шве.

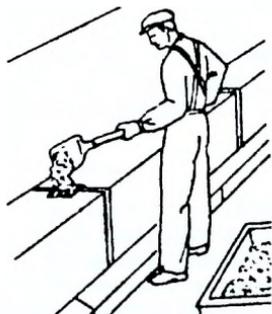
Укладку блоков начиная со второго ряда и выше производится с использованием причалки, натягиваемой при помощи скобы (4.4.50).



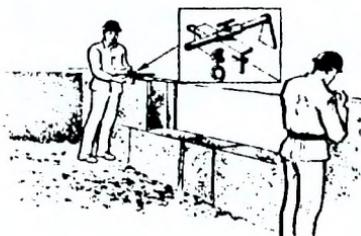
**Рисунок 4.4.47 - Схема подачи блока в зону монтажа**



**Рис.4.4.48 - Схема выверки фундаментного блока**



**Рисунок 4.4.49 - Схема заполнения бетонной смесью вертикального стыка между блоками**



**Рисунок 4.4.50 - Натягивание причалки при помощи скобы**

Установку блоков стен ленточных фундаментов следует производить, начиная с установки маячных блоков в углах здания и на пересечении осей. Маячные блоки устанавливают, совмещая их осевые риски с рисками разбивочных осей по двум взаимно перпендикулярным направлениям. К установке рядовых блоков следует приступать после выверки положения маячных блоков в плане и по высоте.

Рядовые блоки следует устанавливать, ориентируя низ по обрезу блоков нижнего ряда, верх - по разбивочной оси. При этом контролируют маячные блоки по двум взаимно перпендикулярным осям с помощью теодолита, рядовые блоки – по причалке и монтажному зазору между устанавливаемым и установленным смежными блоками.

По мере монтажа элементов фундаментных стеновых блоков ленточных фундаментов производится бетонирование монолитных участков. Для устройства монолитных участков используем деревянную щитовую опалубку с площадью щитов до 1 м<sup>2</sup>.

Непосредственно перед укладкой бетонной смеси опалубку очищают от грязи и мусора. Щели конопатятся или заделываются алебастром.

Бетонная смесь из бетоновозов СБ-113 разгружается непосредственно в поворотные бады  $q=0,36 \text{ м}^3$  и затем подается краном ДЭК-251.

Укладка бетонной смеси производится слоями 25-30 см.

Бетонная смесь уплотняется электрическими глубинными вибраторами ИВ-66.

Уплотнение бетонной смеси можно считать достаточным, если наблюдается прекращение оседания бетонной смеси, покрытия крупного заполнителя раствором, появление цементного молока на поверхности и прекращение выделения больших пузырьков воздуха.

Шаг перестановки вибраторов не должен превышать 1,5 радиуса действия.

Снятие опалубки монолитных участков можно производить через 1...2 суток, так как бетон заделок имеет простую форму и расположен между смонтированными элементами.

Операционная карта на установку стеновых фундаментных блоков представлена в табл. 4.4.12.

#### 4.4.12. Составление операционной карты

Наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения оформляют в виде операционной карты, которая оформляется в виде таблицы 4.4.12 (в таблице приведен пример для монтажа фундаментных стеновых блоков ленточных фундаментов).

**Таблица 4.4.12 - Операционная карта на монтаж рядовых фундаментных стеновых блоков ленточных фундаментов**

Наименование операции	Средства технологического обеспечения, машины, механизмы, оборудование	Исполнители	Описание операции
1	2	3	4
Подготовка рабочего места	Теодолит 3Т2КП, нивелир 3Н-2КП, ручной инструмент, растворный ящик, шнур-причалка, растворная лопата, кельма	М1,3	Монтажники устанавливают теодолиты, нивелир и раскладывают ручной инструмент вблизи фундамента на рабочем месте. По маячным блокам, ранее установленным с использованием теодолита, натягивают шнур-причалку.
Подготовка блока к монтажу	Рулетка стальная РС20, скребок, щетка, металлический складной метр	М2	Рулеткой проверяются геометрические размеры блока. Опорные поверхности блоков должны быть очищены от загрязнения, наплывов бетона. Проверяется исправность монтажных петель.

Продолжение табл. 4.4.12

1	2	3	4
Подготовка крана к монтажу	Рулетка стальная РС20, кувалда, топор, четырехветвевой строп (ПИ Промстальконструкция, №21059М-28), ДЭК-251	М2(М)	Рулеткой производится выноска оси движения крана, которая закрепляется ее на местности деревянными кольышками. На крюк крана одевается четырехветвевой строп.
Расстиление раствора на постели	Растворный ящик, растворная лопата, кельма	М1,3	На постель лопатой подается раствор, который затем разравнивается кельмой.
Строповка блока	Четырехветвевой строп 4СК1-8, оттяжка, ДЭК-251	М2(М)	Стропуют блок за две точки, заводя крюки стропов в петли блока. При этом краном натягивают стропы траверсы и убеждаются в надежности строповки.
Подъем и подача блока в зону монтажа	Четырехветвевой строп 4СК1-8, оттяжка, ДЭК-251	М1,2,3 (М)	Блок поднимают выше встречных препятствий и путем поворота стрелы в горизонтальной плоскости подают его к месту установки до уровня, превышающего постель на 0,5 м.
Установка блока	Четырехветвевой строп 4СК1-8, оттяжка, клиновые вкладыши, монтажные ломы, ДЭК-251	М1,3 (М)	По сигналу М1 машинист крана М плавно опускает блок, при этом монтажники М1,3 придерживают его, направляя к месту установки. Положение блока в процессе установки контролируют по причалке и монтажному зазору между устанавливаемым и ранее установленным смежным блоком. Необходимое перемещение блока производится монтажными ломами.
Выверка блока	Нивелир 3Н-2КЛ, правило, уровень, кувалда, четырехветвевой строп 4СК1-8, ДЭК-251	М1,3 (М)	Проверяется горизонтальность блоков по причалке и правилу с уровнем, а также визированием по ранее установленным блокам. При нарушении горизонтальности в продольном и/или поперечном направлении производится осаживание блока кувалдой.
Расстроповка блока	Четырехветвевой строп 4СК1-8, оттяжка, ДЭК-251	М1,3 (М)	Машинист крана обеспечивает слаbinу стропов, после чего монтажники вынимают крюки стропов из петель блока, тем самым, выполняя его расстроповку, и снимают оттяжки.
Заделка вертикального стыка	Ящик с раствором, кельма, растворная лопата, шуровка	М1,3	В вертикальный стык подается лопатой и кельмой раствор или мелкозернистая бетонная смесь, которые уплотняются штыкованием.
Загибание монтажных петель	Кувалда	М3	Кувалдой производится загибание монтажных петель.
Заключительные работы	Ручной инструмент, нивелир 3Н-2КЛ, теодолит 3Т2КЛ, правило, уровень, кувалда, четырехветвевой строп 4СК1-8, ДЭК-251, оттяжки, монтажные ломы, растворный ящик, шнур-причалка, растворная лопата, кельма, рулетка стальная РС20, металлический складной метр	М1,2,3 (М)	Монтажники переносят приспособления и инструменты к следующим рабочим местам и подготавливают кран к перемещению на другую стоянку.

Состав звена: монт. 4р-1 (М1); 3р-1(М2); 2р-1(М3) , Маш.6р-1(М)

В операционной карте приводится наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения с указанием применяемых средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов, оборудования и исполнителей (специальность, разряд, состав звена).

#### 4.5. Калькуляция и нормирование затрат труда

##### 4.5.1. Составление калькуляции затрат труда

Составление калькуляции осуществляем на основании найденных объемов работ по [12... 16] в форме табл. 4.5.1.

Для ведущих процессов, по которым производительность определяется расчетом, а также для отсутствующих в ЕНиР и НЗТ вспомогательных машин, производительность которых известна, норму времени  $H_{вр}$  и  $H_{мвр}$ , можно найти по выражениям:

$$H_{вр} = \frac{E \cdot t_{с.м.} \cdot N_{р.}}{П_{с.м.}}, \text{ чел.-ч,} \quad (4.5.1)$$

$$H_{мвр} = \frac{E \cdot t_{с.м.}}{П_{м.м.}}, \text{ маш.-ч,} \quad (4.5.2)$$

где  $N_{р.}$  – количество рабочих в звене, выполняющих  $i$ -й процесс, чел.

Затраты труда и машинного времени для автосамосвалов определяются по выражениям:

$$\theta_c = \frac{\theta_{зо}}{N_p^c} \cdot N_p^c \cdot N_{тр}^{OK} = T_M^{зо} \cdot N_p^c \cdot N_{тр}^{OK}, \text{ чел.-ч,} \quad (4.5.3)$$

$$T_M^c = \frac{\theta_{зо}}{N_p^c} \cdot N_{тр}^{OK} = T_M^{зо} \cdot N_{тр}^{OK}, \text{ маш.-ч,} \quad (4.5.4)$$

где  $\theta_{зо}$  – общие затраты труда на разработку грунта экскаватором, чел.-ч (принимаются из калькуляции, табл. 4.5.1);  $T_M^{зо}$  – общие затраты машинного времени на разработку грунта экскаватором, маш.-ч (принимаются из калькуляции, табл. 4.5.1);  $N_p^c$  – количество рабочих (машинистов) в звене, работающих на экскаваторе, чел;  $N_p^c$  количество шоферов в звене, работающих на одном автосамосвале, чел.

Тогда  $H_{вр}$  и  $H_{мвр}$  для автосамосвалов можно найти обратным путем по выражениям:

$$H_{вр} = \frac{\theta_c \cdot E}{V_{отв}}, \text{ чел.-ч,} \quad (4.5.5)$$

$$H_{мвр} = \frac{T_M^c \cdot E}{V_{отв}}, \text{ маш.-ч,} \quad (4.5.6)$$

где  $V_{отв}$  – объем отвозимого автосамосвалами грунта, м<sup>3</sup>.

Таблица 4.5.1 - Калькуляция затрат труда

№ пп	Обоснование	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Норма времени на единицу объема работ, чел.-ч, (маш.-ч)	Состав звена			Затраты на весь объем, чел.-ч; (маш.-ч)
						Профессия	Разряд	Количество	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									Σ

Таблица 4.5.2 - Калькуляция затрат труда

№ пп	Обоснование	Наименование работ	Ед измерения	Объем работ	Норма времени на един. чел-ч (маш-ч)	Состав звена			Затраты труда на весь объем, чел-ч (маш-ч)
						Профессия	Разряд	Количество	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Расчет	Разработка траншей под ступенчатые и ленточные фундаменты гидравлическим экскаватором "обратная лопата" в транспорт	100 м <sup>3</sup>	26,688	1,903(1,903)	Маш.	6р	1	50,8(50,8)
2	Расчет	Разработка котлованов под ступенчатые фундаменты экскаватором "обратная лопата" в транспорт	100 м <sup>3</sup>	7,096	2,262(2,262)	Маш.	6р	1	16,1(16,1)
3	Расчет	Транспортирование грунта автосамосвалами в отвал: из траншей из котлованов	100 м <sup>3</sup>	26,688 7,096	5,71(5,71) 6,806(6,806)	Шоф.	Зкл.	3	152,4(152,4) 48,3(48,3)
4	Расчет	Разработка грунта 1 гр. в карьере-котловане экскаватором "обратная лопата" в транспорт	100 м <sup>3</sup>	25,021	2,262(2,262)	Маш.	6р	1	56,6(56,6)
5	Расчет	Транспортирование грунта автосамосвалами из карьера-котлована	100 м <sup>3</sup>	25,021	6,786(6,786)	Шоф.	Зкл.	3	169,8(169,8)
6	Н2-1, т.9, п. 2-33	Доработка грунта вручную в котлованах и траншеях, гр-т 1 гр, h от 1,5 до 2 м, К=1,2	м <sup>3</sup>	96,2	1,56	Земл.	2	1	150,1
7	Н2-1, т.36, п. 2-740	Зачистка dna котлованов и траншей вручную, гр-т 1 гр.	100 м <sup>2</sup>	9,62	13,5	Земл.	3	1	129,9
8	Н2-1, т.13, п. 2-206 п. 2-216	Перекидывание грунта 1 гр вручную: - при ширине до 3 м (на одну сторону) - при ширине до 8 м (на две стороны)	м <sup>3</sup>	5 91,2	0,19 0,29	Земл.	1р	1	1 26,4
9	Е2-1-15, т.3, п.4в	Обратная засыпка пазух котлованов и траншей экскаватором "грейфер", гр-т 1 гр.	100 м <sup>3</sup>	25,983	2,4(1,2)	Маш..	6р 5р	1 1	62,4(31,2)

