

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

**М.В. Кочеткова**

## **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Учебно-методическое пособие  
по курсовому проектированию  
для направления подготовки  
08.03.01 «Строительство»

Пенза 2016

УДК 69.05(075.8)

ББК 38.6я73

К75

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Управление качеством и технология строительного производства», заслуженный работник высшего образования В.И. Логанина (ПГУАС)

**Кочеткова М.В.**

К75      Технологические процессы в строительстве: учеб.-метод. пособие по курсовому проектированию для направления подготовки 08.03.01 «Строительство»/ М.В. Кочеткова. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 120 с.

Изложена методика разработки технологической карты на нулевой цикл многоэтажного здания. Показаны процессы освоения строительной площадки, подсчета объемов работ, технологические взаимосвязи строительных машин. Приведено вариантное проектирование для выбора средств комплексной механизации процесса на основе технико-экономических показателей. Дан пример составления календарного плана производства работ, проведения мероприятий по контролю качества, экологии и охране труда, а также пример выполнения курсового проекта.

Учебно-методическое пособие подготовлено на кафедре «Управление качеством и технология строительного производства» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» и выполняющих курсовой проект по дисциплине «Технологические процессы в строительстве».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2016

© Кочеткова М.В., 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое учебно-методическое пособие предназначено для студентов, обучающихся по программе подготовки бакалавров по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

В соответствии с учебным планом и требованиями государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования специальности 08.03.01 «Строительство» дисциплина «Технологические процессы в строительстве» входит в базовую часть профессионального цикла. Дисциплина преподаётся в объёме 144 часа, в том числе 54 часа аудиторных занятий (лекции и практические занятия) и 90 часов самостоятельной работы, которая заключается в работе над курсовым проектом и подготовке к промежуточной аттестации (экзамену).

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: способности проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В результате изучения дисциплины «Технологические процессы в строительстве» студент должен:

*знать:*

- виды и особенности строительных процессов; технологию выполнения основных строительных процессов; потребные ресурсы; техническое и тарифное нормирование; требования к качеству строительной продукции и методы ее обеспечения; требования и пути обеспечения безопасности труда и охраны окружающей среды; методику выбора и документирования технологических решений на стадиях проектирования и реализации.

*уметь:*

- устанавливать состав рабочих операций и процессов; обоснованно выбирать метод выполнения строительного процесса и необходимые технические средства; разрабатывать технологические карты строительных процессов; определять трудоемкость строительных процессов, время работы машин и потребное количество рабочих, машин, механизмов, материалов, полуфабрикатов и изделий; оформлять производственные задания бригадам (рабочим); устанавливать объемы работ, принимать выполненные работы, осуществлять контроль за их качеством.

*владеть:*

- технологическими процессами строительного производства; способностью вести подготовку документации по менеджменту качества технологических процессов; организацией рабочих мест и работы производственных подразделений; способностью соблюдения экологической

безопасности; способностью вести анализ затрат и результатов деятельности производственных подразделений.

Целью учебного пособия является оказание методической помощи студентам и преподавателям при их совместной работе над курсовым проектом по дисциплине «Технологические процессы в строительстве» и дипломным проектом по разделу строительной технологии.

Приступая к работе над курсовым проектом, студент должен хорошо изучить данное пособие. Это позволит значительно сэкономить его рабочее время, упростит поиски справочной литературы. В приложении к пособию представлен макет курсового проекта, призванный облегчить труд студента при оформлении и защите выполненной им работы.

Все необходимые справочные данные, кроме норм и расценок (ЕНиР) на земляные и монтажные работы, также помещены в приложениях к учебному пособию.

Автор выражает признательность профессору кафедры УКиТСП, заслуженному строителю РФ, Почетному работнику высшего образования РФ Гусеву Николаю Ивановичу за помощь, оказанную при подготовке данного пособия.

## ВВЕДЕНИЕ

Основу высокопроизводительной деятельности строительных организаций составляют хорошо продуманные и осмысленные технические решения, принятые в процессе технологического проектирования, когда разрабатываются проекты производства работ, технологические карты, технологические схемы и другие организационные документы строительного производства. Проекты производства работ (ППР) разрабатывают подрядные строительные организации собственными силами или привлекают для этого специализированные фирмы. Проекты составляют, руководствуясь СП 48.13330.2011 «Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004», строительными нормами и технической литературой.

При выполнении курсового проекта студенты должны освоить методику технологического проектирования, приёмы определения области рациональных решений, принципы построения графиков производства работ при выполнении как простых, так и комплексных строительных процессов.

### *Тематика курсовых проектов*

- Технологическая карта на нулевой цикл многоэтажного здания.
- Технологическая карта на монтаж конструкций производственных и гражданских зданий.
- Технологическая карта на каменные работы.
- Технологическая карта на кровельные работы.

Курсовой проект разрабатывается студентом в процессе аудиторных занятий, самостоятельной работы и индивидуальных консультаций с преподавателем.

Курсовой проект состоит из расчётно-пояснительной и графической частей.

*Технологическая карта.* Это документ, регламентирующий последовательность и режимы выполнения строительного процесса на основе прогрессивных методов и комплексной механизации. Он содержит четыре раздела:

- Область применения.
- Организация и технология выполнения строительных процессов.
- Техничко-экономические показатели.
- Потребные материально-технические ресурсы.

Технологические карты являются важнейшей частью проекта производства работ (ППР) на строительство всего здания.

Технологические карты составляют на наиболее сложные строительные процессы (земляные, свайные, монтажные, бетонные, кровельные, отделочные и т.п.) или на комплекс процессов, входящих в объединяющий

их цикл, например нулевой, включающий земляные, монтажные, бетонные, изоляционные и др. процессы, в том числе специальные (водоснабжение, электроснабжение, канализация и т.п.).

В данном пособии изложен материал для курсового проекта по теме «Технологическая карта на нулевой цикл многоэтажного здания», в котором предстоит определить порядок разработки грунта в котловане под фундаменты, монтажа железобетонных конструкций и выполнения обратной засыпки пазух.

Разработанный проект представляют к защите в едином сброшюрованном блоке расчётной и графической частей на листах формата 210×297 мм (А4).

#### Шкала оценивания курсового проекта

<b>Оценка</b>	<b>Требования</b>
«отлично»	Работа соответствует теме задания. Продемонстрировано знание материала, отсутствуют фактические ошибки. Работа структурирована, логически выстроена, сопровождается адекватными иллюстрациями, чертежами. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений
«хорошо»	Работа соответствует теме задания. Продемонстрировано знание материала, встречаются несущественные фактические ошибки. Работа структурирована, логически выстроена, сопровождается адекватными иллюстрациями, чертежами. Работа в основном выполнена аккуратно, без помарок и исправлений
«удовлетворительно»	Работа соответствует теме задания. Продемонстрировано удовлетворительное знание материала, есть фактические ошибки (25%). Работа плохо структурирована. Иллюстрации, чертежи содержат ошибки
«неудовлетворительно»	Работа не соответствует теме задания. Продемонстрировано крайне слабое знание материала, присутствует много фактических ошибок. Иллюстрации и чертежи не соответствуют текстовой части или пояснительной записке. Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок и исправлений

## Задание на проектирование по варианту N ...

(все размеры в м)

Требуется разработать технологическую карту на возведение подземной части многоэтажного здания (нулевой цикл), показанного на эскизе задания, которое размещается на площадке N...(рис. 1), по нижеследующим значениям:

- площадка для застройки N...;
- расстояние между осями А и Б  $x = \dots$ , Б и В  $y = \dots$ ,  $z = \dots$ ;
- ширина внешних фундаментов  $a_1 = \dots$ , внутренних  $a_2 = \dots$ ;
- отметка заложения фундаментов  $h = \dots$ ;
- число плит, монтируемых краном с одной стоянки,  $\Xi = \dots$

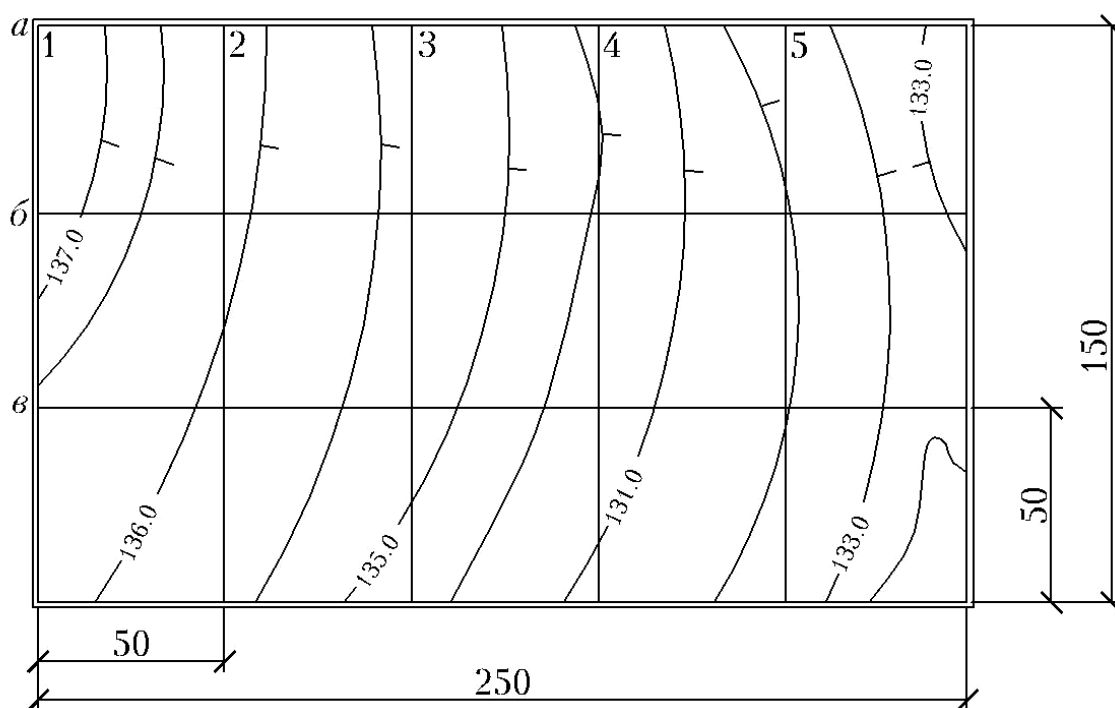


Рис. 1. Площадка N... для застройки

По данным геологических изысканий установлены следующие напластования грунтов (внести только напластования по заданию):

- растительный грунт,  $p = \dots$ ;
- супесь,  $q = \dots$ ;
- песок мелкий,  $r = \dots$ ;
- песок средней крупности,  $s = \dots$ ;
- песок с гравием,  $v = \dots$ ;
- лессовидный суглинок,  $t = \dots$ ;
- глина мягкая,  $m = \dots$ ;
- глина со щебнем,  $n = \dots$ ;
- суглинок с гравием,  $d = \dots$ ;
- глина тяжелая,  $f = \dots$ ;

- отметка уровня грунтовых вод (от уровня отметки пола первого этажа здания)  $h_{\text{угв}} = -\dots$ ;
  - приток воды, л/(ч м<sup>2</sup>),  $\alpha_g = \dots$ ;
  - дальность перевозки грунта, км,  $L = \dots$ ;
  - индекс калькуляции  $K = \dots$
- Задание получено .....
- Защита проекта .....

Разработанный проект представляют к защите в составе пояснительной записки, иллюстрированной рисунками, в едином сброшюрованном блоке. Вопросы для подготовки к защите проекта представлены в прил. 2. Пояснительная записка и рисунки могут быть выполнены на любой бумаге от руки или на компьютере.

Пояснительная записка включает титульный лист (прил. 3), вышеуказанное задание на проектирование, оглавление, четыре главы текста (по числу глав данного пособия и с теми же наименованиями) и список использованной литературы. Пояснительная записка излагается на листах формата 210×297 мм, поля слева – 20 мм, прочие – 5 мм. Её иллюстрируют схемами и чертежами, масштабы которых автор курсового проекта выбирает по своему усмотрению.