Продолжение табл. 4.5.2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	H2-1, т.36, п. 2-732	Разравнивание грунта 1 гр. обратной засыпки пазух вручную слоем: 0,4 м 0,8 м	100 м <sup>2</sup>	28,07 18,45	5,1	Земл.	Зр	1	143,2 94,1
11	H2-1, т.35, п. 2-715	Уплотнение грунта в пазухах электро-трамбовкой, гр-т 1 гр., hu=0,4 м	100 м <sup>2</sup>	28,07	1,9	Земл.	Зр	1	53,3
12	Расчет	Уплотнение грунта пазух подвесной вибротрамбовкой	100 м <sup>3</sup>	14,756	1,25(1,25)	Маш.	6р	1	18,4(18,4)
13	H4-1, т. 63, п. 4-331	Установка деревометаллической щитовой опалубки ступенчатых фундаментов, F до 2 м <sup>2</sup>	100 м <sup>2</sup>	7,114	45	Плотник	4 2	1 1	320,2
14	H4-1, т. 63, п. 4-335	То же, разборка	м <sup>2</sup>	7,114	25	Плотник	3 2	1 1	177,9
15	H4-1, т. 109, п. 4-484	Установка арматурных сеток Р до 0,3 т краном	100 шт.	0,76	42(10,5)	Армат. Маш.	Зр 2р 6р	1 3 1	31,9(7,98)
16	H4-1, т.134, 4-757	Прием бетонной смеси в емкости	100 м <sup>3</sup>	6,24	8,2	Бет.	2	1	51,2
17	H1, т. 11, п.1-59, 1-69	Подача бетонной смеси краном в бадьях q = 0,8 м <sup>3</sup> , H до 3 м	м <sup>3</sup>	624	0,28(0,14)	Такел. Маш.	2 6	2 1	174,7(87,4)
18	H4-1, т. 124, 4-655	Укладка бетонной смеси в ступенчатые фундаменты, V до 25 м <sup>3</sup>	10 м <sup>3</sup>	62,4	2,5	Бет.	4р 2р	1 1	156
19	H4-1, т. 63, п. 4-328	Установка деревянной щитовой опалубки монолитных участков, F до 1 м <sup>2</sup>	100 м <sup>2</sup>	0,016	60,8	Плотник	4р 2р	1 1	1
20	H4-1, т. 63, 4-332	То же, разборка	100 м <sup>2</sup>	0,016	14,9	Плотник	Зр 2р	1 1	0,24
21	H4-1, т.134, 4-757	Прием бетонной смеси в емкости	100 м <sup>3</sup>	0,0022	8,2	Бет.	2	1	0,02
22	H1, т. 11, п.1-54, 1-64	Подача бетонной смеси краном в бадьях q = 0,36 м <sup>3</sup> , H до 3 м	м <sup>3</sup>	0,22	0,6(0,3)	Такел. Маш.	2 6	2 1	0,13(0,07)

Продолжение табл 4.5.2									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
23	Н4-1, т. 125, п. 4-659	Укладка бетонной смеси в монолитные заделки шириной до 0,6 м	10 м <sup>3</sup>	0,022	3	Бет.	4р 2р	1 1	0,07
24	Н4-1, т. 134, п. 4-747	Поливка бетона водой из брандспойта (35 раз)	100 м <sup>2</sup>	15,504	4,9	Бет.	2р	1	76
25	Н4-1, т. 134, 4-757	Прием бетонной смеси в емкости	100 м <sup>3</sup>	0,912	8,2	Бет.	2р	1	7,5
26	Н1, т. 11, п. 1-59, 1-69	Подача бетонной смеси подготовки краном в бадьях $q = 0,8 \text{ м}^3$ , $H = \text{до } 3 \text{ м}$	м <sup>3</sup>	91,2	0,28(0,14)	Такел. Маш.	2р 6р	2 1	25,5(12,8)
27	Н19, т. 49, п. 19-210	Устройство бетонной подготовки под ступенчатые фундаменты толщиной 100 мм вручную	100 м <sup>2</sup>	9,12	11,5	Бет.	4 2	1 1	110,6
28	Н19, т. 48, п. 19-205	То же, песчаной подготовки под ленточные фундаменты	100 м <sup>2</sup>	0,5	10	Бет.	3	1	5
29	Н4-1, т. 6, п. 4-17 п. 4-18	Установка фундаментных стеновых блоков. Р до 0,5 т Р до 1 т	10 шт.	10 13,2	3,3(1,1) 4,5(1,5)	Монт.  Маш.	4 3 2 6	1 1 1 1	33(11) 59,4(19,8)
	Всего								2403,16(682,65)

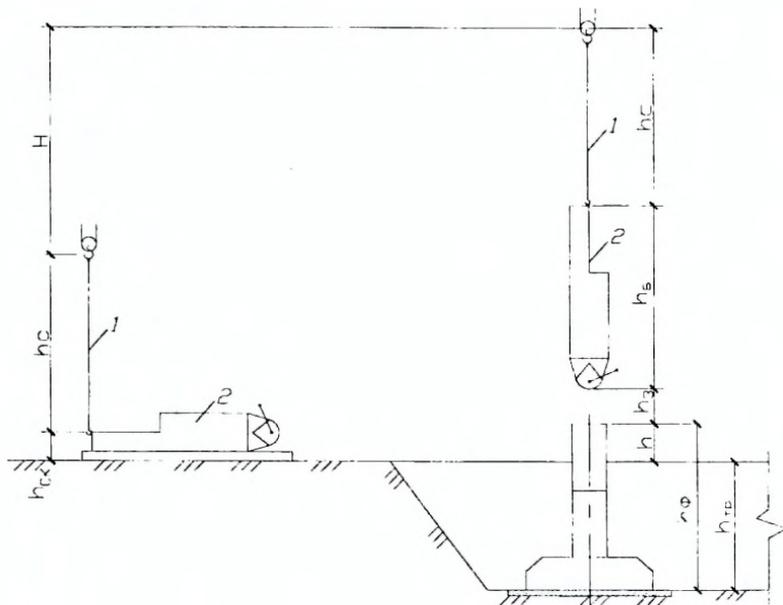
Порядок составления калькуляции следующий: а) устанавливается требуемый сборник НЗТ или ЕНиР; б) устанавливается таблица НЗТ или параграф ЕНиР, соответствующий наименованию работ (графа 2); в) уточняется наименование работ в соответствии с параграфом НЗТ или ЕНиР (графа 3); г) определяем по соответствующему параграфу НЗТ или ЕНиР единицу измерения (графа 4), норму времени  $N_{вр}$  в человеко-часах, норму машинного времени в машино-часах (графа 6) и состав звена (графы 7-9); д) записываем объем работ в единицах измерения (графа 5); е) определяем затраты труда (графа 10) в чел-час путем перемножения  $N_{вр}$  на объем работ; ж) определяем затраты в маш-час (графа 10) путем перемножения  $N_{мвр}$  на объем работ.

При монтаже конструкций автомобильными и пневмоколесными стреловыми кранами учитывается поправочный коэффициент, равный  $k = 1.1$  (см. [13], с.7, п. 1).

При нормировании подачи бетонной смеси в поворотных бадьях высота подачи определяется по выражению (рис. 4.5.1):

$$H = h + h_3 + h_{\bar{b}} - h_{СК} \quad \text{м} \quad (4.5.7)$$

где  $h_{\bar{b}}$  - высота бадьи, м;  $h_{СК}$  - расчетная высота точки строповки поворотной бадьи, лежащей на бойке, м.



**Рисунок 4.5.1 – Схема к определению высоты подачи H бетонной смеси краем в поворотных бадьях**

Пример составления калькуляции затрат труда представлен в табл. 4.5.2 (для экскаватора ЭО-4121: при разработке котлованов  $\Pi_{\text{кв}}$  = 353,6 м<sup>3</sup>/см; при разработке траншей  $\Pi_{\text{тр}}$  = 420,4 м<sup>3</sup>/см). Рассмотрим определение в табл. 4.5.2 нескольких  $N_{\text{ВР}}$  и  $N_{\text{МВР}}$ .

$$\text{При разработке котлованов: } H_{\text{ВР}} = \frac{100 \cdot 8 \cdot 1}{353,6} \approx 2,262 \text{ чел.-ч; } H_{\text{МВР}} = \frac{100 \cdot 8}{353,6} = 2,262 \text{ маш.-ч.}$$

$$\text{При разработке траншей: } H_{\text{ВР}} = \frac{100 \cdot 8 \cdot 1}{420,4} = 1,903 \text{ чел.-ч; } H_{\text{МВР}} = \frac{100 \cdot 8}{353,6} = 1,903 \text{ маш.-ч.}$$

Находим затраты машинного времени и труда при работе транспорта для отвозки грунта при разработке котлованов, при условии, что принятое количество транспортных средств  $N_{\text{тр}} = 3$  шт. и затраты машинного времени экскаватора составляют  $T_{\text{м}}^{\text{Э}} = 16,1$  маш.-ч.  $T_{\text{м}}^{\text{ТР}} = 16,1 \cdot 3 = 48,3$  маш.-ч;  $\theta_{\text{т}} = 48,3 \cdot 1 = 48,3$  чел.-ч.

#### 4.5.2. Разбивка фронта работ на захватки

Для обеспечения максимального совмещения работ, непрерывного и равномерного их выполнения с целью организации потока работ фронт работ расчленяют на отдельные монтажные участки - захватки (при необходимости).

Разбивку на захватки желательно производить таким образом, чтобы объемы работ отличались не более чем на 10%, при этом можно добиться равенства продолжительностей выполнения процессов на захватках.

В случае одноэтажных каркасно-панельных промышленных зданий за захватку чаще принимается пролет (рис. 4.4.25), однако при этом получаем захватки, неравнозначные по объемам работ, так как 1 захватка в этом случае включает 2 ряда фундаментов под колонны, а последующие захватки – по одному ряду.

В некоторых случаях возможно принятие за захватку одного ряда фундаментов под колонну, но в этом случае разбивка на захватки надземной и подземной частей здания будет отличаться, что затрудняет разработку общего календарного графика на строительство всего объекта при условии поточной организации труда.

Минимальное число захваток, на которое необходимо разбивать здание, должно приниматься не менее двух, т.к. в противном случае приходится, с целью совмещения процессов, организовывать работу в две и более смен, что приводит к существенным потерям.

#### 4.5.3. Построение календарного графика производства работ

Календарный график строится на основании ведомости расчетов к календарному графику в форме табл. 4.5.3. Графы 1-7 заполняются на основании калькуляции трудовых затрат (табл. 4.5.2).

Нормативную продолжительность определяем по формуле:

$$T_{нi} = \frac{\theta_i}{N_p \cdot n_{зв}}, \text{ см}, \quad (4.5.8)$$

где  $\theta$  – затраты труда на выполнение  $i$ -го процесса, чел.-см;  $N_p$  – количество рабочих в звене, чел;  $n_{зв}$  – принятое количество звеньев, шт.

Количество звеньев на выполнение вспомогательных процессов принимается из условия, чтобы их продолжительность не превышала продолжительности соответствующего основного процесса.

Принятую продолжительность  $T_{пр}$  получаем путем округления нормативной продолжительности до числа кратного 1 смене (реже 0,5 смены). Если одной машиной выполняется несколько процессов, то тогда до числа кратного 1 смене можно округлять общую продолжительность по выполнению данных процессов.

Процент выполнения норм находится по выражению:

$$K_{н} = 100 \cdot \frac{T_{н}}{T_{пр}}. \quad (4.5.9)$$

При пролетах здания 24 и 30 м на 1 захватке можно полностью разрабатывать котлованы и траншеи с основной отсыпкой кавальеров внутрь контура, ограниченного крайними цифровыми осями "1,11" и буквенными осями рядов столбчатых фундаментов "А, Б" (рис. 4.4.25). На 2 захватке сразу разрабатываются только котлованы (траншеи) под столбчатые фундаменты по оси "В" и одна из траншей по крайней цифровой оси "11", при этом траншея по оси "1" разрабатывается только после устройства столбчатых фундаментов по оси "Б" с заездом ведущих машин в пролет "Б-В" со стороны оси "1" (табл. 4.5.4).