Все размеры в расчетах и обозначениях на чертежах следует принять в метрах (м).

Пояснительная записка ни в коем случае не должна повторять текст глав 1, 2, 3, 4 и прил. 15. Автор формулирует текст своей записки только на основе проработанной технической литературы по библиографическому списку и применительно к указаниям разделов 1...4.

**Напоминание автору курсового проекта!** Пример выполнения курсового проекта (см. прил. 15) содержит ряд специально введенных в него искажений и ошибок, которые служат простым средством обнаружения недобросовестного списывания.

Пояснительная записка должна быть подписана автором курсового проекта с указанием даты разработки проекта.



## 1. ПРИВЯЗКА ЗДАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ЗАСТРОЙКИ

По габаритным размерам здания нужно произвольно разместить его на выделенной площадке N для застройки (см. рис. 1).

На плане строительной площадки (рис. 2) следует показать закрепление разбивочных осей не менее чем четырьмя створными знаками (№1...8), привязав к ним оси здания (размеры «а» и «б»). Нужно определить также положение не менее двух высотных реперов (№ 9, 10). Разбивочную геодезическую основу принимают от заказчика по акту с приложением схемы расположения геодезических знаков, на которой указаны абсолютные отметки двух высотных реперов. Приемку знаков осуществляют не менее чем за 10 дней до начала строительства [2, п. 2.9]. До начала геодезических работ площадка должна быть освобождена заказчиком от подземных коммуникаций (в границах котлована), а также от строений и зеленых насаждений, подлежащих сносу, в минимальных пределах, обеспечивающих возможность нормального (нестесненного) ведения строительного-монтажных работ (СМР) на объекте.

По данным задания и схеме здания (см. прил. 1) нужно вычертить план фундаментов и разрез (рис. 3).

Автор проекта принимает решение о разработке котлована с естественными откосами или с вертикальными откосами, требующими крепления. Крепления применяют лишь в стесненных условиях строительства, в плавунных грунтах, при глубине котлована более 1,5 м. В котловане с естественными откосами размеры котлована поверху будут больше размеров котлована понизу на величину  $2mh$ , где  $h$  – глубина котлована,  $m$  – показатель откоса. Глубину котлована можно условно принять равной отметке заложения фундаментов  $h$  (по заданию) за вычетом отметки отмостки (1,5 м). Показатель откоса – это отношение заложения откоса к его высоте, т.е. величина, обратная крутизне откоса, которая показывает отношение высоты откоса к его заложению.

Для производства монтажных и других строительных работ в котловане нужно сделать транспортные спуски шириной  $b_{сп}^B$  не менее 3 м по коротким сторонам котлована (см. рис. 2). Для возможности заезда по спуску в пролеты между осями А-Б и Б-В спуски расширяются книзу ( $b_{сп}^B$ ) до 7 м. Длину спуска можно принять из расчета 7 м на каждый метр глубины котлована.

Грунт для обратной засыпки пазух отсыпают по периметру котлована в кавальер. Его размещают не ближе 2 м от откоса котлована. Ширина основания кавальера составляет 5–8 м, в зависимости от объема обратной засыпки. Так как на торцах котлована имеются въезды (спуски) и выезды, то кавальеры размещают вдоль них и котлована. Тогда кавальеры по длинным сторонам котлована могут иметь длину, бóльшую на 20–30 м, чем эти стороны  $z$  (см. рис. 2).

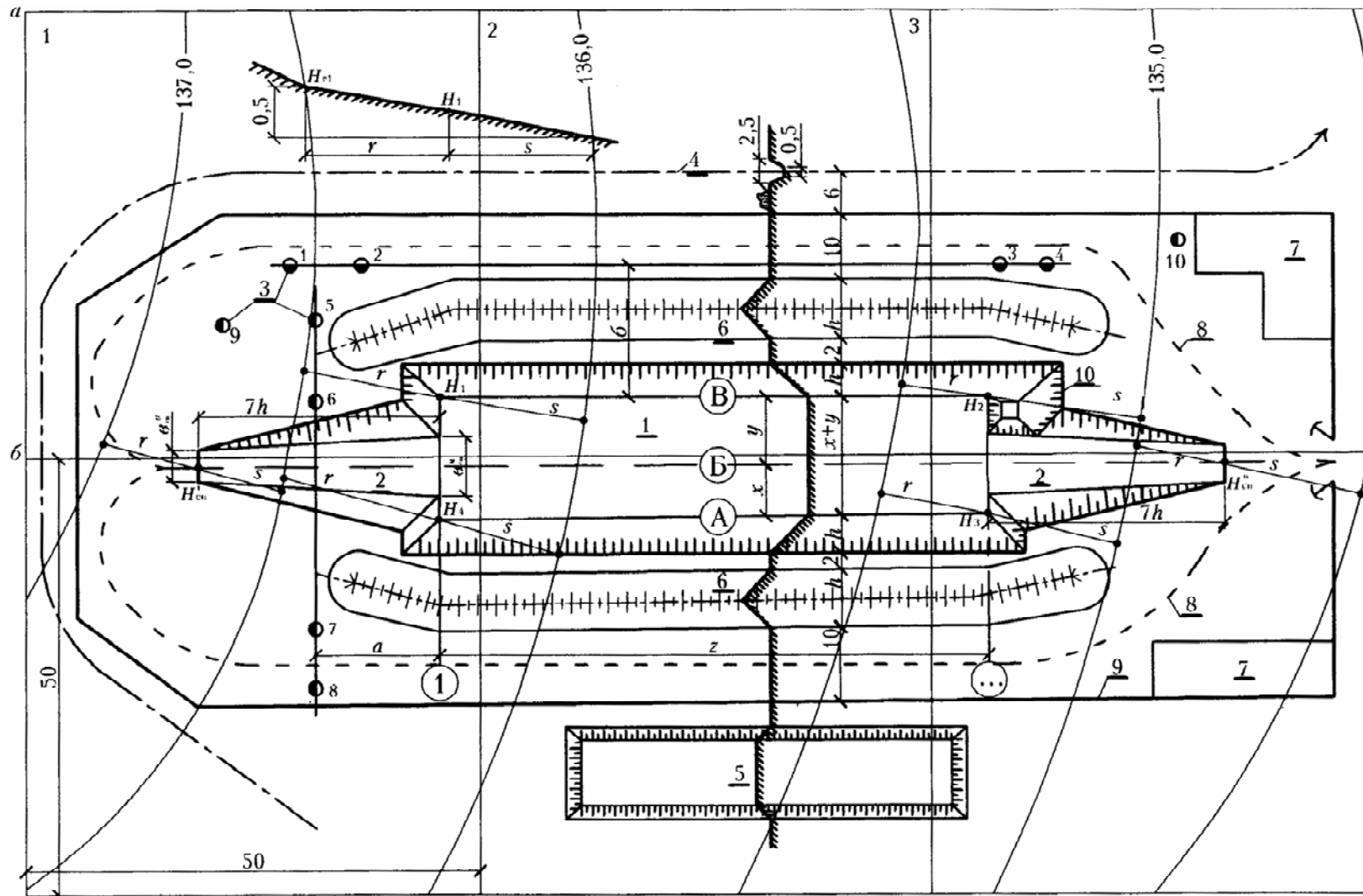


Рис. 2. План строительной площадки:

1 – котлован; 2 – спуск в котлован; 3 – створные знаки и реперы; 4 – нагорная канава; 5 – склад растительного грунта; 6 – кавальеры; 7 – бытовки и склады; 8 – дорога; 9 – забор; 10 – зумпф (только для открытого водоотлива)

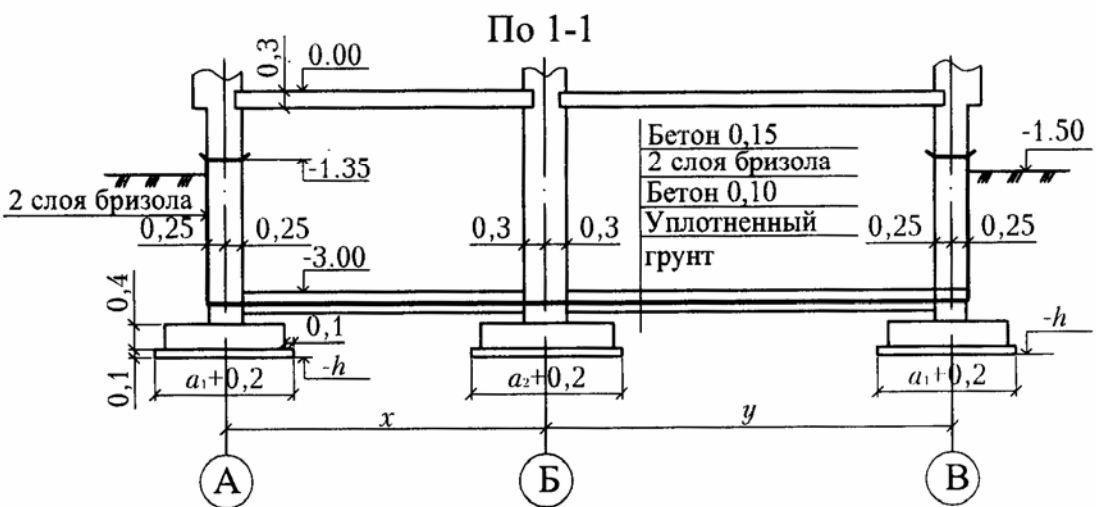
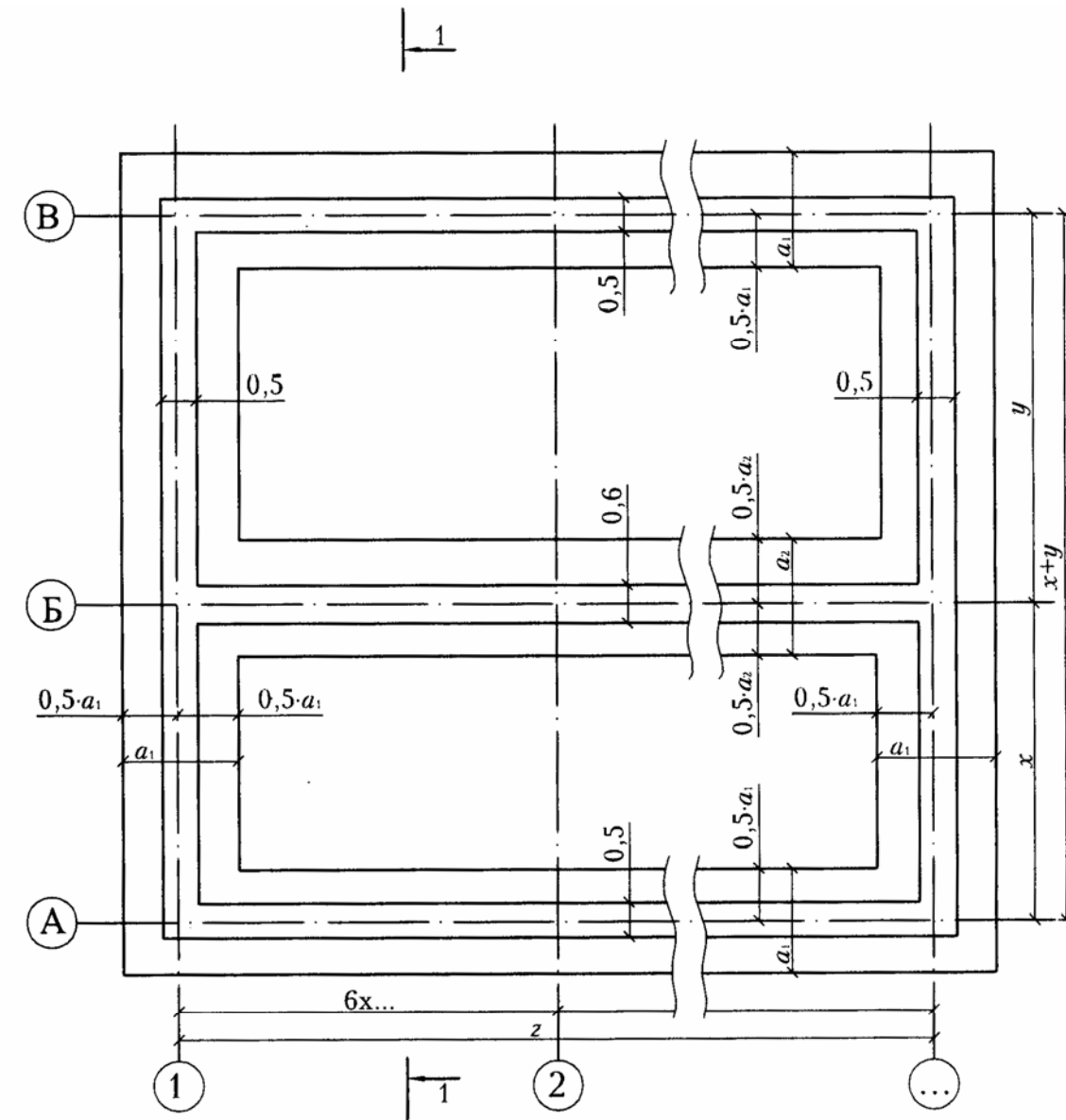


Рис. 3. План фундаментов здания

В начале строительства требуется срезать почвенно-растительный слой и сформировать его в специальный склад растительного грунта площадью 500–1000 м<sup>2</sup>. Нужно также определить местоположение склада. Его располагают недалеко от котлована, но склад не должен мешать производству работ (см. рис. 2).

Для защиты котлована от затопления дождевой и талой водой со стороны повышенной части рельефа отрывают нагорную канаву глубиной 1 м и шириной понизу около 0,5 м. Грунт из канавы укладывают с пониженной по рельефу стороны канавы. Располагают ее так, чтобы она огибала строительную площадку в пределах точек, находящихся выше поверхности котлована и спусков в него, что видно по отметкам горизонталей. Допускается использование кавальеров в качестве преград против затопления котлована поверхностными водами [3, п. 2.15,а]; в этом случае делают короткую канаву лишь с верховой его стороны (см. рис. 2).

Территория строительной площадки должна быть минимальной, но с возможностью размещения на ней объекта, складов, дорог, бытовых помещений и т.п. По ее границам возводят ограждение. Нагорная канава, склад грунта могут располагаться полностью или частично вне территории строительной площадки.

Все вышеперечисленные элементы необходимо указать на рис. 2.

Абсолютную отметку отмостки здания  $H_{зд}$  принимают как усредненную черную отметку грунта в месте его расположения. Для этого нужно вычислить черные отметки грунта по углам здания ( $H_1, H_2, H_3, H_4$ ) путем интерполяции между отметками ближайших от данного угла горизонталей (расстояния  $r$  и  $s$  на рис. 2). Эти расстояния определяют графически с помощью масштаба, а для вычисления отметок углов здания составляют пропорции. Например:

$$\text{для } H_1 \quad \frac{H_{r1} - H_1}{r} = \frac{0,5}{r + s};$$

$$H_{зд} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{4}.$$

Также вычисляют и отметки начал спусков в котлован  $H'_{сп}$  и  $H''_{сп}$ .

Относительная отметка  $h_0$  в здании (обычно отметка пола первого этажа) соответствует абсолютной отметке

$$H_{абс}^0 = H_{зд} + 1,5,$$

где 1,5 – расстояние от уровня отмостки здания до уровня пола первого этажа.

Технические характеристики грунтов (по заданию) нужно представить в табл. 1 по форме прил. 4.

Таблица 1

## Технические характеристики грунтов


Показатель откоса  $m$ , т.е. отношение заложения откоса к его высоте, для разных видов грунтов (прил. 4) приведены в табл. 1. Крутизну откосов принимают в котловане по наиболее слабому (наибольшая величина  $m$ ) пласту грунта (рис. 4). При этом крутизна откосов в мокрых грунтах уменьшается на 30 % ( $1,3m$ ). Уровень мокрых грунтов (УМГ) определяют по уровню грунтовых вод (УГВ), указанному в задании ( $-h_{\text{УГВ}}$ ). УМГ выше УГВ на величину капиллярного поднятия воды данным грунтом, принимаемую по прил. 4 (табл. 1).

Ширина котлована понизу в уровне подошвы фундамента (низ песчаной подушки)  $b_{\text{н}} = x + y + 2\alpha$ , а длина  $l_{\text{н}} = z + 2\alpha$ , где  $\alpha$  – расстояние от оси фундамента до основания откоса (см. рис. 4).  $\alpha = 0,5a_1 + 0,1 + 0,2$ . Здесь 0,1 – уширение для песчаной подушки; 0,2 – технологическое уширение основания выемки согласно [3].

Из условия размещения в пазухе рабочих, например, при устройстве гидроизоляции, ширина пазухи должна быть не менее 0,6 м [3], т.е.

$$\alpha \geq \beta + 0,6 \text{ м,}$$

где  $\beta$  – толщина стены подвала от ее оси до наружной поверхности.

Относительная усредненная отметка поверхности котлована  $h_{\text{пов.к}}$  после снятия слоя растительного грунта  $p$

$$h_{\text{пов.к}} = h_0 - 1,5 - p.$$

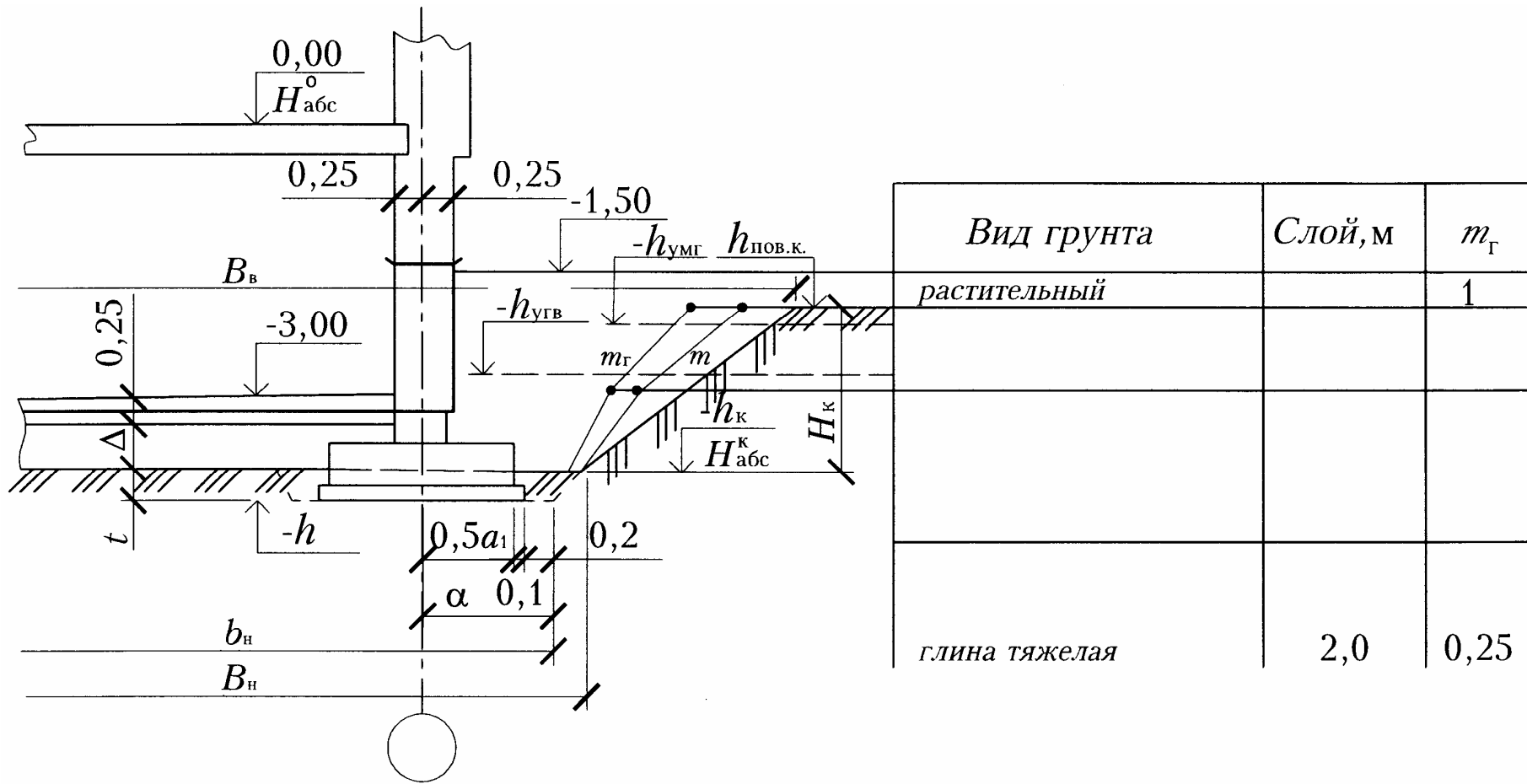


Рис. 4. Формирование откосов котлована и его гидрологические данные

## 2. ПОДСЧЕТ ОБЪЕМОВ РАБОТ

### 2.1. Устройство нагорной канавы

Глубину канавы  $h_{н.к}$  принимают 1 м, ширину понизу – около 0,5 м (по ширине ковша экскаватора + 0,1 м), крутизну откосов  $m_{н.к} = 1$ . Длину  $l_{н.к}$  определяют по масштабу (см. рис. 2). Объем грунта в нагорной канаве

$$V_{н.к} = (0,5 + (0,5 + 2 m_{н.к} h_{н.к})) \cdot h_{н.к} \cdot l_{н.к} / 2.$$

Весь объем разрабатывается экскаватором навывмет [8, § E2-1-16]. Грунты отнесены к первой группе.

### 2.2. Срезка растительного грунта и его перемещение

Грунт, срезанный слоем  $p$ , убирают с той территории стройплощадки, где он может быть поврежден при производстве работ. Разбив эту территорию повреждения на элементарные фигуры, по масштабу (см. рис. 2) определяют площадь срезки растительного грунта  $F_{р.г}$  и положение ее центра тяжести.

Объем растительного грунта

$$V_{р.г} = F_{р.г} \cdot p.$$

Его размещают в штабеле высотой  $h_{ш} = 2,5-3,5$  м.

Площадь штабеля грунта по середине его высоты

$$F_{ш}^{сред} = \frac{V_{р.г}}{h_{ш}} \cdot \frac{100 + \Pi_{п.р}}{100},$$

где  $\Pi_{п.р}$  – показатель первоначального разрыхления растительного грунта, %, принимаемый по табл. 1.

Исходя из условий стройплощадки, нужно принять длину  $l_{ш}$  и ширину штабеля (или нескольких штабелей)  $b_{ш}$  по середине его (их) высоты и определить его (их) геометрические размеры с учетом крутизны откосов  $m_{р.г} = 1$ . Тогда длина и ширина склада под штабель составят:

$$l_{скл} = l_{ш} + 0,5 \cdot h_{ш} \cdot 2; \quad b_{скл} = b_{ш} + 0,5 \cdot h_{ш} \cdot 2.$$

Для определения расстояния перемещения грунта  $L_{перем}$  находят положение центра тяжести площади склада в месте его размещения на стройплощадке. Расстояние  $L_{перем}$  от этого центра тяжести до центра тяжести площади срезки определяют по масштабу (см. рис. 2) и округляют в большую сторону до целого десятка метров. Грунт, отнесенный к 1-й группе, разрабатывают и перемещают бульдозером [8, § E2-1-5 и E2-1-22, ПР-3].