Таблица 4.5.3 - Ведомость расчетов к календарному графику

№ п/п	Наименование процессов или видов работ	Единица измерения	Объем работ		Затраты труда, чел-см		Состав звена и их количество	Прим. машины и механизмы	Нормативна и принятая продолжительность, см		% выполнения норм
			1 захв.	2 захв.	1 захв.	2 захв.			1 захв.	2 захв.	
1	2	3	4		5		6	7	8	9	10
1	Разработка траншей под ступенчатые и ленточные фундаменты экскаватором "обратная лопата" в транспорт	100 м <sup>3</sup>	13,344	13,344	3,18	3,18	Машинист 6р-1	Э0-4121	5,19/ 5	3,18/ 3	104,6
2	Разработка котлованов под ступенчатые фундаменты экскаватором "обратная лопата" в транспорт	100 м <sup>3</sup>	7,096	-	2,01	-	Машинист 6р-1	Э0-4121			
3	Транспортирование грунта автосамосвалами из котлованов и траншей под ступенчатые и ленточные фундаменты в отвал	100 м <sup>3</sup>	15,194	9,827	15,57	9,54	Шоф.Зкл-1, 3 зв	КрА3-222	5,19/ 5	3,18/ 3	104,6
4	Разработка грунта в карьере-котловане экскаватором "обратная лопата" в транспорт	100 м <sup>3</sup>	15,194	9,827	4,3	2,78	Машинист 6р-1	Э0-4121	4,3/4	2,78/3	101,1
5	Транспортирование грунта автосамосвалами из траншей под ступенчатые и ленточные фундаменты в отвал	100 м <sup>3</sup>	20,44	13,344	12,9	8,34	Шоф.Зкл-1, 3 зв	КрА3-222	4,3/4	2,78/3	101,1
6	Доработка с перекидыванием и зачистка дна: котлованов траншей	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup>	19,2 38,5	- 38,5	7 15,7	- 15,7	Земл.2р-1, 3зв.	-	11,3/11	7,7/8	100
7	Устройство подготовки: бетонной песчаной	100 м <sup>2</sup>	5,52 0,25	3,6 0,25	10,9 0,31	7,1 0,31	Бет.4р-1,2р-1, Маш.6р-1	ДЭК-251			
8	Установка дерево-металлической щитовой опалубки ступенчатых фундаментов	м <sup>2</sup>	430,6	280,8	24,2	15,8	Плотник 4р-1,2р-1	-	13,31/14	8,69/9	95,7
9	Установка арматурных сеток Р до 0,3 т краном	Шт.	46	30	2,41	1,57	Армат.3р-1, 2р-1, Маш.6р-1	ДЭК-251			



Таблица 4.5.4 – Календарный график производства работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. измер.	Объем работ	Состав звена, их ко-во	Примен. машины	Затраты труда, чел-см	Продолжительность работ, см		% вып. норм	Расписание дни, смены																		
							по нормам	принятая		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Разработка котлованов и траншей экскаватором "обратная лопата"	100 м <sup>3</sup>	33,784	Маш. 6р-1	ЭО-4121	8,37	8,37	8	104,6	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
2	Транспортирование грунта автосамосвалами в отвал	100 м <sup>3</sup>	33,784	Шоф. 3 кл-1, 3 зв	КрАЗ-222	25,11	8,37	8	104,6	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
3	Доработка с перекидыванием грунта и записка дна котлованов и траншей	м <sup>3</sup>	96,2	Земл. 2 р-1, 3 зв		38,4				[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
4	Устройство бетонной и песчаной подготовки	100 м <sup>2</sup>	9,62	Бет. 4р-1, 2р-2, Маш. 6р-1	ДЭК-251	18,62		19	100	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
5	Установка опалубки ступенчатых фундаментов	м <sup>2</sup>	711,4	Плотн. 4р-1, 2р-1		40				[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
6	Установка арматурных сеток вранчам	шт.	76	Армат. 3р-1, 2р-1, Маш. 6р-1	ДЭК-251	3,98		22	95,7	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
7	Прием, подача и укладка бетонной смеси в ступенчатые ф-ты	м <sup>3</sup>	624	Бет. 4р-1, 2р-1, маш. 6р-1	ДЭК-251	47,7		23,85	103,7	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
8	Разборка опалубки	м <sup>2</sup>	711,4	Плотн. 3р-1, 2р-1		22,3		11,15	97	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
9	Полвка бетона водой	100 м <sup>2</sup>	15,504	Бет. 2р-1		9,5		9,5	95	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
10	Установка фундаментных стеновых блоков	шт.	232	Монт. 4р-1, 3р-1, 2р-1, Маш. 6р-1	ДЭК-251	11,56		3,92	98	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
11	Устройство монолитных участков ленточных фундаментов	м <sup>3</sup>	0,22	Бет. 4р-1, 3р-1, 2р-1, Маш. 6р-1	ДЭК-251	0,18				[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
12	Обратная засыпка пазух экскаватором "грейфер"	100 м <sup>3</sup>	25,983	Маш. 6р-1, 5р-1	Э-10011Д	7,8		3,9	97,8	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
13	Разреживание грунта обратной засылки пазух	100 м <sup>2</sup>	46,52	Земл. 2р-1, 9 зв		29,6		4,03	100,8	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
14	Уплотнение грунта пазух электротрамбовками	100 м <sup>2</sup>	28,07	Земл. 3р-1, 9 зв	ИЗ-4502	6,71				[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
15	Уплотнение грунта пазух подвесной вибротрамбовкой	100 м <sup>3</sup>	14,756			2,31		2,31	92,4	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
16	Разработка грунта в карьере-котловане экскаватором "обратная лопата"	100 м <sup>3</sup>	25,021	Маш. 6р-1	ЭО-4121	7,08		7,08	101,1	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		
17	Транспортирование грунта автосамосвалами из карьера-котлована	100 м <sup>3</sup>	25,021	Шоф. 3 кл-1, 3 зв	КрАЗ-222	21,24		7,08	101,1	[Горизонтальная линия с датой начала и окончания]																		

При небольших пролетах здания 12 и 18 м на 1 захватке можно полностью разрабатывать котлованы и траншеи с основной отсыпкой кавальеров внутрь контура, ограниченного крайними цифровыми осями и буквенными осями рядов столбчатых фундаментов. На 2 захватке разработка котлованов и траншей производится с основной отсыпкой кавальеров внутрь контура, ограниченного крайними цифровыми осями и буквенными осями рядов столбчатых фундаментов только после устройства столбчатых фундаментов на 1 захватке.

Возможен также вариант, когда котлованы или траншеи под каждый последующий ряд столбчатых фундаментов разрабатываются только после устройства столбчатых фундаментов по предыдущему ряду. При этом траншеи под ленточные фундаменты на захватке разрабатываются после устройства столбчатых фундаментов на данной захватке или после устройства всех столбчатых фундаментов. Если продолжительность вспомогательного процесса в 2 и более раз меньше продолжительности основного процесса, то при выполнении основного процесса в две смены вспомогательный процесс целесообразно выполнять в одну смену (например, процесс разборки опалубки в табл. 4.5.4).

В табл. 4.5.1, 4.5.2, 4.5.4 приведен пример калькуляции затрат труда и календарного графика на производство работ нулевого цикла для одноэтажного каркасно-панельного здания со следующими параметрами: грунт – суглинок, дальность транспортирования грунта – 2,3 км, длина здания – 84 м, количество пролетов – 2, величина пролета – 24 м, шаг крайних колонн – 6 м, шаг средних колонн – 12 м, глубина залегания подошвы фундаментов – 1,8 м.

#### **4.5.4. Определение технико-экономических показателей технологической карты**

##### **А. Продолжительность выполнения работ, см**

Продолжительность производства монтажных и каменных работ принимается в соответствии с календарным графиком производства работ (см. табл. 4.5.4).

##### **Б. Трудоемкость единицы объема работ, чел-см/Е**

$$\theta_c = \sum \theta_i / P_o, \quad (4.5.10)$$

где  $\sum \theta_i$  - затраты труда при выполнении  $i$ -х процессов, связанных с производством земляных, железобетонных и монтажных работ, чел-см;

$P_o$  – общий объем работ в единицах измерения (для монтажных процессов объем работ определяется общей массой монтируемых конструкций в тоннах; для земляных работ – общим объемом котлованов, траншей, недобора, песчаной подготовки в  $m^3$ ; для железобетонных работ – общим объемом бетона при бетонировании столбчатых фундаментов, монолитных участков ленточных фундаментов и устройстве бетонной подготовки в  $m^3$ ).

$$\sum \theta_i = \sum \theta_{pi} + \sum T_{mi} + \sum \theta_{mi}, \quad (4.5.11)$$

где  $\sum \theta_{pi}$  - затраты труда рабочих (землекопов, монтажников, плотников, арматурщиков, бетонщиков, такелажников), занятых на выполнении земляных, железобетонных и монтажных работ, чел-см (принимаются по табл. 4.5.2, 4.5.3);

$\sum T_{mi}$  - затраты труда машинистов кранов и других машин (растворосмесителей и т.п.) при выполнении  $i$ -х процессов, с производством земляных, железобетонных и монтажных работ, маш.-см. (принимаются по табл. 4.5.2, 4.5.3);

$\sum \theta_{pi}$  - вспомогательные затраты труда, связанные с обслуживанием строительных машин (кранов)  $i$ -го вида, чел.-см.

$$\theta_{pi} = T_{Mi} \cdot N_{Pi} = \frac{H_{впр} \cdot P_i}{t_{см}}, \quad (4.5.12)$$

где  $T_{Mi}$  - затраты машинного времени, маш.-см;  $N_{Pi}$  - количество рабочих в звене с учетом машиниста, чел.;  $H_{впр}$  - норма времени, чел.-час (берется для механизированных железобетонных и монтажных работ с учетом машиниста);  $P_i$  - объем работ по  $i$ -му процессу;  $t_{см}$  = 8 час - продолжительность смены.

$$T_{mi} = \frac{P_i}{\Pi_{эсм}} = \frac{\theta_i}{N_{Pi}} = \frac{H_{впр} \cdot P_i}{t_{см}}, \quad (4.5.13)$$

где  $\Pi_{эсм}$  - эксплуатационная сменная производительность машин по выполнению  $i$ -го процесса, ед. изм./см;  $H_{МВРi}$  - норма машинного времени для выполняемого  $i$ -го процесса, маш.-см (см. НЗТ).

$\sum \theta_{pi}$  и  $\sum T_{mi}$  можно принимать по табл. 4.5.1, 4.5.2, графа 10.

Вспомогательные затраты труда  $\sum \theta_{pi}$  учитываются по указанию руководителя проекта.

### В. Выработка на одну чел.-см, Е/чел.-см.

$$B = 1 / \theta_i, \text{ Е/чел.-см.} \quad (4.5.14)$$

Найденные технико-экономические показатели сводятся в табл. 4.5.5 и приводятся на листе графической части проекта.

**Таблица 4.5.5 - Технико-экономические показатели**

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значения показателей		
			Земляные работы	Железобетонные работы	Монтажные работы
1	2	3		4	5
1	Продолжительность работ	см			
2	Затраты труда	$\frac{\text{чел.-см}}{m(m^3)}$			
3	Выработка на 1 чел.-см	$\frac{m(m^3)}{\text{чел.-см}}$			

В качестве примера определим ТЭП на производство железобетонных работ и при исходных данных, приведенных в табл. 4.5.2, 4.5.4:

- продолжительность железобетонных работ в соответствии с календарным графиком, представленным в табл. 4.5.4, равна -  $T = 26,5$  см;

- трудоемкость единицы объема работ:

$$\sum \theta_{\text{н}} = (320,2 + 177,9 + 31,9 + 51,2 + 174,7 + 156 + 1 + 0,24 + 0,02 + 0,13 + 0,07 + 76 + 7,5 + 25,5 + 110,6)/8 = 1032,96/8 = 129,1 \text{ чел-см}; P_0 = 624 + 0,22 + 91,2 = 715,42 \text{ м}^3$$

$$\sum T_{\text{м}} = (7,98 + 87,4 + 0,07 + 12,8)/8 = 13,5 \text{ маш-см}; \theta_e = (129,1 + 13,5)/715,42 = 0,199 \text{ чел-см/м}^3$$

- выработка на 1 чел-см –  $V = 1/0,199 = 5,03 \text{ м}^3/\text{чел-см}$ .

#### 4.6. Потребность в материально-технических ресурсах

В разделе приводится информация о потребности в ресурсах, необходимых для выполнения технологического процесса.

Раздел должен содержать:

- ведомости потребности в конструкциях (табл.4.4.4), а также в материалах и изделиях (табл.4.6.1), используемых при производстве земляных, железобетонных и монтажных работ;
- перечень средств технологического обеспечения (захватных и вспомогательных приспособлений, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов и оборудования.

Перечень захватных и вспомогательных приспособлений, используемых для монтажа конструкций, приведен в табл.4.4.8. Потребность в опалубке приведена в табл. 4.4.2, а в арматурных изделиях - в табл. 4.4.3. Необходимый перечень машин, механизмов, оборудования, инструмента, инвентаря и приспособлений отдельно для земляных, железобетонных и монтажных работ составляется в форме табл.4.6.2.

При составлении табл. 4.6.1 количество и номенклатура материалов, изделий и оборудования определяются по рабочим чертежам, спецификациям или по физическим объемам работ и нормам расхода материалов (см. [28,29] или прил. 7).

**Таблица 4.6.1 - Ведомость потребности в материалах и изделиях**

№ п/п	Наименование материала, изделия	Наименование и обозначение нормативно технического документа	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5

**Таблица 4.6.2 - Перечень машин, механизмов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений**

№ п/п	Наименование	Тип, марка, завод-изготовитель	Назначение	Основные технические характеристики	Количество на звено (бригаду), шт.
1	2	3	4	5	6

#### 4.7. Контроль качества и приемка работ

Раздел выполняется на основании [5, 6, 9, 30, 32, 33, 34, 36...39] и должен содержать описание последовательности, методов и средств контроля при производстве и приемке строительно-монтажных работ.

В раздел включаются следующие подразделы:

- входной контроль поступающей продукции;
- операционный контроль на стадиях выполнения технологических операций;
- приемочный контроль выполненных работ.

Для всех видов контроля должны быть указаны:

- контролируемый показатель;
- место контроля;
- объем контроля;
- периодичность контроля;
- метод контроля и обозначение нормативно-технического документа;
- средства измерений и испытательное оборудование, марка (тип), технические характеристики (диапазон измерения, цена деления, класс точности и т.д.);
- исполнитель контроля (отдел, служба, специальность);
- документ, в котором регистрируется результат контроля (журналы работ, акты скрытых работ, протоколы испытаний и т.д.).

Оформление раздела выполняется в виде таблицы 4.7.1, в которой представлен пример контроля качества монтажа фундаментных стеновых блоков.

Виды контроля и технологических операций, на выполнение которых составляется табл.4.7.1, могут быть заданы руководителем проекта.

Предельные отклонения контролируемых параметров, объем, периодичность и метод контроля регламентируются нормативно-техническими документами (ТКП, НТД, СТБ, ГОСТ), например [6, 9, 30, 32...36, 39].