### 2.3. Устройство котлована и траншей под фундаменты

Отметка поверхности грунта под полами подвала составляет  $-3 - 0,25 = -3,25$ . Однако котлован следует выкопать ниже этой отметки на величину  $\Delta$  (см. рис. 4), полагая, что грунт, вытесненный фундаментами в объеме  $V_{\phi}$ , будет рассыпан по площади подвала  $F_{\text{пола}}$  с учетом показателя остаточного разрыхления для грунтов в траншеях под фундаменты  $\Pi_{\text{o.p}}^{\text{тр}}$  (см. табл. 1). Объем фундаментов  $V_{\phi}$  подсчитывают по значениям  $a_1$  и  $a_2$  (по заданию) на высоту от глубины залегания ( $-h$ ) до отметки минус 3,25.

$$F_{\text{пола}} = [(x - 0,55) + (y - 0,55)] \cdot (z - 0,50);$$

$$\Delta = \frac{V_{\phi} (100 + \Pi_{\text{o.p}}^{\text{тр}})}{F_{\text{пола}} \cdot 100}.$$

Фактическая глубина котлована

$$H_{\text{к}} = 3,25 + \Delta - h_{\text{пов.к.}}$$

Относительная отметка дна котлована

$$h_{\text{к}} = -h_{\text{пов.к.}} - H_{\text{к.}}$$

Абсолютная отметка дна котлована

$$H_{\text{абс}}^{\text{к}} = H_{\text{абс}}^0 - h_{\text{к}}.$$

Так как под фундаменты в котловане отрываются траншеи глубиной  $t$  (с показателем откоса  $m_t$ , см. рис. 4), то защитный слой грунта в котловане можно не оставлять и выбирать его экскаватором до отметки  $h_{\text{к}}$ .

$$t = -h_{\text{к}} - (-h).$$

Ширина траншей под наружные стены длиной  $(x + y + z) \cdot 2$  понизу

$$a_{1\text{н}} = a_1 + 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,2,$$

ширина поверху

$$a_{1\text{в}} = a_{1\text{н}} + 2 \cdot t \cdot m_t.$$

Ширина траншеи под внутреннюю стену длиной  $z$  понизу

$$a_{2\text{н}} = a_2 + 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,2,$$

ширина поверху

$$a_{2\text{в}} = a_{2\text{н}} + 2 \cdot t \cdot m_t.$$

Объем грунта в траншеях глубиной  $t$

$$V_t = [(a_{1\text{н}} + a_{1\text{в}})(x + y + z) + (a_{2\text{н}} + a_{2\text{в}}) \cdot z / 2] \cdot t.$$

Разрабатывать этот грунт соответствующей группы (см. табл. 1) можно экскаватором с планировочным ковшом навывмет [8, §E2-1-14] или вручную [8, §E2-1-47] с учетом его липкости. Зачистка дна траншей входит в состав работы по разработке грунта.

Ранее определенные размеры котлована понизу в уровне заложения фундаментов  $b_{\text{н}}$  и  $l_{\text{н}}$  увеличатся и составят:

$$B_{\text{н}} = b_{\text{н}} + 2tm; \quad L_{\text{н}} = l_{\text{н}} + 2tm.$$



Ширина котлована поверху:

$$B_B = B_H + 2mH_K.$$

Длина котлована поверху:

$$L_B = L_H + 2mH_K.$$

Объем котлована:

$$V_K = \frac{H_K}{6} [B_H \cdot L_H + B_B \cdot L_B + (B_H + B_B) \cdot (L_H + L_B)].$$

## 2.4. Объем выемок для спусков в котлован

Объем выемки для спуска крутизной  $\varphi = 10-15^\circ$  можно расчленить на элементарные геометрические фигуры, определить их объем и сложить (рис. 5). Из полученного объема следует исключить объем пазухи в пределах спуска. Длина спуска

$$l_{\text{сп}} = \frac{H_K}{\text{tg}\varphi}$$

или

$$l_{\text{сп}} \approx 7 \cdot H_K.$$

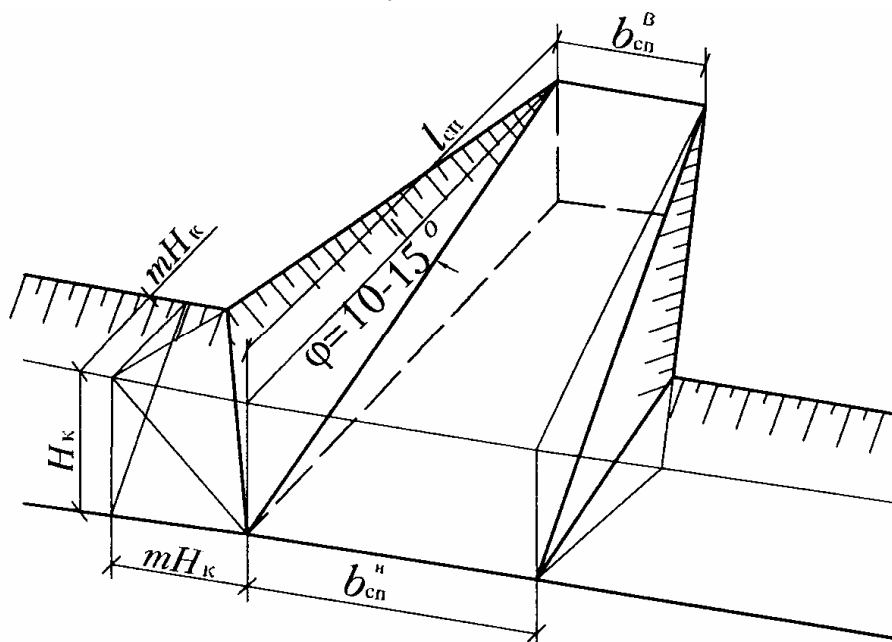


Рис. 5. Спуск в котлован (пандус)

Ширина спуска поверху  $b_{\text{сп}}^B = 3$ ; понизу  $b_{\text{сп}}^H = 7$ .

С некоторым приближением объем спуска можно определить:

$$V'_{\text{сп}} = \frac{l_{\text{сп}} \cdot H_K}{6} (b_{\text{сп}}^B + 2b_{\text{сп}}^H + 2 \cdot m \cdot H_K) - \frac{m \cdot H_K^2}{2} (b_{\text{сп}}^H + m).$$

При двух и более спусках величину  $V'_{\text{сп}}$  нужно умножить на количество спусков, чтобы получить объем  $V_{\text{сп}}$ .

## 2.5. Работы по водопонижению или открытому водоотливу

**Понижение уровня грунтовых вод.** В грунтах, хорошо пропускающих воду и не удерживающих крутые откосы, целесообразно применять искусственное водопонижение с помощью дренажных устройств или иглофильтровых установок. Это грунты, имеющие коэффициент фильтрации  $K_f$  более 2 м/сут (прил. 5). Иглофильтры обеспечивают понижение УГВ до 5 м (при одноярусном понижении). Обычно понижают УГВ на 0,5 м ниже дна котлована.

Легкие иглофильтровые установки (ЛИУ) состоят из набора стандартного оборудования, поэтому в большинстве случаев параметры установок принимают конструктивно, без фильтрационных расчетов, исходя из геологических условий (см. прил. 5) и размеров котлована. Шаг иглофильтров и длины всасывающих коллекторов для кольцевых установок (вокруг котлована) можно подобрать по данным, приведенным в прил. 6.

В грунтах с  $K_f$  менее 3 м/сут расстояние между иглофильтрами не должно превышать 0,75 м.

**Открытый водоотлив.** Открытый водоотлив применяют при разработке грунтов, обеспечивающих устойчивость откосов, а также в слабых песчаных грунтах, но с креплением откосов. Основными элементами водоотлива являются водосборная канава, зумпф, насосы и сбросный трубопровод.

Приток грунтовой воды  $\alpha_v$ , л/ч, с 1 м<sup>2</sup> поверхности котлована, лежащего ниже УГВ, приведен в задании на курсовой проект.

Поступление воды в котлованы, м<sup>3</sup>/ч, определяют по формулам

$$Q_{\text{поступл}} = \alpha_v F_{\text{вод}} / 1000;$$

$$F_{\text{вод}} = B_n \cdot L_n + 2(B_n + L_n) \cdot (-h_{\text{УГВ}} - (-h_k)).$$

Расчетное количество насосов

$$n_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{поступл}}}{Q_{\text{насос}}},$$

где  $Q_{\text{насос}}$  – производительность насоса, м<sup>3</sup>/ч (прил. 7).

Действительное количество насосов  $n_{\text{действ}}$  принимают с учетом необходимого резерва. При расчетном количестве насосов 1–5 и более количество резервных насосов принимают соответственно 100%, 50%, 30%, 25%, 1 насос.

Сбросный трубопровод прокладывают в пониженную часть рельефа.

Зумпф (колодец) размерами в плане не менее 2×2 м отрывают за пределами внешней кромки фундаментов глубиной на 1 м ниже дна котлована (см. рис. 2).

Объем зумпфа

$$V_{\text{зумп}} = 2(mH_k + m + 2)(H_k + 1)(m + 1).$$

Объем работ по удалению воды из котлована определяют по затратам времени мотористами 4–5-го разряда, чел.-ч, при необходимости производить откачку непрерывно [3, п. 2.11], т.е. в три смены и без выходных дней. Таким образом, ежедневно потребуется работа четырех мотористов по 8 часов (32 чел.-ч).

До начала работ по водопонижению перед разработкой грунта необходимо обследовать техническое состояние зданий и сооружений, находящихся в зоне работ, а также уточнить расположение существующих подземных коммуникаций [3, п. 2.2] путем отшурфовки, т.е. вскрытия в характерных точках по линии данной коммуникации.

Разработку котлована при открытом водоотливе начинают с зумпфа, в который сразу устанавливают насосы и включают их в работу.

Удаление воды прекращают после выполнения гидроизоляционных работ и засыпки пазух, а также после засыпки траншей с подземными коммуникациями.

Объем работ  $W$ , чел.-ч, по удалению воды из котлована

$$W = 32T,$$

где  $T$  – количество дней водоудаления (уточняют по приведенному на рис. 14 календарному плану работ), с учетом выходных и праздничных дней.

## 2.6. Обратная засыпка пазух и подсыпка под полы

Для подсчета объема обратной засыпки нужно определить площадь поперечного сечения пазух (рис. 6).

Как видно из рис. 6, объем грунта в пазухах котлована

$$V_{\text{к паз}}^{\text{паз}} = \frac{b_{\text{паз}}^{\text{H}} + b_{\text{паз}}^{\text{B}}}{2} \cdot H_{\text{к}} \cdot P_{\text{паз}},$$

где  $b_{\text{паз}}^{\text{H}}$  – расстояние от основания откоса котлована до стены подвала,

$$b_{\text{паз}}^{\text{H}} = \frac{B_{\text{H}} - (x + y)}{2} - 0,25;$$

$$b_{\text{паз}}^{\text{B}} = b_{\text{паз}}^{\text{H}} + m \cdot H_{\text{к}};$$

$H_{\text{к}}$  – глубина котлована;

$B_{\text{H}}$  – ширина котлована понизу.

Периметр пазух

$$P_{\text{паз}} = (x + y + z + 1,5 \cdot 4) \cdot 2.$$

Здесь цифрой 1,5 условно показано расстояние от центра тяжести Ц площади поперечного сечения пазухи до осей здания по наружным стенам.

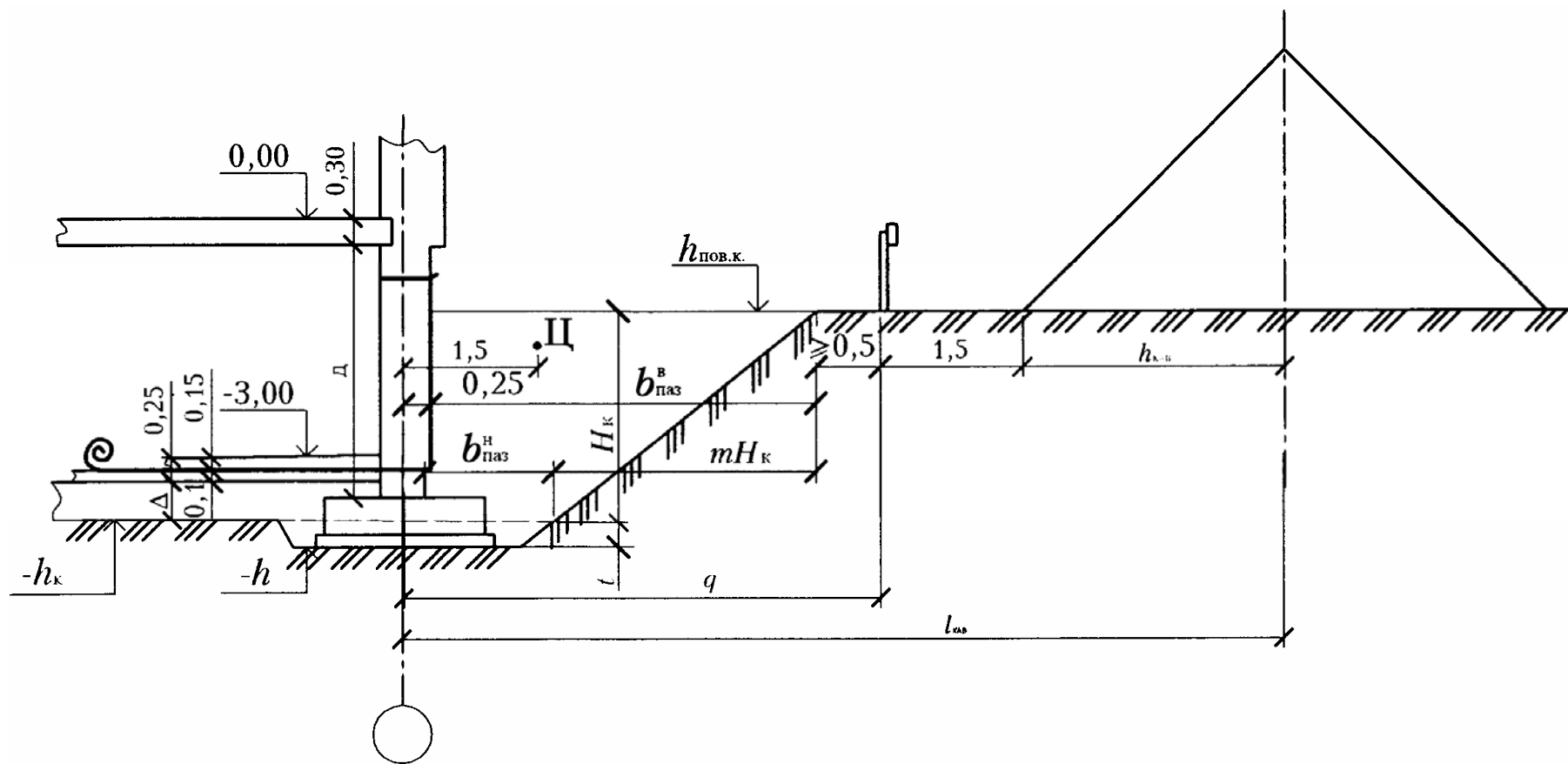


Рис. 6. Обратная засыпка пазух

Потребуется также выполнить обратную засыпку спусков в объеме  $V_{\text{сп}}$  и зумпфа (если его соорудили) в объеме  $V_{\text{зумп}}$ .

Общий объем обратной засыпки пазух

$$V^{\text{паз}} = V_{\text{к}}^{\text{паз}} + V_{\text{сп}} + V_{\text{зумп}}.$$

Фактически грунта для обратной засыпки потребуется меньше с учетом остаточного разрыхления  $\Pi_{\text{о.р}}$  (см. табл. 1). Весь этот грунт экскаватор будет разрабатывать навывмет:

$$V^{\text{вым}} = \frac{V^{\text{паз}} \cdot 100}{100 + \Pi_{\text{о.р}}}.$$

Тогда грунт, подлежащий вывозу на транспорте:

$$V^{\text{транс}} = V_{\text{к}} + V_{\text{сп}} + V_{\text{зумп}} - V^{\text{вым}}.$$

Общий объем разработки грунта

$$V = V^{\text{вым}} + V^{\text{транс}}.$$

В этом объеме могут содержаться глинистые грунты, расположенные ниже уровня мокрых грунтов общей толщиной  $h_{\text{к}}^{\text{лип}}$ , которые в мокром виде налипают на ковш экскаватора и инструмент, что учитывают при нормировании работ.

Процент липких грунтов

$$Л = \frac{h_{\text{к}}^{\text{лип}} \cdot 100}{H_{\text{к}}}.$$

Грунт, разрабатываемый навывмет, размещают по обеим сторонам котлована в кавальерах длиной  $L_{\text{кав}} = 2z + (40 \dots 60)$ . При этом объем разрыхленного грунта в кавальерах  $V_{\text{кав}}$  будет больше  $V^{\text{вым}}$  с учетом показателя первоначального разрыхления  $\Pi_{\text{п.р}}$  (см. табл.1):

$$V_{\text{кав}} = V^{\text{вым}} \cdot \frac{100 + \Pi_{\text{п.р}}}{100}.$$

Площадь поперечного сечения кавальера или объем грунта на его 1 пог. м

$$F_{\text{кав}} = \frac{V_{\text{кав}}}{L_{\text{кав}}}.$$

Высота кавальера при крутизне его откосов 1:1 ( $m = 1$ )

$$h_{\text{кав}} = \sqrt{F_{\text{кав}}}.$$

Ширина основания кавальера равна  $2h_{\text{кав}}$ .

Грунт из кавальеров в пазухи засыпают бульдозером с перемещением грунта до 15 м (расстояние должно быть округлено до 5 м) при его одновременном послойном трамбовании [8, §E2-1-34].

Площадь трамбования

$$f_{\text{трамб}} = \frac{V^{\text{вым}}}{\delta},$$

где  $\delta$  – глубина уплотнения грунта (за 2 прохода) используемой трамбовкой [8, §E2-1-59].

Объем грунта для обратной засыпки пазух в траншеях в подвале и для подсыпки под полы равен объему грунта, вынутого из траншей  $V_t$  (подразд. 2.3). Трамбование этого грунта входит в состав работы по обратной засыпке [8, § E2-1-58].

## 2.7. Работы по устройству фундаментов

Необходимо подсчитать нижеследующие объемы:

- Песчаная подсыпка  $\Phi_{\text{подс}}$ , м<sup>2</sup>, слоем до 0,1 м.

$$\Phi_{\text{подс}} = (x + y + z) \cdot 2 \cdot (a_1 + 2 \cdot 0,1) + z(a_2 + 2 \cdot 0,1).$$

- Монтаж фундаментных блоков шириной (по оси фундаментов) 1 м.

Количество элементов  $N_1$  весом до 1,5 т:

при значениях  $a_1 < 1,5$  м  $N_1' = (x + y + z) \cdot 2$  элементов;

при значениях  $a_2 < 1,5$  м  $N_1'' = z$  элементов.

Всего  $N_1 = N_1' + N_1''$  элементов.

Количество элементов  $N_2$  весом до 3,5 т:

при значениях  $a_1 > 1,5$  м  $N_2' = (x + y + z) \cdot 2$  элементов;

при значениях  $a_2 > 1,5$  м  $N_2'' = z$  элементов;

Всего  $N_2 = N_2' + N_2''$  элементов.

Следует подсчитать объем фундаментных блоков  $V_{\text{ф.б.}}$ , м<sup>3</sup>.

- Монтаж бетонных стеновых блоков весом до 1,5 т.

Высота стен  $D$  от верха фундаментного блока до отметки минус 0,30 (см. рис. 6) составляет:

$$D = h - 0,1 - 0,4 - 0,3 = h - 0,8.$$

Объем стен, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{стен}} = [(x + y + z) \cdot 2 \cdot 0,5 + z \cdot 0,6] \cdot D.$$

Объем одного блока весом до 1,5 т принят 0,5 м<sup>3</sup>.

Количество элементов

$$N_3 = \frac{V_{\text{стен}}}{0,5}.$$

- Бетонная подготовка слоем 10 см под гидроизоляцию пола подвала, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{подгот}} = F_{\text{пола}} \cdot 0,1;$$

$$F_{\text{пола}} = [(x - 0,55) + (y - 0,55)] \cdot (z - 0,5).$$

- Пригрузочный бетон слоем 15 см по гидроизоляции, м<sup>3</sup>:

$$V_{\text{пригр}} = F_{\text{пола}} \cdot 0,15.$$

- Оклеечная горизонтальная гидроизоляция подвала в 2 слоя бризола (см. рис. 3), м<sup>2</sup>:

$$F_{\text{гор.из.}} = (x + y + 0,5) \cdot (z + 0,5).$$

- Оклеечная вертикальная гидроизоляция стен подвала в 2 слоя бризола (см. рис. 3), м<sup>2</sup>:

$$F_{\text{верт.из.}} = 1,8(x + y + z + 1) \cdot 2.$$

- Оклеечная горизонтальная гидроизоляция стен подвала на отметке минус 1,35 в 2 слоя рубероида (см. рис. 3), м<sup>2</sup>:

$$F_{\text{стен}} = (x + y + z) \cdot 2 \cdot 0,55.$$

- Монтаж плит (шириной 1,5 м) перекрытия над подвалом. Высота плит 22 см.

Количество элементов площадью до 10 м<sup>2</sup>:

$$n_{\text{пл}} = \frac{z}{1,5} \cdot 2.$$

Следует подсчитать объем плит  $V_{\text{пл}}$ , м<sup>3</sup>.

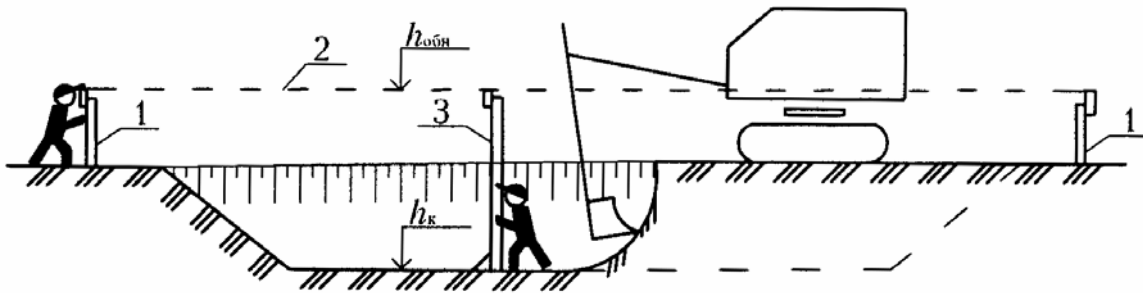
## 2.8. Работы по инженерному обеспечению

К работам по инженерному обеспечению относятся закрепление разбивочных осей створными знаками, устройство высотных реперов (см. рис. 2), сооружение обноски. Все геодезические знаки необходимо огородить. Общая длина ограждения  $l_{\text{огр}}$  с опорами (столбами) через 2 м. Количество столбов ограждения

$$n_{\text{огр}} = \frac{l_{\text{огр}}}{2}.$$

Обноска (рис. 7) необходима для контроля глубины копания котлована, для переноса осей стен на основание, для разметки положения элементов фундаментов по осям.