Таблица 4.7.1 - Карта контроля технологических процессов при установке фундаментных блоков

Объект контроля (технологический процесс)	Контролируемый параметр			Место контроля (отбора проб)	Периодичность контроля	Исполнитель контроля или проведения испытаний	Метод контроля, обозначение ТНПА	Средства измерений, испытаний		Оформление результатов контроля	
	Наименование	Номинальное значение	Предельное отклонение, мм					Тип, марка, обозначение ТНПА	Диапазон измерений, погрешность, класс точности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Входной контроль											
Установка фундаментных стеновых блоков	Отклонение отметок выровненного слоя песка подготовки	0	- 15	Подготовка под фундаментные блоки	Не менее 5 измерений на каждые 50-70 м <sup>2</sup> поверхности	Мастер (прораб), геодезист, комиссия	Измерительный (И), ГОСТ 26433.1-89,	Нивелир ЗН-2КП, рейка контрольная, метр складной	цена деления 1 мм	Журнал производства работ	
	Отклонения от линейного размера блоков: длина, ширина, высота	≤250 250-500 (вкл.) 500-1000(вкл.) 1000-1600(вкл) 1600-2500 (вкл)	±6 ±8 ±10 ±12 ±15	На складе	Каждый элемент	То же	И, ГОСТ 26433.1-89, СТБ 1076-97	Рулетка, линейка металлическая	цена деления 1 мм	Журнал производства работ, паспорта (сертификаты)	
	Операционный контроль										
	Смещение ориентиров и риск фундаментных блоков от разбивочных осей, мм	0	12	Уложенный в проектное положение блок	В процессе выполнения работ	Мастер (прораб), геодезист	И, ТКП 45-5.03-130-2009, ГОСТ 26433.1-89	Отвес, рулетка стальная РС 20, метр складной, теодолит ЗТ-2КП,	цена деления 1 мм	Журнал производства работ	
Отклонение швов по толщине, мм	20	±5	То же	То же	То же	То же	метр складной	цена деления 1 мм	То же		

Продолжение табл.4.7.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Установка фундаментных стеновых блоков	Отклонение отметок опорных поверхностей верха фундаментов, мм	проектная отметка	-10	То же	То же	То же	То же	Нивелир ЗН-2КП, теодолит ЗТ-2КП, рейка контрольная уровень, правило	цена деления 1 мм	То же
	Отклонение от вертикали фундаментных стеновых блоков, мм	0	12	То же	То же	Мастер (прораб), геодезист	То же	Рейка-отвес, метр складной теодолит ЗТ-2КП	цена деления 1 мм	То же
	Приемочный контроль									
Качество выполненных работ				Смонтированные из стеновых блоков фундаменты	После монтажа фундаментных блоков	Мастер (прораб), геодезист, комиссия	То же	Нивелир ЗН-2КП, теодолит ЗТ-2КП, уровень, правило, метр складной, рейка контрольная	цена деления 1 мм	Акт приемки выполненных работ

При монтаже фундаментных блоков ленточных фундаментов смещение установочных ориентиров фундаментных блоков относительно разбивочных осей не должно превышать 12 мм.

Рядовые блоки следует устанавливать, ориентируя низ по обрезу блоков нижнего ряда, верх – по шнуру-причалке (по разбивочной оси).

Установку блоков ленточных фундаментов следует производить начиная с установки маячных блоков.

К установке рядовых блоков следует приступать после выверки положения маячных блоков в плане и по высоте.

Предельное отклонение отметок выровненного слоя песка подготовки не должно превышать - - 15 мм.

Установку блоков стен необходимо выполнять с соблюдением перевязки.

Вертикальные и горизонтальные швы между блоками должны быть заполнены раствором и расшиты с двух сторон.

#### 4.8. Охрана труда и окружающей среды

Раздел на основе анализа условий труда на стройплощадке должен содержать описание безопасных методов выполнения технологических операций для всех рабочих мест, в том числе:

- конкретные решения по технике безопасности;
- схемы безопасной организации рабочих мест с указанием ограждений опасных зон, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования;
- применяемые средства индивидуальной защиты работающих и указания по их использованию;
- экологические требования к производству работ (условия сбора и удаления отходов, сохранения окружающей среды, ограничение уровня шума, пыли, вредных выбросов и др.).

Требования по охране труда, окружающей среды излагаются в соответствии с действующими правилами и нормами [3, 4, 31].

В технологической карте должны быть предусмотрены и указаны:

- а) необходимые приспособления, обеспечивающие безопасность выполнения работ;
- б) способы обеспечения устойчивости земляных сооружений;
- в) технологическая последовательность безопасного выполнения процессов;
- г) мероприятия по обеспечению безопасности рабочих;
- д) способы подъема конструкций, предупреждающие возникновение опасных напряжений в процессе их подъема;
- е) границы опасных зон машин и механизмов;
- ж) мероприятия, обеспечивающие безопасную совместную работу различных машин и механизмов;
- з) ограждение площадки от посторонних людей;
- и) средства контейнеризации и тара для перемещения штучных и сыпучих материалов, бетона раствора с учетом удобства подачи их к месту работы;
- к) технологическая последовательность установки сборных элементов в проектное положение;
- л) средства подмащивания и спуска в котлованы и траншеи.
- м) способы строповки и расстроповки конструкций;
- н) мероприятия по обеспечению безопасности монтажников при работе на высоте;
- о) направление перемещения грузов и крана;
- п) места и габариты складирования конструкций, подъездные пути.

Складированные материалы и конструкции, монтажные краны, автотранспорт, автобетононасосы, бетоноукладчики и т.д. должны располагаться за пределами призмы обрушения грунта.

При размещении на объекте монтажных кранов должны соблюдаться следующие требования:

- установка стрелового крана должна производиться так, чтобы расстояние между выступающей частью крана (при любом его положении) и строениями, штабелями конструкций было не менее 1 м;
- расстояние между радиусами действия двух кранов, установленных на одном объекте, должно быть не менее половины длины наиболее крупногабаритного груза, перемещаемого этими кранами, плюс 2...3 м.

Более подробно ознакомиться с методикой разработки данного раздела можно в [31].

## Приложения

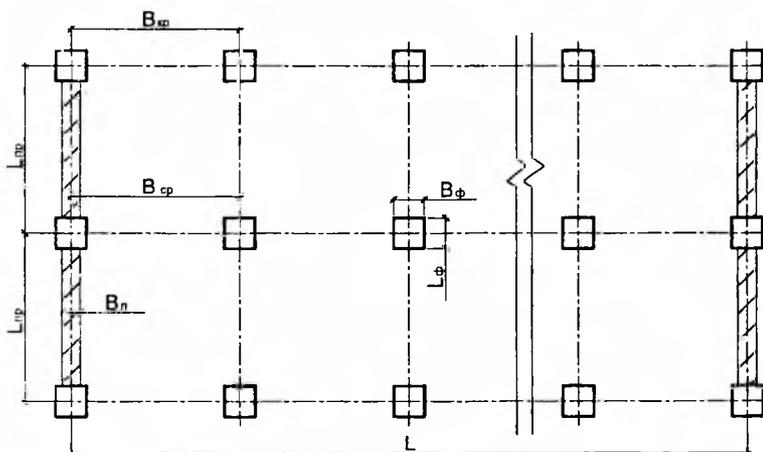
Приложение 1

### Выбор задания на курсовое проектирование

Шифр студента состоит из первых букв фамилии, имени, отчества и номера зачетной книжки.

	По первой букве шифра	По второй букве шифра			По третьей букве шифра				
		Размеры фундамента в плане под колонну		Отметка подошвы фундамента $h_{ф}, м$	Длина блока $L, м$	Пролет здания $L_{пр}, м$	Шаг крайних колонн, $B_{кр}, м$	Шаг средних колонн $B_{ср}, м$	Количество пролетов, $n$
		$L_{ф}, м$	$B_{ф}, м$						
А	П	2,2	2,4	1,2	60	18	6	6	2
Б	СП	3,4	3,6	1,5	72	24	6	6	3
В	СГ	4,6	4,8	1,8	84	30	6	6	2
Г	Г	2,0	2,3	1,2	96	18	6	12	3
Д	П	3,3	3,5	1,5	60	24	6	12	2
Е	СП	4,5	4,7	1,8	72	30	6	12	3
Ж	СГ	2,2	2,4	1,5	84	18	12	12	2
З	Г	3,4	3,6	1,8	96	24	12	12	3
И	П	4,6	4,2	2,1	60	30	12	12	2
К	СП	4,8	4,4	1,5	72	18	6	6	3
Л	СГ	4,8	4,6	1,8	84	24	6	6	2
М	Г	4,8	4,8	2,1	96	30	6	6	3
Н	П	2,7	2,4	1,5	60	18	6	12	2
О	СП	5,1	4,8	2,1	72	24	6	12	3
П	СГ	5,1	4,6	1,8	84	30	6	12	2
Р	Г	2,2	2,4	1,2	96	18	6	12	3
С	П	3,4	3,6	1,5	60	24	6	12	2
Т	СП	4,6	4,8	1,8	72	30	6	6	3
У	СГ	2,0	2,3	1,2	84	18	12	12	2
Ф	Г	3,3	3,5	1,5	96	24	12	12	3
Х	П	4,5	4,7	1,8	60	30	12	12	2
Ц	СП	2,2	2,4	1,5	72	18	6	12	3
Ч	СГ	3,4	3,6	1,8	84	24	6	12	2
Ш	Г	4,6	4,4	2,1	96	30	6	12	3
Щ	П	4,8	4,2	1,5	60	18	6	6	2
Э	СП	5,1	4,6	1,8	72	24	6	6	3
Ю	СГ	4,8	4,4	2,1	84	30	6	6	2
Я	Г	5,1	4,8	1,5	96	18	6	6	3

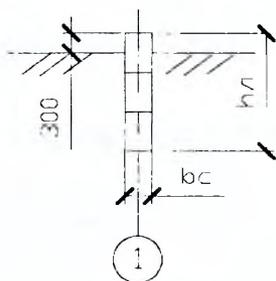
	Цифра шифра	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Последняя	Тип ленточного фундамента	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
	Ширина подушки ленточного фундамента $B_{л}$ , м	-	0,8	-	1,0	-	1,2	-	1,4	-	1,6
Предпоследняя	Ширина ленточного фундамента $B_{л}$ , м	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4
	Дальность транспортирования грунта, км	2,3	3,5	4,1	5,3	6,2	7,8	1,6	2,8	4,7	5,9



 - ленточный фундамент под кирпичную стену

Рисунок П1.1 - План фундаментов

Тип 1



Тип 2

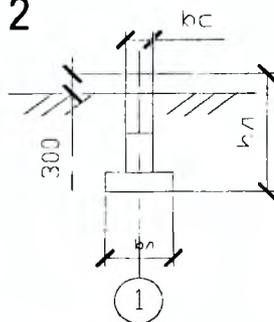


Рисунок П1.2 - Конструктивные решения ленточных фундаментов

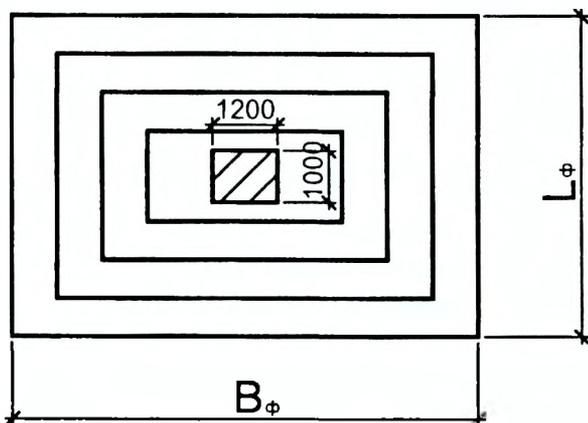
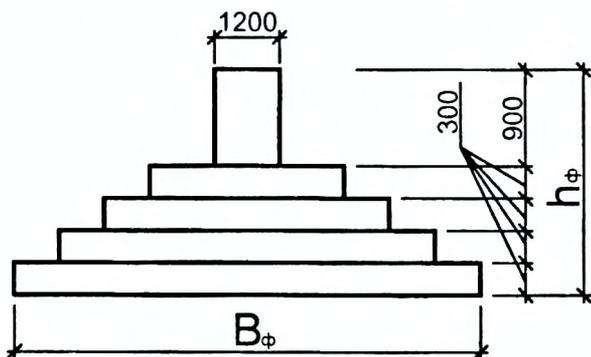


Рисунок П1.3 - Конструктивное решение фундаментов под колонны

Приложение 2

Параметры, необходимые для определения объемов работ

Таблица П2.1 - Двойная толщина крепления ( $b_{кр}$ )

№ п/п	Вид крепления	$b_{кр}$ при глубине копания, м		
		2	3	4
1	Горизонтальное и вертикальное сплошное или с прозорами	0,1	0,2	0,4
2	Шпунтовое	0,4	0,6	0,8

**Таблица П2.2 - Значения "т" для временных выемок**

Грунты	Глубина выемки до, м		
	1,5	3	5
Насыпные неуплотненные	0,67	1	1,25
Песчаные и гравийные	0,5	1	1
Супесь	0,25	0,67	0,85
Суглинок	0	0,5	0,75
Глина	0	0,25	0,5
Лессовидные	0	0,5	0,5