а



б

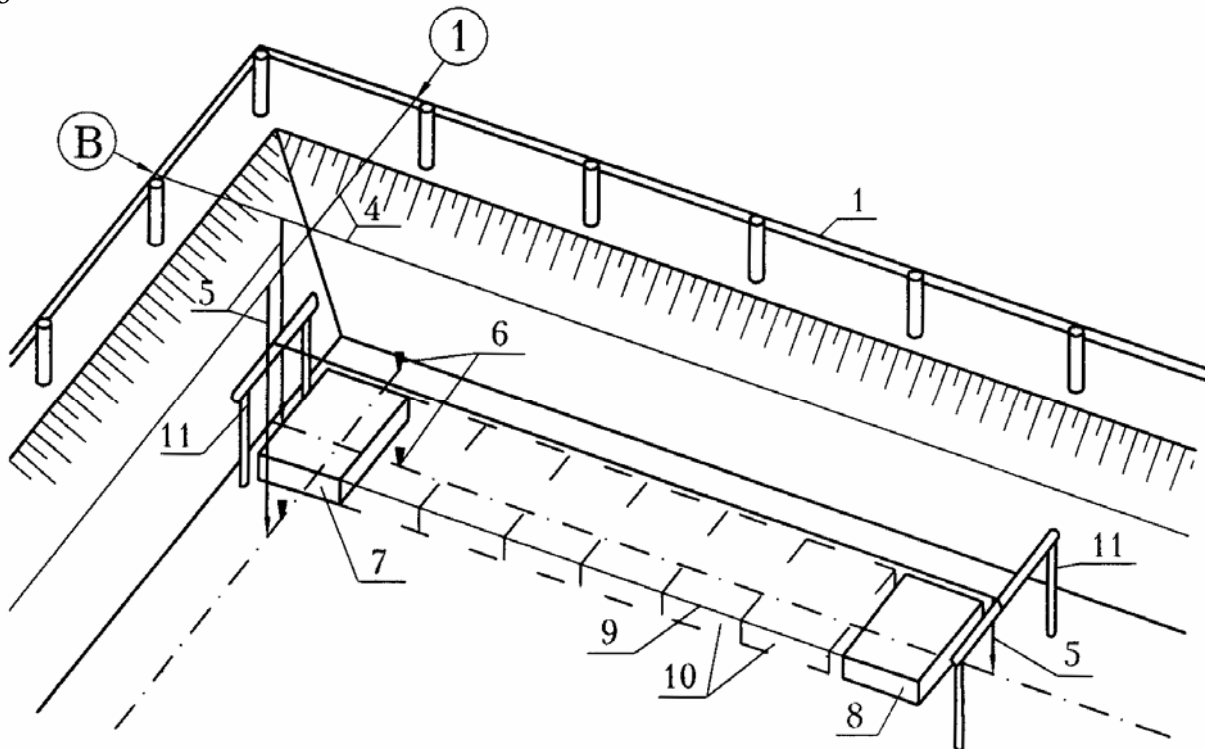


Рис. 7. Обноска и ее применение:

- а – для контроля глубины копания котлована;
- б – для монтажа фундаментных блоков;
- 1 – обноска; 2 – линия визирования; 3 – ходовая визирка;
- 4 – проволочные оси; 5 – отвесы; 6 – разметочные колышки;
- 7 – угловой блок; 8 – маячный блок; 9 – шнур-причалка;
- 10 – промежуточные блоки; 11 – скамейки

Обноску длиной  $l_{обн}$  сооружают [§Е6-52,ПР-1] по всему периметру здания. Верхняя кромка доски обноски должна быть строго горизонтальной и параллельной осям здания. Вычисляют ее отметку  $h_{обн}$ . При наклоне рельефа местности более 1,5 м на длину (ширину) здания обноску делают с уступами так, чтобы доска над уровнем земли была на высоте 0,3–1,8 м. Доску прикрепляют с внешней стороны к столбам, установленным через 2–3 м.

Отметку  $h_{обн}$  можно определить по максимальной величине  $H^{max}$ , выбранной из четырех отметок углов здания –  $H_1, H_2, H_3$  или  $H_4$  (см. разд. 1):

$$h_{обн} = -1,5 + (H^{max} - p - H_{зд}) + 0,3,$$

где 0,3 – минимальная высота обноски над уровнем земли.



Количество столбов для обноски

$$n_{\text{обн}} = \frac{l_{\text{обн}}}{2,5}.$$

Ямы под столбы бурят машиной [8, §E2-1-27] на глубину 1 м. Для проезда транспорта некоторые доски с обноски можно временно снять.

Глубину копания котлована контролируют с помощью ходовой визирки 3 (рис. 7,а), длина которой

$$l_{\text{виз}} = h_{\text{обн}} - h_{\text{к}},$$

где значения  $h_{\text{обн}}$  и  $h_{\text{к}}$  нужно проставить со своими знаками.

Оси на обноске обозначают краской под пропилами и гвоздями, за которые закрепляют натянутые проволоки. Проволочные оси переносят на дно котлована с помощью отвесов и фиксируют колышками, по которым устанавливают угловые и маячные (через 15–20 м по длине стены) блоки. Промежуточные блоки укладывают вдоль шнура-причалки (рис. 7,б).

При большой длине здания в котловане устанавливают промежуточные звенья обноски (скамейки) через 30–40 м и переносят на них оси основной обноски с помощью теодолита.

Столбы обноски должны быть не ближе 0,5 м от бровки котлована. Поэтому до начала разработки котлована нужно сделать разметку его положения поверху. Так как рельеф неровный, верхний контур котлована не будет прямоугольником, как его нижний контур (рис. 8).

Местоположение точек 1, 2, 3 и 4, которые на местности обозначают колышками, можно найти, вычислив расстояния  $n_1, n_2, n_3, n_4$ . Для этого нужно по ранее подсчитанным отметкам  $H_1, H_2, H_3, H_4$  с учетом растительного грунта слоем  $p$ , определить фактические глубины котлована:

$$f_1 = H_1 - p - H_{\text{абс}}^{\text{к}};$$

аналогично находятся  $f_2, f_3, f_4$ .

Тогда

$$n_1 = mf_1 + b_{\text{паз}}^{\text{н}} + 0,25;$$

аналогично вычисляются  $n_2, n_3, n_4$ .

Здесь

$$n_{\text{max}} = m \cdot f_{\text{max}}.$$

По значению  $n_{\text{max}}$  с добавлением 0,5 м определяем удаление  $q$  обноски от осей здания:

$$q = n_{\text{max}} + 0,5.$$

Расстояние от осей здания до осей кавальеров

$$l_{\text{кав}} = q + 1,5 + h_{\text{кав}}.$$

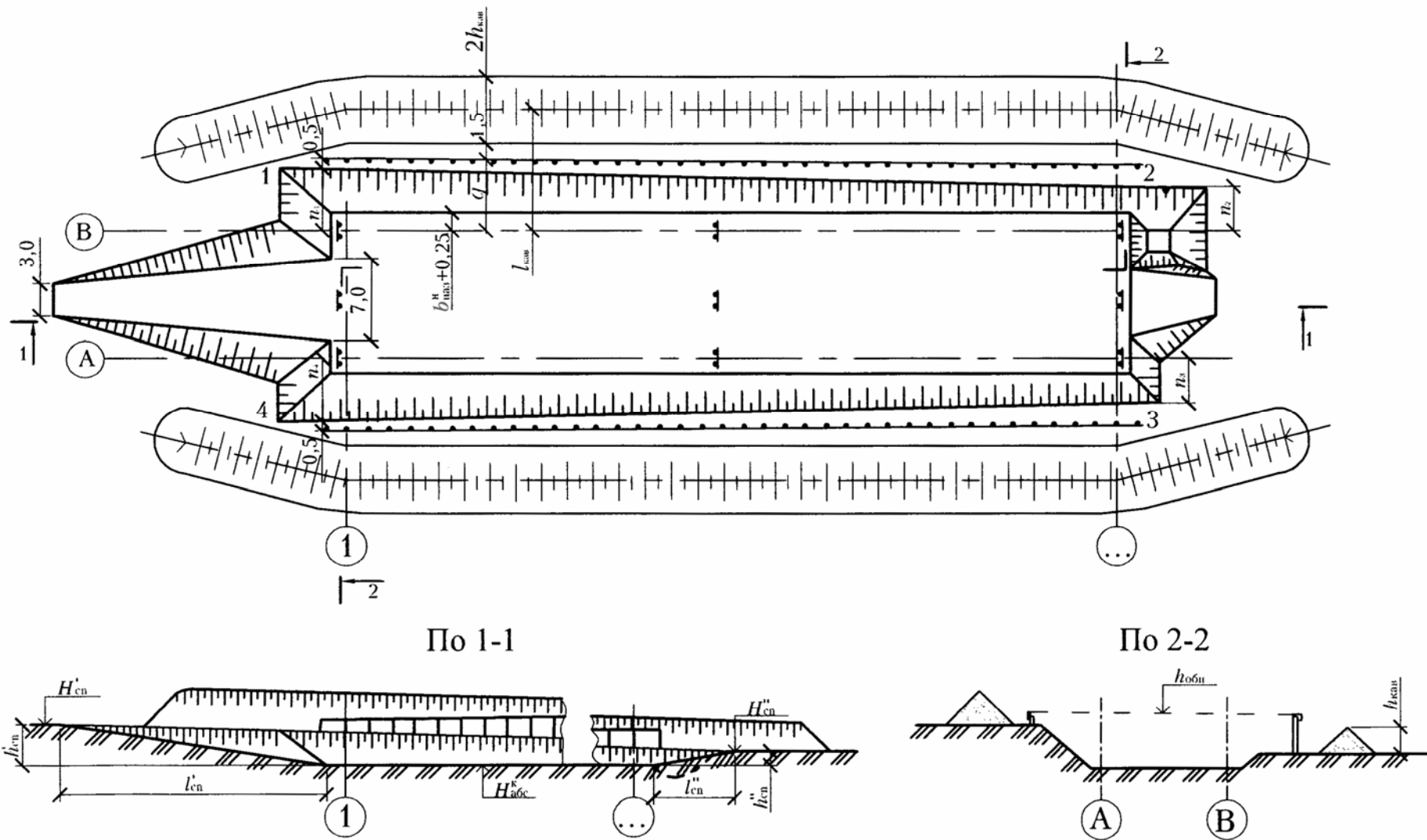


Рис. 8. План котлована и разбивка его контура

Превышения начал спусков в котлован над отметкой его дна (см. рис. 8) определяются по формулам

$$h'_{\text{сп}} = H'_{\text{сп}} - p - H_{\text{абс}}^{\text{к}} ;$$

$$h''_{\text{сп}} = H''_{\text{сп}} - p - H_{\text{абс}}^{\text{к}} .$$

Длина спусков

$$l'_{\text{сп}} = 7 \cdot h'_{\text{сп}} ;$$

$$l''_{\text{сп}} = 7 \cdot h''_{\text{сп}} .$$

Объем грунта в спусках можно не пересчитывать.

Для проведения геодезических работ, выполняемых мастером или прорабом, привлекают рабочих 2-го разряда, в частности, для разбивки нагорной канавы, для срезки и складирования растительного грунта, для разбивки контура котлована, спусков в котлован и зумпфа, для разбивки и нивелировки обноски, для визирования дна котлована, для контроля монтажных процессов и т.п. Общая продолжительность занятости рабочего может составлять  $T_{\text{г}} = 50\text{--}100$  чел.-ч.

### 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ИХ ОРГАНИЗАЦИИ

Для выполнения того или иного строительного процесса средствами комплексной механизации подбирают соответствующий комплект машин. При этом машину, от которой в наибольшей степени зависит темп выполнения процесса, считают главной, ведущей. Все прочие машины в комплекте должны гармонично сочетаться с ведущей по техническим параметрам, по способности работать в тех же условиях с максимальной производительностью. В процессах по разработке грунта ведущими машинами считаются экскаваторы, скреперы и др., а сопутствующими являются автосамосвалы, рыхлители, уплотнители и т.п. В монтажных процессах ведущими машинами назначают монтажные краны.

Ведущая машина для имеющихся условий должна обеспечивать выполнение максимального объема работы с одной стоянки, так как на ее передвижение непроизводительно затрачивается время. По этому признаку лучше использовать большие, мощные машины. Однако эти машины требуют больших эксплуатационных затрат. Нужно искать оптимальный вариант из нескольких путем сравнения их технико-экономических показателей.

#### 3.1. Разработка грунта

Ведущими машинами для разработки грунта в котлованах являются экскаваторы с обратной лопатой, драглайны и реже – скреперы. Ковши экскаваторов, снабженные зубьями, применяют при разработке, например, плотных глин с примесью щебня или гравия, а ковши со сплошной режущей кромкой – при разработке более мягких грунтов. Ковш с режущей кромкой имеет бóльшую вместимость, чем ковш с зубьями.

В зависимости от размеров котлована, вида грунтов, разработки грунта навывет или с погрузкой грунта в транспортные средства, усредненной себестоимости машино-смены, трудоемкости обслуживания машин подбирают тот или иной экскаватор. Марки и технические параметры приведены в [8, §E2-1-7, §E2-1-11, §E2-1-12] или в прил. 8. К техническим параметрам экскаваторов относятся: вместимость ковша  $e_3$  и его тип, радиус копания  $R_k$ , глубина копания  $H_{\text{коп}}$ , радиус выгрузки  $R_v$ , высота выгрузки  $H_v$ . Для снижения интенсивности износа рабочих органов машин приведенные численные значения параметров (кроме  $e_3$ ) принимают с  $k = 0,9$ , т.е. при проектировании габаритов забоев (проходок) экскаваторов,

схем их рабочих передвижек пользуются оптимальными значениями  $R_k^0$ ,  $H_{\text{коп}}^0$ ,  $R_B^0$ ,  $H_B^0$ . Длину передвижек экскаватора  $l_{\text{п}}$  (см. прил. 8) принимают без коэффициента 0,9. Техничко-экономические данные экскаваторов приведены в прил. 9.

Высоту выгрузки и вместимость ковша экскаватора взаимоувязывают с погрузочной высотой и грузоподъемностью (вместимостью кузова) автосамосвала, подобранного по своим техническим параметрам (прил. 10). К техническим параметрам, в частности, относятся: погрузочная высота  $h_{\text{транс}}$ , габариты колесной базы  $b_{\text{транс}}$ , вместимость кузова  $e_{\text{транс}}$ .

На основании вышеуказанных параметров и геометрии предстоящей разработки котлована можно приближенно определить габариты (объем) первой проходки экскаватора и выбрать его марку, исходя из минимальных оптимальных значений параметров (рис. 9).

Для эффективной работы экскаватора и самосвалов необходимо обеспечить возможность отсыпки кавальера в требуемом объеме грунтом из первой проходки, иначе придется досыпать его грунтом, подвозимым самосвалами. Следовательно, объем грунта в первой проходке должен быть не меньше объема грунта в кавальере в состоянии его естественной плотности. Площадь поперечного сечения этой проходки

$$F_{\text{1пр}} \geq \frac{V^{\text{ВЫМ}}}{L_{\text{кав}}}.$$

Как видно из рис. 9,

$$F_{\text{1пр}} = \frac{a + a + 2 \cdot m \cdot H_k}{2} \cdot H_k,$$

$$a \geq \frac{V^{\text{ВЫМ}}}{L_{\text{кав}} \cdot H_k} - m \cdot H_k.$$

При малом или отрицательном значении  $a$  его нужно принять не менее 0,5 м (по ширине ковша экскаватора плюс 0,1 м).

Изменение рельефа поверхности котлована нужно учесть путем замены значения  $H_k$  значением  $f_{\text{max}}$  (подразд. 2.8). По данным рис. 9, требуемая оптимальная величина радиуса выгрузки

$$R_B^0 = \frac{1,3 + 1 + mf_{\text{max}} + a + mf_{\text{max}} + 2 + h_{\text{кав}}}{2} = 2,15 + mf_{\text{max}} + 0,5(a + h_{\text{кав}});$$

$$R_B = \frac{R_B^0}{0,9}.$$

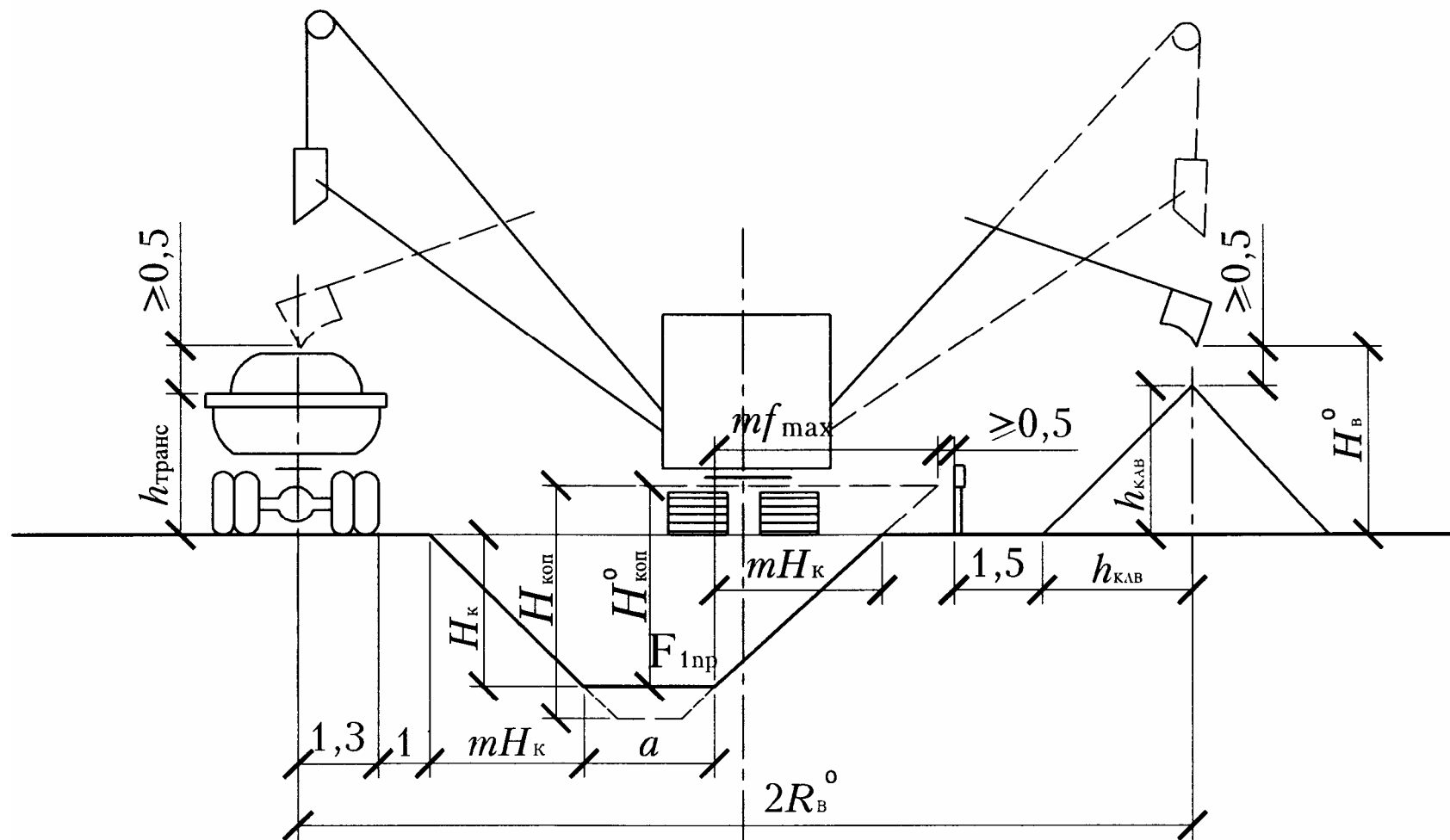


Рис. 9. Выбор марки экскаватора по его минимальным параметрам

Требуемая глубина копания  $H_{\text{коп}}^0$  равна глубине котлована с учетом рельефа местности, т.е. наибольшей величине из значений  $f_1, f_2, f_3, f_4$  (см. подразд. 2.8):

$$H_{\text{коп}}^0 = f_{\text{max}} ; \quad H_{\text{коп}} = \frac{H_{\text{коп}}^0}{0,9} .$$

Требуемая высота выгрузки

$$H_{\text{в}}^0 = h_{\text{кав}} + 0,5 \quad \text{или} \quad H_{\text{в}}^0 = h_{\text{транс}} + 0,5 .$$

По наибольшему из этих значений

$$H_{\text{в}} = \frac{H_{\text{в}}^0}{0,9} .$$

Радиус копания

$$R_{\text{к}}^0 = R_{\text{к}} \cdot 0,9 .$$

По требуемым параметрам нужно подобрать марки экскаваторов драглайн и с обратной лопатой (прил. 8) при минимальной вместимости их ковшей с зубьями или с режущей кромкой (в зависимости от вида грунтов).

Выбрав экскаваторы с минимальными параметрами, нужно подобрать экскаваторы драглайн и с обратной лопатой других марок большей мощности (вместимости ковша), после чего необходимо произвести технико-экономическое сравнение всех четырех выбранных вариантов (табл. 2).

На экономические показатели разработки грунта в котловане тем или иным экскаватором влияют типы автосамосвалов (см. прил. 10), обслуживающих экскаватор, и потребное их количество.

Т а б л и ц а 2

Оптимальные и технические параметры экскаваторов по вариантам

Наименование экскаваторов	Марка	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Радиус выгрузки		Радиус копания		Глубина копания		Высота выгрузки	
			$R_{\text{в}}$	$R_{\text{в}}^0$	$R_{\text{к}}$	$R_{\text{к}}^0$	$H_{\text{коп}}$	$H_{\text{коп}}^0$	$H_{\text{в}}$	$H_{\text{в}}^0$
Требуется:	—	—			—	—				
Драглайн										
С обратной лопатой										

Количество автосамосвалов вычисляют по формуле

$$N = \frac{T_{\text{ц}}}{t_{\text{п}}} \cdot \mu,$$

где  $T_{\text{ц}}$  – время на один цикл оборота автомобиля, мин;  
 $t_{\text{п}}$  – время на погрузку одного автомобиля, мин;  
 $\mu$  – коэффициент, учитывающий одновременную работу экскаватора на вымет и в транспортное средство;

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{п}} + t_{\text{р}} + \frac{2L}{V_{\text{ср}}} 60 + t_{\text{м}};$$

здесь  $t_{\text{р}}$  – время на разгрузку (принимают 1–2 мин);  
 $L$  – расстояние перевозки грунта (по заданию), км;  
 $V_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения данного автомобиля (см. прил. 10), км/ч;  
 $t_{\text{м}}$  – время на маневрирование (принимают 2–3 мин).

Время, затрачиваемое на погрузку автомобиля, зависит от вместимости его кузова  $e_{\text{транс}}$  (см. прил. 10) и производительности экскаватора. Производительность экскаватора можно подсчитать на основе Единых норм и расценок (ЕНиР) [8].

ЕНиР состоят из сборников (по номерам) на все виды строительных работ. Некоторые сборники имеют несколько выпусков. Конкретная работа нормируется в параграфах сборников. Взяв ту или иную норму, следует указать ее адрес, т.е. сослаться на параграф и его элементы.

Например, §E2-1-16; табл.2; д; №2; ТЧ-1,  $k=1,1$ ; ПР-1,  $k=1,2$ ;  $\frac{4,4}{(2,2)} \cdot \frac{1}{4-33}$ .

Здесь Е2 – номер сборника;  
 1 – номер выпуска;  
 16 – номер параграфа;  
 табл. 2 – номер таблицы в параграфе;  
 д – индекс вертикальной графы таблицы;  
 №2 – номер позиции (строки) в таблице;  
 ТЧ-1,  $k = 1,1$  – предусмотренный технической частью норм (пункт 1) поправочный коэффициент, равный 1,1;  
 ПР-1,  $k = 1,2$  – предусмотренный примечанием №1 к норме поправочный коэффициент, равный 1,2;  
 4,4 – норма времени ( $H_{\text{вр}}$ ) на предусмотренный в параграфе измеритель работы ( $\text{м}^3$ ,  $100 \text{ м}^3$  и т.п.) в человеко-часах, (чел.-ч);  
 (2,2) – норма машинного времени ( $H_{\text{м.вр}}$ ) для использования машины в машино-часах, (маш.-ч);  
 4-33 – расценка за единицу измерителя работы, руб.-коп.