**Таблица П2.3 - Параметры въездов и выездов для скреперов и бульдозеров**

Тип машины	Вид движения	Угол $\gamma$ , град		Сtg $\gamma$ (м')		
		Подъем (выезд)	Спуск (выезд)	Подъем (выезд)	Спуск (выезд)	
Скрепер прицепной	порожнее	$\leq 10$	$\leq 17$	$\geq 6$	$\geq 3,3$	
	грузовое	$\leq 8,5$	$\leq 14$	$\geq 6,7$	$\geq 4$	
Скрепер самоходный	порожнее	$\leq 8,5$	$\leq 14$	$\geq 6,7$	$\geq 4$	
	грузовое	$\leq 7$	$\leq 11$	$\geq 8,3$	$\geq 5$	
Бульдозер мощностью N, л.с., до:	75	груженое	$\leq 15$	$\leq 20$	$\geq 3,7$	$\geq 2,7$
		порожнее	$\leq 20$	$\leq 20$	$\geq 2,7$	$\geq 2,7$
	100	груженое	$\leq 15$	$\leq 25...35$	$\geq 3,7$	$\geq 2,1...1,5$
		порожнее	$\leq 25...30$	$\leq 25...35$	$\geq 2,1...1,7$	$\geq 2,1...1,5$
	300	груженое	$\leq 15$	$\leq 35$	$\geq 3,7$	$\geq 1,5$
		порожнее	$\leq 25$	$\leq 35$	$\geq 2,1$	$\geq 1,5$

**Таблица П2.4 - Железобетонные плиты ленточных фундаментов (ФЛ) и блоков стен подвала (ФБС)**

Марка элемента	Размеры, мм			Масса элемента, т	Расход бетона, м <sup>3</sup>
	ширина	длина	высота		
ФЛ 6.24	600	2380	300	0,93	0,37
ФЛ 6.12		1180		0,45	0,18
ФЛ 8.24	800	2380		1,15	0,46
ФЛ 8.12		1180		0,55	0,22
ФЛ 10.30	1000	2980		1,75	0,69
ФЛ 10.24		2380		1,38	0,55
ФЛ 10.12		1180		0,65	0,26
ФЛ 10.8	1200	780		0,42	0,17
ФЛ 12.30		2980		2,05	0,82
ФЛ 12.24		2380		1,63	0,65
ФЛ 12.12		1180		0,78	0,31
ФЛ 12.8		780		0,5	0,2
ФЛ 14.30		1400	2980	2,4	0,96
ФЛ 14.24	2380		1,9	0,76	

Продолжение табл. П2.4

1	2	3	4	5	6
ФЛ 14.12	1600	1180	500	0,91	0,36
ФЛ 14.8		780		0,58	0,23
ФЛ 16.30		2980		2,71	1,09
ФЛ 16.24		2380		2,15	0,86
ФЛ 16.12		1180		1,03	0,41
ФЛ 16.8	2000	780	500	0,65	0,26
ФЛ 20.30		2980		5,1	2,04
ФЛ 20.24		2380		4,05	1,62
ФЛ 20.12		1180		1,95	0,78
ФЛ 20.8		780		1,25	0,5
ФЛ 24.30	2400	2980	500	5,98	2,39
ФЛ 24.24		2380		4,75	1,9
ФЛ 24.12		1180		2,3	0,91
ФЛ 24.8		780		1,45	0,58
ФЛ 28.24		2380		5,9	2,36
ФЛ 28.12	2800	1180	500	2,82	1,13
ФЛ 28.8		780		1,8	0,72
ФЛ 32.12		1180		3,23	1,29
ФЛ 32.8	3200	780		2,05	0,82
ФБС 24.3.6	2380	300	580	0,97	0,406
ФБС 24.4.6		400		1,3	0,543
ФБС 24.5.6		500		1,63	0,674
ФБС 24.6.6		600		1,96	0,815
ФБС 12.4.6	1180	400	580	0,64	0,265
ФБС 12.5.6		500		0,79	0,331
ФБС 12.6.6		600		0,96	0,398
ФБС 12.4.3		400	280	0,31	0,127
ФБС 12.5.3		500		0,38	0,159
ФБС 12.6.3		600		0,46	0,191
ФБС 9.3.6	880	300	580	0,35	0,146
ФБС 9.4.6		400		0,47	0,195
ФБС 9.5.6		500		0,59	0,244
ФБС 9.6.6		600		0,7	0,293

Таблица П2.5 – Коэффициент остаточного разрыхления грунтов

Наименование грунта	Коэффициент остаточного разрыхления грунта, $K_{ор}$	Наименование грунта	Коэффициент остаточного разрыхления грунта, $K_{ор}$
Глина ломовая	0,06...0,09	Песок	0,02...0,05
Глина мягкая жирная	0,04...0,07	Суглинок легкий	0,03...0,06
Лесс мягкий	0,03...0,06	Суглиной тяжелый	0,05...0,08
Лесс твердый	0,04...0,07	Супесь	0,03...0,05

## Выбор ведущих машин по рабочим параметрам

Таблица П3.1 - Наименьшая высота забоя, обеспечивающая наполнение ковша прямой лопаты "с шапкой".

Грунт	Группа грунта	Емкость ковша, м <sup>3</sup>						
		0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0
легкий	I, II	1,5	1,5	2,5	3,0	3,0	2,5	2,5
средний	III	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0
тяжелый	IV	3,0	3,5	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0

Таблица П3.2 - Наименьшая глубина забоя, обеспечивающая наполнение ковша "обратной лопаты" "с шапкой"  $h_{\text{глуб}}, \text{ м}$ 

Грунт	Группа грунта	Емкость ковша, м <sup>3</sup>			
		0,25	0,5...0,65	1,0	1,5...2
Легкий	I, II	1,2	1,5	1,8	2,2
Средний	III	1,8	2,0	2,0	3,0

Таблица П3.3 - Нормальная длина пути волочения ковша экскаватора "драглайн", обеспечивающая полное наполнение ковша, м

Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Характер грунта		
	Легкий (I, II)	Средний (III)	Тяжелый (IV)
0,25	2,0	3,0	2,5
0,5...0,65	2,5	3,5	3,0
1,0	3,0	4,0	3,5
1,5...2,0	3,5	5,0	4,0

Таблица П3.4 - Угол откоса внутреннего забоя экскаватора "драглайн"  $\alpha_1$ , град

Вид грунта	Песок	Супесь	Суглинок	Глина
Угол $\alpha_1$	40...45	40...45	30...35	20...30

**Таблица П3.5 - Распределение мерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом**

Наименование и характеристика грунтов		Средняя плотность в естественном залегании, кг/м <sup>3</sup>	Разработка грунта			
			Экскаваторами одноковшовыми	Скреперами	Бульдозерами	Грейдерами
1		2	3	4	5	6
Глина	жирная мягкая и мягкая без примесей	1800	I	II	II	II
	тяжелая ломовая сланцевая, твердая карбонная	1950...2150	IV	-	III	-
Грунт растительного слоя	без корней и примесей	1200	I	I	I	I
	с корнями кустарника и деревьев	1200	I	I	II	-
Лесс	мягкий без примесей	1600	I	I	I	I
	твердый	1800	IV	II	III	-
Песок без примесей, а также с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора до 10% по объему		1600	I	II	II	II
Суглинок	легкий и лессовидный без примесей	1700	I	I	I	I
	тяжелый без примесей и с примесью щебня, гравия, гальки или строительного мусора до 10% по объему	1750	II	II	II	II
Супесь без примесей, а также с примесью гравия, гальки, щебня или строительного мусора до 10% по объему		1650	I	II	II	-

**Таблица П3.6 - Технические характеристики одноковшовых экскаваторов со сменным оборудованием прямая лопата с гидравлическим приводом**

Марка экскаватора	Ширина ковша, В <sub>к</sub> , м	Емкость ковша Q, м <sup>3</sup>	Радиус копания на уровне стоянки		Наибольшая высота копания H <sub>макс</sub> , м	Высота выгрузки, м		Радиус выгрузки, м	
			минимальный R <sub>СТ</sub> <sup>min</sup>	максимальный R <sub>СТ</sub> <sup>max</sup>		наибольшая H <sub>в</sub> <sup>max</sup>	при R <sub>в</sub> <sup>max</sup>	наибольший R <sub>в</sub> <sup>max</sup>	при H <sub>в</sub> <sup>max</sup>
ЭО-2621А	0,75	0,25	-	4,7	4,6	3,3	-	4,5	-
ЭО-4321	1,28	0,8	2,5	7,45	7,9	5,67	-	7,1	4,1
ЭО-4121А	1,28	1	3,1	7,3	7,5	5	-	6,9	4,6
ЭО-5122	1,57	1,6	4,7	8,93	9,65	5,1	-	8,3	4,6

**Таблица П3.7 - Технические характеристики одноковшовых экскаваторов со сменным оборудованием "обратная лопата" с гидравлическим приводом**

Марка экскаватора	Емкость ковша и его ширина $\frac{q, \text{ м}^3}{B_k, \text{ м}}$	$R_p^{\text{max}}, \text{ м}$	$H_{\text{max}}, \text{ м}$	Радиус разгрузки $R_B, \text{ м}$		$H_B^{\text{max}}, \text{ м}$
				при высоте разгрузки 3 м	при $H_B^{\text{max}}$	
ЭО-2621А	$\frac{0,25}{0,75}$	5	3	—	2,7	2,6
ЭО-3322, ЭО-3322А, ЭО-3322Б, ЭО-3322В	$\frac{0,4; 0,5; 0,65}{0,9; 0,94}$	8,2; 7,5; 7,5	5; 4,2; 4,3	6; 5,2; 5,3	7,5; 6,7; 6,6	5,2; 4,8; 4,9
Э-5015, Э-5015А, ЭО-3221Б (Э-5015Б)	$\frac{0,5}{0,83}$	7,3	4,5	6,7	6	3,9
ЭО-4121, 4121А	$\frac{0,65; 1}{0,95; 1,13}$	9	5,8	8,9	5,4	5
	$\frac{0,4; 0,65; 1}{0,93}$					
ЭО-4321	$\frac{0,4; 0,65; 1}{0,93}$	10,2; 9; 6,9	6,7; 5; 5,4	8,2; 7,5; 5,6	7,3; 6,7; 4,9	6,18; 5,6; 5
	$\frac{1,25; 1,6}{1,5; 1,57}$					
ЭО-5122	$\frac{1,25; 1,6}{1,5; 1,57}$	11,4; 10,6	8,3; 7,4	9,5; 8,9	8,8; 8,2	5,8; 5,5

**Таблица П3.8 - Технические характеристики одноковшовых экскаваторов со сменным оборудованием "драглайн"**

Марка экскаватора	Ширина ковша $B_k, \text{ м}$	Емкость ковша $q, \text{ м}^3$	$R_p^{\text{max}}, \text{ м}$	Длина стрелы $L_{\text{стр}}, \text{ м}$	$H_{\text{max}}, \text{ м}$		$R_B^{\text{max}}, \text{ м}$	$H_B^{\text{max}}, \text{ м}$
					при боковом проходе	при торцевом проходе		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Э-302, Э-3-3, Э-304	0,84	$\frac{0,35}{0,4}$	10,1	10,5	4,2	7	8,3	6,3
ЭО-3311Б (Э-302Б), Э-304В, Э-304Г	0,84	$\frac{0,4}{-}$	11,1	10,5	4,42	7,8	10	6
Э-504, Э-505, Э-505А	0,87	$\frac{0,5}{0,65...0,8}$	10,2	10	3,8	5,6	8,3	5,5
КМ-602	1	$\frac{0,6}{0,8}$	13,2	13	—	7,8	10,4	—
Э-651, Э-652, Э-656	1,04	$\frac{0,65}{0,65...0,8}$	10,2	10	3,8	5,6	8,3	5,5
Э-801	1,04	$\frac{0,75}{1,1}$	10	11	4	6,7	9,2	5,5
ЭО-5111 (Э-10011), ЭО-5111Е (Э-10011Е)	0,9	$\frac{1}{-}$	—	12,5	—	9,4	12,2	6,1

Продолжение табл. ПЗ 8								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЭО-6111(Э-1251), ЭО-6112Б(Э-1252Б)	1	$\frac{1}{1,25 \dots 1,5}$	12,9	12,5	5,1	7,5	10,4	6,5
ЭО-7111(Э-2503), ЭО-7111С(Э-2505)	1,25 — 1,6	1,5/ 2/ 3/—	27,4 19,5 19,3	25 17,5 17,5	14 9,8 9,3	20,5 13 13	23,8 16,7 16,7	15,9 10,5 10,5

Примечание: в графе 3 в числителе указана емкость ковша с зубьями, а в знаменателе – со сплошной режущей кромкой.

**Таблица ПЗ.9 - Грузозахватные устройства и монтажные приспособления**

№ п/п	Наименование, организация, чертёж	Эскиз	Грузоподъемность, т	Параметры		Назначение
				масса qс, т	высота hс, м	
1	2	3	4	5	6	7
1	Строп двухветвевой (ГОСТ 19144-73) 2СК-2,5/2000, 2СК-5/2200		2,5 5	0,01 0,02	2 2,2	Установка фундаментных стеновых блоков, подача бетонной смеси в бадах
2	Строп четырёхветвевой (ПИ Промстальконструкция, черт. № 21059 м)		3	0,09	4,2	Укладка бетонной смеси, погрузочно-разгрузочные работы, установка фундаментных плит и блоков и плит перекрытия длиной до 6 м
3	То же, (ВНИПИ Промстальконструкция, черт. №29700-101, 109) 4СК-5/4000 (5000,6300)		5	0,037	4	
			5	0,0407	5	
5	5	5	0,0451	6,3		
4	Рабочие подмости с выдвижными стойками (ПК Главстальконструкция, черт. №334)		—	1,04	1,1...3	Обеспечение рабочего места на высоте при установке фундаментных блоков стен подвала
5	Приставная лестница с площадкой (ПК Главстальконструкция, черт. № 220)		—	0,056	3	Обеспечение рабочего места на высоте при укладке плит перекрытия

**Таблица ПЗ.10 - Минимально допустимое расстояние от подошвы откоса выемки до ближайшей опоры машин F в м**

Глубина выемки, м	Грунт			
	песчаный	супесчаный	суглинистый	глинистый
1	1,5	1,25	1	1
2	3	2,4	2	1,5
3	4	3,6	3,25	1,75
4	5	4,4	4	3
5	6	5,3	4,75	3,5

**Таблица ПЗ.11 – Технические характеристики самоходных ленточных бетоноукладчиков**

Показатель	Конструкция ЭПКБ Глав- тажстроймеханизация Минтяжстрой	УБК-132	СБ-131	ЛБУ-20
1	2	3	4	5
Производительность м <sup>3</sup> /ч	23	11	20	25
Вылет стрелы, м	20	11	12	20
Объем бункера, м <sup>3</sup>	2	1,6	2	2,4
Ширина ленты конвейера, мм	500	500	500	500
Скорость движения ленты, м/с	1	1	1	1
Угол опускания стрелы, град.	12	-	12	12
Угол поворота стрелы, град.	180	100	160	180
Угол подъема стрелы, град.	18	До 20	18	18
Транспортные габаритные размеры, мм:				
- длина	13450	18900	16460	16000
- ширина	3750	4700	4560	2900
- высота	3060	2440	6150	3950
Масса машины, т	30,667	13000	8,1	12,5
Базовая машина	-	Трактор ДТ-75	-	Экскаватор Э-303; ОМ-202

**Таблица ПЗ.12 – Технические характеристики ленточных конвейеров-бетоноукладчиков**

Показатель	КБ ЭПКБ Главсев- кавстрой Минтяж- строй	КБУ ЦКБ Главэнерго- механизация Минэнерго	КПБ ЦЭКБСтроймех- автоматика ЦНИИОМТП
Производительность м <sup>3</sup> /ч	25	20	25
Дальность подачи, м	50	9	11
Количество секций в комплекте, шт.	6	1	2
Вылет стрелы, м: - максимальный	9	9	6
- минимальный	2,5	1,5	1
Ширина ленты конвейера, мм	400	650	400
Скорость движения ленты, м/с	1	1	1
Угол поворота стрелы вокруг оси, град.:			
- в горизонтальной плоскости	360	360	360
- в вертикальной плоскости: - вверх	18	18	18
- вниз	10	18	18
Масса одной секции конвейера, кг	1250	1980	606

**Таблица П3.13 – Технические характеристики бетононасосных установок с маслогидравлическим приводом**

Показатель	СБ-165	СБ-161	СБ-126А	БН-80-20	АБН-60
1	2	3	4	5	6
Тип	Прицепной	Стационарный	Автобетононасос с распределительной стрелой		
Регулируемая производительность, м <sup>3</sup> /ч	5...20	5...65	5...65	5...65	60
Вылет распределительной стрелы, м	-	-	18	17	-
Угол поворота стрелы, град.	-	-	360	360	360
Дальность подачи бетонной смеси, м: - по горизонтали - по вертикали	300	350	350	200	180
	80	80	80	80	35
Наибольшая крупность заполнителя, мм	40	40	40	40	20
Диаметр бетонопровода внутренний, мм	125	125	125	125	100
Объем приемного бункера, м <sup>3</sup>	0,5	0,7	0,7	0,4	0,4
Высота загрузки бетонной смеси, мм	1400	1350	1400	1400	-
Габаритные размеры, мм: - длина - ширина - высота	5000	6000	10000	11000	-
	1900	2500	2500	2500	-
	1750	1950	3500	3500	-
	-	-	-	-	-
Масса бетононасоса (технологическое оборудование), т	2,5	3	8	11	-

Приложение 4

**Выбор вспомогательных машин и механизмов**

**Таблица П4.1 - Переносные поворотные бункера (бадьи) для подачи бетонной смеси**

Показатель	Объем номинальный, м <sup>3</sup>				
	0,36	0,8	1	1,2	1,6
Габариты, мм (в положении загрузки):					
- длина	2200	2820	3200	3000	4350
- ширина	540	1150	1200	1700	2480
- высота	900	900	1000	1060	860
Масса, кг	166	370	710	700	1060

**Таблица П4.2 - Вибрационные бадьи для подачи бетонной смеси**

Показатель	Объем номинальный, м <sup>3</sup>			
	0,3	0,5	0,75	1
Габариты, мм (в положении загрузки):				
- длина	900	1070	1440	1270

Продолжение табл. П4.2				
- ширина	900	910	1200	1100
- высота	700	1000	900	1200
Масса, кг	125	180	260	275

**Таблица П4.3 - Технические характеристики глубинных вибраторов с гибким валом**

Показатель	Значения показателей для вибраторов				
	ИВ-47А	ИВ-94	ИВ-66	ИВ-67	ИВ-75
Номинальная мощность, кВт	0,8	0,6	0,8	0,8	0,8
Номинальное напряжение, В	36	42	36	36	36
Частота колебаний, Гц	170	170	330	270	330
Возмущающая сила, Н	4000	6000	1500	3000	800
Длина рабочей части, мм			360	410	440
Наружный диаметр корпуса, мм	75	75	38	51	28
Общая длина, мм	3750	-	4010	4010	3285
Радиус действия, не менее, мм	-	-	250	280	350
Масса вибронаконечника, кг	-	-	2,4	4,5	8,7
Общая масса, кг	62	-	37	43	26

**Таблица П4.4 - Технические характеристики глубинных вибраторов со встроенным электродвигателем**

Показатель	Значения показателей для вибраторов					
	ИВ-56	ИВ-59	ИВ-60	ИВ-78	ИВ-79	ИВ-80
1	2	3	4	5	6	7
Номинальная мощность, кВт	0,8	0,6	1,1	0,27	0,8	1,5
Номинальное напряжение, В	36	42	36	36	36	36
Частота колебаний, Гц	180	95	95	180	180	180
Возмущающая сила, Н	5500	5000	8000	2500	5500	10000
Габариты:						
Общая длина, мм	1270	1235	1300	1270	1270	1270
Середина сердечника, мм	500	410	470	410	500	520
Диаметр, мм	75	114	133	50	75	100
Масса, кг	15	22	30	9	15	22

**Таблица П4.5 - Коэффициент разрыхления грунта в ковше одноковшовых экскаваторов**

Группа грунта	K <sub>p</sub>	Группа грунта	K <sub>p</sub>
I	1,1	III	1,25
II	1,2	IV (мелкораздробленная порода)	1,35...1,4

**Таблица П4.6 - Коэффициенты откоса временных насыпей, т<sub>н</sub>**

Грунты	Высота насыпи, м	Коэффициент откоса
Гравелистые и крупнопесчаные	12	1,25
Глина, суглинок, песок естественной влажности	8	1,25
Мелкий камень	6	0,75
Крупный камень	5	0,5
Лесс	3	1,5

**Таблица П4.7 - Технические характеристики механических экскаваторов, оборудованных грейферным ковшом**

Показатель	Единица измерения	Марка экскаватора					
		Э-302	Э-504 Э-505	Э-661 Э-662	Э-801	Э-1001Д	Э-6111
1	2	3	4	5	6	7	8
Вместимость ковша	м <sup>3</sup>	0,35	0,5	0,5	0,75	1	1,5
Длина стрелы	м	10,5	10	13	11	12,5	12,5
Радиус захвата и выгрузки грунта	м	8,3	6	8	5,2	12,2	12,3
Наибольшая глубина копания	м	2,5	3	3	5	6	7,2
Наибольшая высота выгрузки	м	7,8	6,7	5,8	8	10,7	3,8

**Таблица П4.8 - Технические характеристики гидравлических экскаваторов, оборудованных грейферным ковшом**

Показатель	Единица измерения	Марка экскаватора			
		Э-5015А	ЭО-3322А ЭО-3322Б	ЭО-4321А	ЭО-4121А
Емкость ковша	м <sup>3</sup>	0,5	0,5	0,65	0,5; 0,8; 1
Радиус копания на уровне стоянки:	м	3,1 6,75	3 7,4	3,2 8,8	5,8; 7,1; 6,5 10,2; 9; 9,6
наименьший					
наибольший					
Глубина копания	м	5,8	6,6	5,6	11,9; 10,4; 11,5
Радиус выгрузки	м	5,2	5,7	6,3	6,2; 6, 6
Наибольшая высота выгрузки	м	2,3	3,4	2,1	0,8; 0,8; 1,4

**Таблица П4.9 - Технические характеристики машин и механизмов для уплотнения грунта пазух и подсыпки под полы**

Машины и механизмы	Марка	Масса, т	Оптимальная толщина уплотняемого слоя, см		Ориентировочная производительность, м <sup>3</sup> /см		Габаритные размеры, мм
			связный грунт	несвязный грунт	связный грунт	несвязный грунт	
1	2	3	4	5	6	7	8
Ручная электро-трамбовка	ИЗ-4503	0,015	0,1	0,3	30	38	390×227×745
То же	ИЗ-4501	0,0215	0,1	0,3	42	64	390×227×845
То же	ИЗ-4502	0,075	0,2	0,4	140	210	950×475×970
То же	ИЗ-4504	0,15	0,3	0,6	—	459	1010×520×900
Вибротрамбовка самопередвигающаяся, В=0,5 м	СВТ-3МП	0,3	9,2	0,5	—	140	925×500×300
Трамбующие плиты на тракторе (2 плиты) В=2,6 м	ДУ-12 (Д-471Б)	6,5	0,1	0,15	700	1000	5900×2500×3015
То же	ДУ-12В (Д-471В)	9,6	0,1	0,15	700	1000	То же
Дизель-трамбовка на тракторе Т-100М, В=2,3 м	УМТС-2	19	0,5	0,6	700	1000	—
Тамбующая плита 2 т навесная на экскаваторе Э-652Б	—	2	0,9	1,4	240	360	—
Подвесная вибротрамбовка	ПВТ-3	2,6	0,6	0,8	400	640	F = 0,64 м <sup>2</sup>
Самопередвигающаяся виброплита (ГДР), В=0,55 м	SVP 12,5	0,15	—	0,25...0,65	—	615...1600	1200×710×915
То же, В=0,75 м	SVP 25	0,23	—	0,3...0,6	—	925...1850	1310×920×915
То же (ПНР)	W2K10	2,4	—	1	—	1400	—
То же, В=0,71 м	ZUB 32	0,4	—	0,6	—	550	—

**Таблица П4.10 - Минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций *b* и толщина отсыпаемого слоя грунта над конструкциями *h<sub>0</sub>* в см**

Тип и марка уплотняющих машин и механизмов		Масса уплотняющих машин и механизмов, т, кг	Соотношение масс строительных конструкций М и уплотняющих машин и механизмов <i>m</i>					
			<i>M</i> ≤ <i>m</i>		<i>M</i> ≤ 5 <i>m</i>		<i>M</i> ≤ 10 <i>m</i>	
			<i>b</i>	<i>h<sub>0</sub></i>	<i>b</i>	<i>h<sub>0</sub></i>	<i>b</i>	<i>h<sub>0</sub></i>
1		2	3	4	5	6	7	8
Трамбовки (свободно падающие подвесные к экскаватору) диаметром, м	1,2	2500	120	160	60	150	40	140
	1,4	3500	140	180	70	170	40	160
	1,6	4500	160	200	80	190	40	180

Продолжение табл. П4.10

1		2	3	4	5	6	7	8
Вибротрамбовка ПВТ-3 (подвешенная к крану или экскаватору)		2600	50	120	20	100	20	80
Виброплиты самопередвигающиеся	SVP-25	270	15	40	10	30	5	30
	SVP-31,5	500	20	50	10	40	5	40
	SVP-63,1	700	25	60	15	50	5	50
	BSD-31,5	1100	30	80	20	70	5	70
	BSD-63	1400	35	90	25	80	5	80
Вибротрамбовки самопередвигающиеся СВТ-ЗМП		350	20	50	5	40	5	40
Трамбовки элек-трические	ИЭ-4502	80	10	40	5	25	5	25
	ИЭ-4504	160	20	50	5	35	5	35
	ИЭ-4505	28	5	15	5	10	5	10

**Таблица П4.11 - Технические характеристики машин и механизмов для глубинного уплотнения грунта**

Наименование машин и механизмов	Марка	Масса, кг	Диаметр корпуса, мм	Диаметр расширителя, мм	Глубина уплотнения, м
1	2	3	4	5	6
Пневмопробойник	ИП-4603	80	130	170; 200	до 10
То же	СО-134	120	152	200; 240	до 10
Станки ударно-канатного бурения	БС-1М	2000	270	-	до 8
		2900	325	-	
		3700	370	-	
Навесное гидровибрационное оборудование	С-629	2500	490	-	до 6
Глубинный вибратор	ВУП-4	2200	1000	-	до 6

- Примечания: 1. В таблице указана масса рабочих органов.  
2. Масса пневмопробойников указана без расширителя.

Приложение 5

**Исходные данные для определения производительности одноковшовых экскаваторов**

**Таблица П5.1 - Коэффициент использования емкости ковша одноковшовых экскаваторов**

Наименование работы и вид оборудования		Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Группа грунта				
			I	II, Iи	III, IIи	IV	V, IIIи
1	2	3	4	5	6	7	8
Разработка грунта экскаваторами "драглайн" (Е2-1-7, Е2-1-10)	ковш с зубьями	0,25...0,35	0,9	0,8	0,7	-	-

Продолжение табл. П5.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Разработка грунта экскаваторами "драг-лайн" (E2-1-7, E2-1-10)	ковш с зубьями	0,5...1,5	0,9	0,8	0,7	0,65	0,5
		2	0,85	0,8	0,7	0,6	0,5
	ковш со сплошной режущей кромкой	0,4...1,1	0,9	0,8	0,7	-	-
То же, прямой лопатой (E2-1-8, E2-1-10)	ковш с зубьями	0,15...0,3	0,9	0,8	0,7	-	-
		0,5...1,5	0,9	0,8	0,7	0,65	0,55
		2	0,85	0,8	0,7	0,65	0,55
	ковш со сплошной режущей кромкой	0,4...1,5	0,9	0,8	0,7	-	-
Разработка грунта в котлованах и траншеях экскаваторами "обратная лопата" (E2-1-11, E2-1-13)	ковш с зубьями	0,15	0,85	0,8	-	-	-
		0,25...0,3	0,85	0,8	0,65	-	-
		0,5...1,25	0,85	0,8	0,7	0,6	0,5
	ковш со сплошной режущей кромкой	0,4	0,85	0,8	0,65	-	-
		0,65...0,8	0,85	0,8	0,7	-	-

Таблица П5.2 - Коэффициенты использования одноковшовых экскаваторов по времени Кв

Наименование работы и вид оборудования	Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Группа грунта				
		I	II, Iи	III, IIи	IV	V, III м
1	2	3	4	5	6	7
Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами, оборудованными прямой лопатой (E2-1-8)	0,8...1,6	$\frac{0,72}{0,83}$	$\frac{0,72}{0,83}$	$\frac{0,72}{0,83}$	$\frac{0,72}{0,83}$	$\frac{0,72}{0,83}$
		$\frac{0,6}{0,73}$	$\frac{0,6}{0,73}$	$\frac{0,6}{0,73}$	$\frac{0,6}{0,73}$	$\frac{0,6}{0,73}$
Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами с обратной лопатой (E2-1-11)	1,25; 1,6	$\frac{0,63}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,75}$
		$\frac{0,63}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,75}$	$\frac{0,63}{0,75}$

Продолжение табл. П5.2						
1	2	3	4	5	6	7
То же, в траншеях (Е2-1-13)	0,25...1	$\frac{0,65}{0,8}$	$\frac{0,65}{0,8}$	$\frac{0,65}{0,8}$	$\frac{0,65}{0,8}$	$\frac{0,65}{0,8}$
	1,25; 1,6	$\frac{0,7}{0,82}$	$\frac{0,7}{0,82}$	$\frac{0,7}{0,82}$	$\frac{0,7}{0,82}$	$\frac{0,7}{0,82}$
Разработка грунта в котлованах и траншеях одноковшовым экскаватором "драглайн" (Е2-1-10)	0,25...1	$\frac{0,65}{0,8}$	$\frac{0,66}{0,8}$	$\frac{0,68}{0,81}$	$\frac{0,7}{0,81}$	$\frac{0,64}{0,75}$

Примечания: 1. В числителе указано Кв при работе в транспорт, а в знаменателе - навымет.

2. Для экскаваторов "обратная и прямая лопата" Кв указано в случае их выполнения с гидравлическим приводом

**Таблица П5.3 - Время рабочего цикла одноковшовых экскаваторов Тц, мин**

Вид оборудования и наименование работ	Емкость ковша, м³	Группа работ				
		I	II, Iм	III, IIм	IV	V, IIIм
1	2	3	4	5	6	7
"Драглайн" с ковшом с зубьями при разработке котлованов и траншей	0,35	$\frac{0,45}{0,44}$	$\frac{0,52}{0,5}$	$\frac{0,65}{0,6}$	-	-
		$\frac{0,51}{0,5}$	$\frac{0,56}{0,56}$	$\frac{0,66}{0,62}$	0,82	0,76
	0,5	$\frac{0,52}{0,51}$	$\frac{0,6}{0,57}$	$\frac{0,67}{0,63}$	$\frac{0,82}{0,76}$	$\frac{0,75}{0,72}$
		$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,5}{0,49}$	$\frac{0,56}{0,53}$	$\frac{0,68}{0,62}$	$\frac{0,62}{0,59}$
	0,6...0,65	$\frac{0,53}{0,52}$	$\frac{0,57}{0,54}$	$\frac{0,63}{0,6}$	$\frac{0,76}{0,76}$	$\frac{0,71}{0,65}$
		$\frac{0,48}{0,47}$	$\frac{0,55}{0,54}$	$\frac{0,68}{0,65}$	-	-
	0,75	$\frac{0,55}{0,53}$	$\frac{0,62}{0,6}$	$\frac{0,69}{0,66}$	-	-
		$\frac{0,48}{0,48}$	$\frac{0,56}{0,49}$	$\frac{0,62}{0,59}$	-	-
	1	$\frac{0,5}{0,52}$	$\frac{0,56}{0,55}$	$\frac{0,66}{0,53}$	-	-
		$\frac{0,48}{0,51}$	$\frac{0,55}{0,58}$	$\frac{0,64}{0,63}$	-	-
"Драглайн" с ковшом со сплошной режущей кромкой при разработке котлованов и траншей	0,4	$\frac{0,48}{0,47}$	$\frac{0,55}{0,54}$	$\frac{0,68}{0,65}$	-	-
	0,65	$\frac{0,55}{0,53}$	$\frac{0,62}{0,6}$	$\frac{0,69}{0,66}$	-	-
	0,8	$\frac{0,48}{0,48}$	$\frac{0,56}{0,49}$	$\frac{0,62}{0,59}$	-	-
	1,1	$\frac{0,5}{0,52}$	$\frac{0,56}{0,55}$	$\frac{0,66}{0,53}$	-	-
	1,25	$\frac{0,48}{0,51}$	$\frac{0,55}{0,58}$	$\frac{0,64}{0,63}$	-	-

Продолжение табл П5.3

1	2	3	4	5	6	7
"Прямая лопата" с гидравлическим приводом при устройстве выемок и насыпей (E2-1-8)	0,25	$\frac{0,34}{0,35}$	$\frac{0,41}{0,44}$	$\frac{0,5}{0,49}$	-	-
	0,8	$\frac{0,34}{0,31}$	$\frac{0,4}{0,35}$	$\frac{0,43}{0,36}$	$\frac{0,54}{0,47}$	$\frac{0,53}{0,46}$
	1,6	$\frac{0,36}{0,33}$	$\frac{0,43}{0,35}$	$\frac{0,46}{0,39}$	$\frac{0,58}{0,51}$	$\frac{0,59}{0,5}$
"Обратная лопата" с гидравлическим приводом при разработке котлованов (E2-1-11)	0,25	$\frac{0,36}{0,36}$	$\frac{0,46}{0,46}$	$\frac{0,5}{0,5}$	-	-
	0,4	$\frac{0,42}{0,39}$	$\frac{0,51}{0,48}$	$\frac{0,57}{0,54}$	$\frac{0,58}{0,54}$	-
	0,5	$\frac{0,46}{0,42}$	$\frac{0,53}{0,49}$	$\frac{0,58}{0,53}$	$\frac{0,65}{0,6}$	$\frac{0,68}{0,62}$
	0,65	$\frac{0,45}{0,45}$	$\frac{0,53}{0,49}$	$\frac{0,58}{0,58}$	$\frac{0,67}{0,67}$	$\frac{0,65}{0,65}$
	1	$\frac{0,62}{0,62}$	$\frac{0,69}{0,69}$	$\frac{0,78}{0,73}$	$\frac{0,89}{0,87}$	$\frac{0,86}{0,84}$
	1,25	$\frac{0,53}{0,48}$	$\frac{0,58}{0,5}$	$\frac{0,69}{0,64}$	$\frac{0,81}{0,74}$	$\frac{0,77}{0,68}$
	1,6	$\frac{0,5}{0,45}$	$\frac{0,55}{0,51}$	$\frac{0,62}{0,56}$	$\frac{0,77}{0,67}$	$\frac{0,77}{0,66}$
"Обратная лопата" с гидравлическим приводом при разработке траншей (E2-1-13)	0,25	$\frac{0,34}{0,34}$	$\frac{0,42}{0,42}$	$\frac{0,48}{0,48}$	-	-
	0,4	$\frac{0,37}{0,35}$	$\frac{0,47}{0,43}$	$\frac{0,54}{0,5}$	-	-
	0,5	$\frac{0,41}{0,41}$	$\frac{0,49}{0,47}$	$\frac{0,55}{0,51}$	$\frac{0,62}{0,56}$	$\frac{0,65}{0,56}$
	0,65	$\frac{0,41}{0,41}$	$\frac{0,47}{0,46}$	$\frac{0,55}{0,53}$	$\frac{0,63}{0,58}$	$\frac{0,63}{0,6}$
	1	$\frac{0,53}{0,51}$	$\frac{0,6}{0,56}$	$\frac{0,7}{0,66}$	$\frac{0,82}{0,72}$	$\frac{0,82}{0,72}$
	1,25	$\frac{0,46}{0,43}$	$\frac{0,51}{0,47}$	$\frac{0,6}{0,53}$	$\frac{0,75}{0,65}$	$\frac{0,68}{0,62}$
	1,6	$\frac{0,44}{0,4}$	$\frac{0,51}{0,47}$	$\frac{0,54}{0,48}$	$\frac{0,67}{0,6}$	$\frac{0,65}{0,57}$

Примечание: в числителе указано  $T_{ц}$  при работе в транспорт, в знаменателе – навывет.

## Подбор транспортных средств

Таблица П6.1 - Рациональная грузоподъёмность автосамосвалов, т

Дальность перемещения грунта, км	Ёмкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>						
	0,4	0,65	1	1,25	1,6	2,5	4,6
0,5	4,5	4,5	7	7	10	—	—
1	7	7	10	10	10	12	27
1,5	7	7	10	10	12	18	27
2	7	10	10	12	18	18	27
3	7	10	12	12	18	27	40
4	10	10	12	18	18	27	40
5	10	10	12	18	18	27	40

Таблица П6.2 - Технические характеристики автосамосвалов

Показатель	ГАЗ-3507	КАЗ-4540	ЗИЛ-4502	КамАЗ-55102	МАЗ-5549	МАЗ-5551	КамАЗ-5511	КрАЗ-2565	КрАЗ-6510	МогАЗ-7505	
Грузоподъёмность $P_{гр}$ , т	4	5,5	5,8	7	8	8,5	10	11	13,5	23	
Объём кузова $V_{гр}$ , м <sup>3</sup>	5	3,6	3,8	4,6	5,1	5,5	6,6	6,5	8	11,5	
Высота от грунта до верха кузова, м	2,85	3,32	2,48	2,34	2,58	2,72	2,51	2,64	2,5	3,12	
Радиус поворота, м	8,5	8,2	7,6	9,3	9	9	7	11,2	11,2	10,2	
Габаритные размеры, м	длина	6,17	6,81	7,34	7,3	5,78	6	7,14	8,19	8,29	7,52
	ширина	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,65	2,47	3,24
	высота	3,09	3,5	2,78	2,59	2,78	2,97	2,7	2,76	2,73	3,4
Масса, т	3,84	6,61	4,8	8,48	7,22	7,58	8,85	11,4	11,1	19,6	

Таблица П6.3 - Средняя скорость движения автосамосвалов  $V_{ср}$  ( $P_{гр}=3,5...6$  т)

Дальность транспортирования, км	Грузоподъёмность автосамосвалов, т					
	3,5	6	10	11	25	27
0,3	10,3	9,5	8,4	10,3	-	-
0,5	12,7	11,8	10,3	12,7	-	-
0,7	14,5	13,7	12	14,5	-	-
0,9	16,1	15,3	13,4	16,1	-	-
1,1	17,5	8	14,7	17,4	11,4	16
1,4	19,5	18,6	16,6	19,5	12,4	17,3
2	22,7	21,8	19,4	22,7	14	19,4
3	26,5	25	22	26,5	16	21,9

## Примечания:

1. Средние скорости приняты для подъёма не более 8%, длины подъёма - не более 500 м и длины серпантинов - не более 30% общего расстояния перевозки грунта.
2. При подъёме более 8%  $V_{ср}$  снижают на 5% на каждый 1% увеличения подъёма.
3. При общей протяжённости подъёма более 500 м каждые следующие 100 подъёма следует принимать в расчёте за 150 м.
4. При бездорожье, вызываемом атмосферными осадками, следует в расчёте снижать скорость на 15...20%.
5. При  $L > 3$  км  $V_{ср}$  принимаются на основе экстраполяции, но не более 30 км/ч.



**Таблица Пб.7 – Технические характеристики автобетоновозов**

Показатели	Марка автобетоновоза		
	СБ-113	СБ-124	
Марка базового автомобиля	ЗИЛ ММЗ-555К	КаМАЗ-5511	
Объем перевозимой смеси, м <sup>3</sup>	1,6	4	
Геометрический объем кузова, м <sup>3</sup>	3,0	7,3	
Угол подъема кузова, град.	90	85	
Размеры в транспортном положении, мм:	длина	5800	6660
	ширина	2500	250
	высота	2745	2680
Масса, кг, в снаряженном состоянии, в груженом состоянии	5230	10350	
	9300	19150	

**Таблица Пб.8 – Пооперационные затраты времени транспортных средств для перевозки бетонной смеси**

Параметры перевозки	Тип автотранспорта		
	Автобетоносмеситель	Автобетоновоз	Автосамосвал
Время погрузки (t <sub>п</sub> ), мин	12	6	6
Время разгрузки (t <sub>р</sub> ), мин	15	1,5	3
Время маневрирования (t <sub>м</sub> ), мин	6	3	3

**Таблица П 6.9 – Расчетное количество замесов бетоносмесителей и коэффициент выхода β бетонной смеси из бетоносмесителей**

Наименование параметров	Норма
1. Расчетное количество замесов в час (лз) для приготовления тяжелых бетонных и растворных смесей на плотных заполнителях с автоматизированным дозированием составляющих:	
- бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях принудительного действия (жесткие и подвижные)	35
- бетонные смеси, изготавливаемые в смесителях гравитационного действия:	
а) при объеме 500 л и менее готового замеса бетонной смеси:	
подвижностью 1-4 см	25
5-9 см	27
10 см и более	30
б) при объеме более 500 л готового замеса бетонной смеси:	
подвижностью 1-4 см	20
5-9 см	22
10 см и более	25
- растворные смеси	25
2. Коэффициент выхода бетонной смеси (ρ) в плотном теле:	
тяжелых и легких смесей (только для конструкционного бетона)	0,67
легких смесей (для конструкционно-теплоизоляционного бетона)	0,75
растворных смесей	0,80

**Таблица Пб.10 – Скорость пробега транспортных средств для перевозки бетонной смеси**

Тип пробега	Тип дорожного покрытия	Скорость пробега, км/ч		
		Тип автотранспорта		
		Автобетоносмеситель	Автобетоновоз	Автосамосвал
Груженный	жесткое	25	30	30
	мягкое	15	15	15
Порожний	жесткое	35	40	40
	мягкое	18	20	20

## Исходные данные, необходимые для определения потребности в материалах

Таблица П 7.1 – Нормы потребности в материалах при установке фундаментных стеновых блоков [28]

Обоснование (РСН)	При массе блока	Расход бетона, м <sup>3</sup> /100 шт.	Расход раствора, м <sup>3</sup> /100 шт.	Обоснование (РСН)	При массе блока	Расход бетона, м <sup>3</sup> /100 шт.	Расход раствора, м <sup>3</sup> /100 шт.
Е7-42-1	до 0,5 т	0,41	1,2	Е7-42-3	до 1,5 т	0,47	2,95
Е7-42-2	до 1 т	0,71	1,65	Е7-42-4	более 1,5 т	0,71	4,17

Примечания: - для заделки вертикальных стыков используется тяжелый бетон класса С10/12,5(В12,5) с крупностью заполнителя 10...20 мм;  
- для горизонтальных швов применяется кладочный тяжелый цементный раствор М100.

Таблица П 7.2 - Нормы потребности в бетоне при устройстве монолитных фундаментов под колонны [29]

Обоснование (РСН)	Объем фундамента	Расход бетона, 100 м <sup>3</sup> /100 м <sup>3</sup>	Обоснование (РСН)	Объем фундамента	Расход бетона, 100 м <sup>3</sup> /100 м <sup>3</sup>
Е6-1-5	до 3 м <sup>3</sup>	101,5	Е6-1-8	до 25 м <sup>3</sup>	101,5
Е6-1-6	до 5 м <sup>3</sup>	101,5	Е7-6-8	более 25 м <sup>3</sup>	101,5
Е6-1-7	до 10 м <sup>3</sup>	101,5	Е7-6-9		

Примечание: - для устройства фундаментов используется тяжелый бетон класса С12/15(В12,5) с крупностью крупного заполнителя более 40 мм.

Таблица П 7.3 - Нормы потребности в бетоне при устройстве монолитных ленточных фундаментов [29]

Обоснование (РСН)	При ширине фундамента	Расход бетона, 100 м <sup>3</sup> /100 м <sup>3</sup>	Обоснование (РСН)	При ширине фундамента	Расход бетона, 100 м <sup>3</sup> /100 м <sup>3</sup>
Е6-1-22	до 1 м	101,5	Е6-1-23	более 1 м	101,5

Примечание: - для устройства фундаментов используется тяжелый бетон класса С12/15(В12,5) с крупностью крупного заполнителя более 40 мм.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологическая карта на производство земляных работ и устройство фундаментов подземной части одноэтажных каркасно-панельных промышленных зданий является важной составной частью ППР на производство работ нулевого цикла, устанавливает рациональную технологию производства указанных работ и регламентирует последовательность и режимы выполнения строительных процессов на базе современных прогрессивных достижений науки и практики строительства.

В учебно-методическом пособии, на основе нормативного документа «ТКП-45-1.01-159-2009(02250)», подробно представлена методика и порядок разработки технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов с приведением конкретных примеров выполнения наиболее сложных разделов, что позволяет рекомендовать пособие для использования руководителям и консультантам курсового и дипломного проектов, преподавателям, ведущим практические занятия, специалистам проектных и строительных организаций, а также студентам специальности 1 70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство" дневной и заочной форм обучения.

Пособие ориентирует разработчиков технологических карт на повсеместное применение комплексной механизации процессов и поточной организации труда и позволяет закрепить полученные в лекционном курсе «Технология строительного производства» знания на практическом уровне, что обеспечивает повышение качества образования будущих специалистов строительного профиля.

## Список литературы

1. Стандарт университета. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления: СТ БГТУ 01-2008 / Т.Н. Базенков, А.А. Кондратчик, И.И. Обухова. – Брест: БГТУ, 2008. – 46 с.
2. Строительство. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт: ТКП-45-1.01-159-2009(02250). – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2009. – 14 с.
3. Безопасность труда в строительстве. Общие сведения: ТКП 45-1.03-40-2006. - Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2007. - 45 с.
4. Безопасность труда в строительстве Строительное производство: ТКП 45-1.03-44-2006 (02250). - Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2007. - 33 с.
5. Пособие к строительным нормам Республики Беларусь. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ: П16-03 к СНБ 5.01.01-99. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2004. - 52 с.
6. Фундаменты плитные. Правила проектирования: ТКП-45-5.01-67-2007(02250). – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2009. - 136 с.
7. Щербач, В.П. Методические указания к выполнению курсового проекта "Производство монолитных бетонных и железобетонных работ" по дисциплине "Технология возведения зданий и сооружений" для студентов специальности 29 03. – Брест: БрПИ, 1991. - 56 с.
8. Инструкция по эксплуатации мелкощитовых опалубок "МОДОСТР" и "МОДОСТР-КОМБИ". – Минск: БелНИИС, 2001. - 60 с.
9. Опалубочные системы. Правила устройства: ТКП 45-5.03-23-2006 (02250).- Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2006. - 62 с.
10. Плосконосов, В.Н. Технология монолитного бетонирования в строительстве: конспект лекции. Брест: изд. БрГТУ, 2011. - 192 с.
11. Пчелин, В.Н. Методические указания по курсу "Основы строительного производства" / В.Н.Пчелин, В.П. Щербач, В.Н.Черноиван [и др.]. – Брест: УО БГТУ, 2002. - 71 с.
12. Земляные работы: ЕНиР. Сб. Е2. Вып. 1: Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. - 224 с.
13. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций: НЗТ. Сборник 4. Вып 1: Здания и промышленные сооружения. – М.: Минсктиппроект, 2009. - 97 с.
14. Внутростроечные транспортные работы: НЗТ. Сборник 1. –Мн.:Минсктиппроект, 2009.–36 с.
15. Земляные работы: НЗТ. Сборник 2. Вып.1: Ручные земляные работы.- М.: Минсктиппроект, 2009. - 49 с.
16. Устройство полов: НЗТ. Сборник 19. - М.: Минсктиппроект, 2009. - 46 с.
17. Штоль, Т.М. Технология возведения подземной части зданий и сооружений/ Т.М. Штоль [и др.] . – М.: Стройиздат, 1990, - 288 с.
18. Марионков, К.С. Основы проектирования производства строительных работ: учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1980. - 231 с.
19. Земляные работы / А.К.Рейш, А.В.Куртинов, А.П.Дегтярев [и др.]; под ред. А.К.Рейша. – М.: Стройиздат, 1984. - 320 с.
20. Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для строит. спец. вузов / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. –320 с.
21. Полосин, М.Д. Справочник молодого машиниста автомобильных, пневмоколесных и гусеничных кранов / М.Д. Полосин, Ю.И. Гудков. – М.: Высшая школа, 1990. - 271 с.

22. Технологическая карта на устройство столбчатых монолитных фундаментов с использованием мелкощитовой опалубки. – М.: ГУП ЦПП, 2001. - 30 с.
23. Манжелей, Ю.В. Механизация работ по устройству обратных засыпок в стесненных условиях/ Ю.В. Манжелей, Е.Д. Косенков, Г.И. Гескин. – М.: Стройиздат, 1976. -96 с.
24. Инструкция по устройству обратных засыпок грунта в стесненных местах: СН 536-81. – М.: Стройиздат, 1982. - 32 с.
25. Ганичев, И.А. Технология строительного производства, – М.: Стройиздат, 1972. - 466 с.
26. Пчелин, В.Н. Методические указания к выполнению курсового и раздела дипломного проектов "Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов": в 2-х частях. Часть 1: Определение номенклатуры и объемов работ и среднего расстояния перемещения грунта при планировке строительной площадки/ В.Н. Пчелин, В.П. Чернюк, В.П. Щербач [и др.]. – Брест: БПИ, 1999 - 46 с.
27. Пчелин, В.Н. Методические указания к выполнению курсового и раздела дипломного проектов "Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов": в 2-х частях. Часть 2. Технологическое проектирование земляных работ и работ по устройству нулевого цикла здания/ В.Н. Пчелин, В.П. Щербач, В.Н. Черноиван [и др.]. – Брест: УО БГТУ, 2003. - 84 с.
28. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы: РСН 8.03.107-2007. Сборник 7: Бетонные и железобетонные конструкции сборные. – Минск: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2007. – 656 с.
29. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы: РСН 8.03.106-2007. Сборник 6: Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. – Минск: РТЦ, 2007. - 650 с.
30. Схемы операционного контроля качества строительно-монтажных работ. – Минск: РТЦ, 1988. - 88 с.
31. Черноиван, В.Н. Методические указания к выполнению раздела "Охрана труда" в дипломном проекте для студентов специальности 29.03, 29.05, 29.08, 31.10/ В.Н. Черноиван, Н.А. Сташевская, В.П. Щербач [и др.]. – Брест: БПИ, 1997. -34 с.
32. Государственный стандарт Республики Беларусь. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Контроль качества и приемки работ. Параметры контроля и состав контролируемых показателей: СТБ 1164.0-99. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1999.- 20 с.
33. Государственный стандарт Республики Беларусь. Конструкции бетонные и железобетонные фундаментов. Общие технические условия: СТБ 1076-97. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1997.- 14 с.
34. Справочник технических требований по обеспечению качества строительно-монтажных работ.- Мн.: Минстройархитектуры ОАО "Стройкомплекс", 2003.
35. Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудование. – Изд. 2-е – М.: Стройинформ, Ростов н/Д. Феникс, 2008. – 382 с.
36. Сборные бетонные и железобетонные конструкции. Правила монтажа: ТКП 45-5.03-130-2009 (02250).- Минск: Министерство строительства и архитектуры РБ, 2008.- 22 с.
37. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления: ГОСТ 26433.1-89. – М.: Стройиздат, 1989. – 30 с.
38. Пособие к строительным нормам Республики Беларусь. Контроль степени уплотнения грунтов при возведении земляных сооружений: П12-2000 к СНБ 5.01.01-99. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2002. – 62 с.
39. Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения: ТКП 45-5.03-131-2009 (02250).- Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2009.- 20 с.

Учебное издание

Составители:

*Пчелин Вячеслав Николаевич*

*Щербач Валерий Петрович*

*Юськович Виталий Иванович*

*Чернюк Владимир Петрович*

*Ивасюк Петр Петрович*

## **РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ ОДНОЭТАЖНОГО КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНОГО ЗДАНИЯ**

**Учебно-методическое пособие**

к проведению практических занятий и выполнению курсового  
и раздела дипломного проектов по курсу

**«Технология строительного производства»**

для студентов специальности 70 02 01

*«Промышленное и гражданское строительство»*  
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Пчелин В.Н.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.

Корректор: Никитчик Е.В.

---

Подписано к печати 26.04.2013 г. Формат 80х64 1/16. Бумага «Снегурочка».  
Гарнитура Arial Narrow. Усл. п. л. 6,7. Уч. изд. л. 7,25.  
Заказ 439. Тираж 70 экз. Отпечатано на ризографе Учреждения образования  
«Брестский государственный технический университет»  
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.