Так как экскаватор при разработке котлована будет работать одновременно навывет для отсыпки грунта объемом  $V^{\text{вым}}$  в кавальеры и на транспорт ( $V^{\text{транс}}$ ), то необходимо определить усредненную норму, пропорционально объемам  $V^{\text{вым}}$  и  $V^{\text{транс}}$ .

$$H_{\text{вр}}^{\text{усред}} = \frac{V^{\text{вым}} \cdot H_{\text{вр}}^{\text{вым}} + V^{\text{транс}} \cdot H_{\text{вр}}^{\text{транс}}}{V^{\text{вым}} + V^{\text{транс}}},$$

здесь  $H_{\text{вр}}^{\text{вым}}$  и  $H_{\text{вр}}^{\text{транс}}$  для выбранных марок экскаваторов нужно взять из соответствующего параграфа ЕНиР [6].

Производительность экскаватора за минуту при погрузке на транспорт,  $\text{м}^3/\text{мин}$

$$П_{\text{транс}} = \frac{H_{\text{вр}}^{\text{транс}} \cdot 60}{100}.$$

Тогда

$$t_{\text{п}} = \frac{e_{\text{транс}}}{П_{\text{транс}}}.$$

Коэффициент

$$\mu = \frac{K}{\frac{V^{\text{вым}}}{V^{\text{транс}}} + K},$$

где  $k = \frac{H_{\text{вр}}^{\text{вым}}}{H_{\text{вр}}^{\text{транс}}}.$

Полученное значение количества автосамосвалов  $N$  нужно округлить до целого числа.

Расчеты по подбору автосамосвалов в вариантах 1–4 лучше свести в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Определение потребного количества автосамосвалов  
под экскаваторы разных типов  
при разработке котлована на транспорт  $V^{\text{транс}}$  и навывет  $V^{\text{вым}}$ ,  $\text{м}^3$

Показатели	Расчетные данные для экскаваторов по вариантам			
	1	2	3	4
	драглайн		с обратной лопатой	
1	2	3	4	5
Марка экскаватора (см. прил. 8)				
Вместимость его ковша, $\text{м}^3$				
Марка автосамосвала (см. прил. 10)				
Вместимость его кузова, $\text{м}^3$				

## Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Параграф ЕНиР для норм времени:				
$H_{вр}^{транс}$ , маш.-ч				
$H_{вр}^{вым}$ , маш.-ч				
$H_{вр}^{усредн}$ , маш.-ч				
Производительность экскаватора при работе на транспорт $\Pi^{транс}$				
Время на погрузку $t_{п}$ , мин				
Средняя скорость автомобиля (см. прил. 10), км/ч				
Время в пути $\frac{2L}{V_{ср}}$ 60, мин				
Время на разгрузку $t_{р}$ , мин				
Время на маневрирование $t_{м}$ , мин				
Продолжительность цикла $T_{ц}$ , мин				
Коэффициент $\kappa = H_{вр}^{вым} / H_{вр}^{транс}$				
Коэффициент $\mu$				
Количество $N$ потребных автосамосвалов на одну смену работы экскаватора				

Технико-экономические показатели вариантов разработки и перевозки грунта представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Технико-экономические показатели вариантов разработки котлована объемом  $V$ , м<sup>3</sup>, различными техническими средствами

№ п/п	Показатели	Марка экскаватора по вариантам				
		1	2	3	4	
		драглайн		с обратной лопатой		
1	2	3	4	5	6	
1	Количество потребных машино-смен экскаватора $T_3 = V \cdot H_{вр}^{усредн} / 100 \cdot 8$ , маш.-см					
2	Продолжительность работ: – в одну смену $T_3$ , дней; – в две смены $T_3/2$ , дней					
3	Стоимость 1 маш.-см. экскаватора $C_3$ (см. прил. 9), руб.					
4	Стоимость разработки котлована $C_1 = T_3 \cdot C_3$ , руб.					
5	Количество потребных машино-смен самосвалов $T_c = T_3 \cdot N$ , маш.-см.					

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5	6
6	Стоимость 1 маш.-см. самосвала $C_c$ (см. прил. 10), руб.				
7	Стоимость перевозки грунта $C_2 = T_c \cdot C_c$ , руб.				
8	Стоимость работ в котловане $C_1 + C_2$ , руб.				
9	Затраты на 1 м <sup>3</sup> грунта $(C_1 + C_2)/V$ , руб.				
10	Трудоемкость обслуживания 1 маш.-см. экскаватора $\tau_3$ (см. прил. 9), чел.-ч				
11	То же самосвала $\tau_c$ (см. прил. 10), чел.-ч				
12	Общая трудоемкость $\tau = \tau_3 \cdot T_3 + \tau_c \cdot T_c$ , чел.-ч				
13	Трудоемкость разработки 1 м <sup>3</sup> грунта $\tau/V$ , чел.-ч				
14	Трудозатраты на весь объем $t = \tau/8$ , чел.-см.				
15	Сменная выработка на 1 чел. $V/t$ , м <sup>3</sup>				

В усредненную себестоимость 1 маш.-см. экскаватора  $C_3$  (см. прил. 9) и 1 маш.-см. автосамосвала  $C_c$  (см. прил. 10) включены расходы на зарплату за управление машиной.

Сравнивая полученные результаты в разных вариантах по:

- продолжительности работ в днях (показатель № 2);
- затратам денег всего и на 1 м<sup>3</sup> грунта (показатели № 8 и 9);
- затратам труда всего и на 1 м<sup>3</sup> грунта (показатели № 14 и 13);
- сменной выработке на 1 чел. в м<sup>3</sup> (показатель № 15),

выбирают наивыгоднейший вариант.

В выбранном варианте по типу экскаватора и автосамосвалов к нему нужно разработать технологическую схему копания котлована, определить размеры проходок, их количество, наметить схемы рабочих перемещений экскаватора и автосамосвалов (рис. 10). Выработав грунт на одной стоянке, экскаватор передвигается на новую. Расстояние между стоянками называют длиной передвижки  $l_{п.}$  Длина передвижки приведена в прил. 8.

Так как экскаватор может разрабатывать грунт только с места стоянки, размер  $2R_b^0$ , показанный на рис. 9, несколько уменьшится и составит  $2l_b$  (см. рис. 10).

$$l_b = \sqrt{(R_b^0)^2 - l_{п.}^2},$$

где  $R_b^0$  – оптимальный (с коэффициентом 0,9) радиус выгрузки экскаватора принятой марки в выбранном варианте (см. табл. 4).

Ширина первой проходки понизу (см. рис. 10):

$$b_{1н} = 2l_b - 4,3 - 2mH_k - h_{кав.}$$

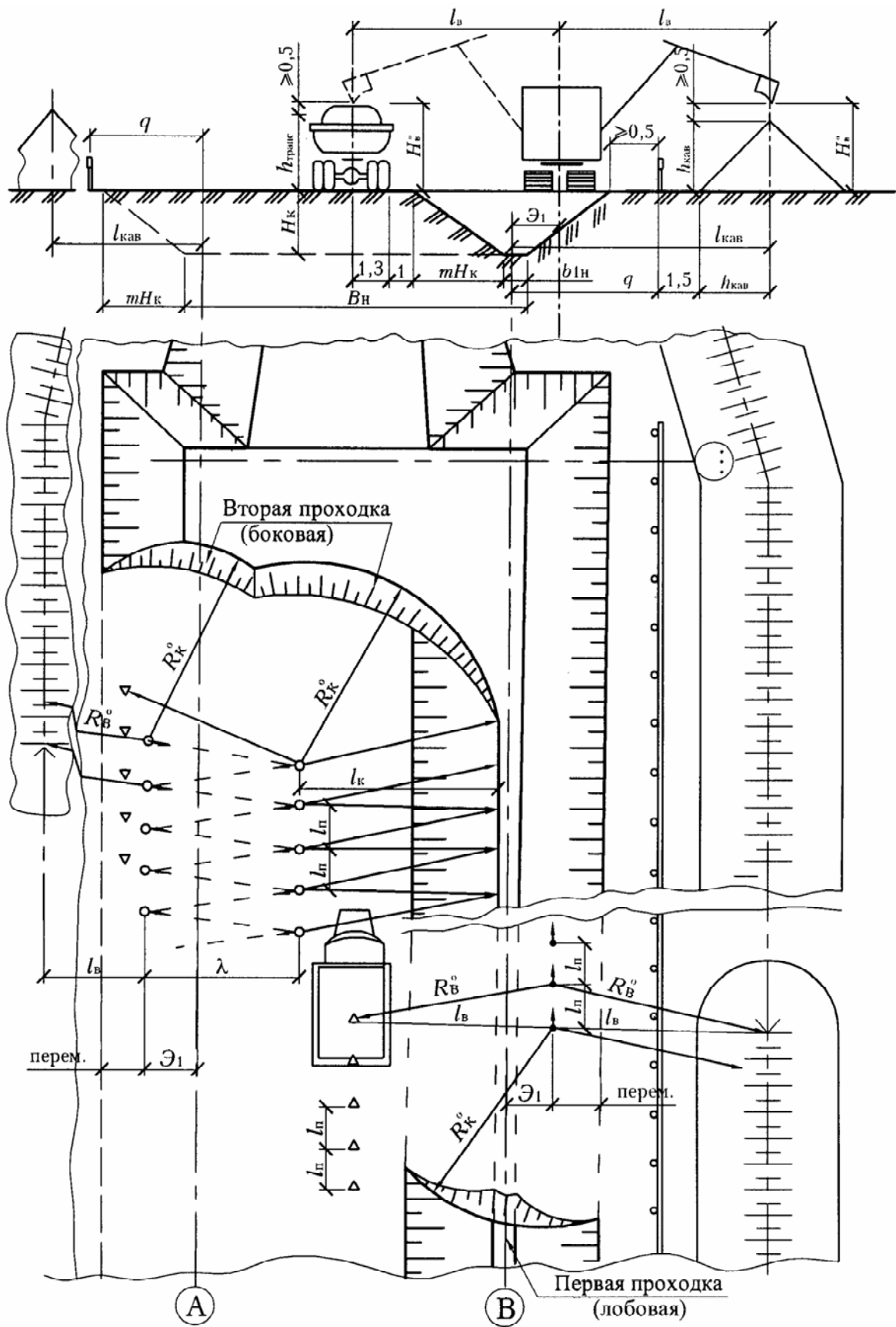


Рис. 10. Технологическая схема разработки котлована экскаватором драглайн или с обратной лопатой

Ширина первой проходки поверху

$$b_{1в} = b_{1н} + 2mH_k.$$

Длину проходки, с учетом спусков в котлован, можно принять  $0,5 L_{\text{кав}}$  (см. рис.8).

Объем грунта в проходке

$$V_{1пр} = \frac{b_{1н} + b_{1в}}{2} H_k \cdot 0,5 L_{\text{кав}},$$

в том числе разрабатывается навывмет

$$V_{1пр}^{\text{вым}} = 0,5 \cdot V_{1пр},$$

разрабатывается на транспорт

$$V_{1пр}^{\text{транс}} = V_{1пр} - V_{1пр}^{\text{вым}}.$$

Нужно определить количество автосамосвалов  $N_{1пр}$ , необходимое для разработки грунта первой проходки в связи с изменением соотношения объемов грунта навывмет и на транспорт, что учитывает коэффициент  $\mu_1$ :

$$\mu_1 = \frac{\kappa}{\frac{V_{1пр}^{\text{вым}}}{V_{1пр}^{\text{транс}}} + \kappa},$$

тогда

$$N_{1пр} = \frac{T_{ц}}{t_{п}} \mu_1,$$

где  $\kappa$ ,  $T_{ц}$ ,  $t_{п}$  – ранее подсчитанные величины (см. табл.3).

Расстояние от оси здания до линии перемещения экскаватора

$$\mathcal{E}_1 = l_{\text{кав}} - l_{в}.$$

Оставшийся в котловане грунт можно разработать за одну или две проходки, в зависимости от ширины котлована. При разработке грунта за одну проходку экскаватор, двигаясь по прямой, делает выемку шириной

$$2l_k - mH_k,$$

где  $l_k = \sqrt{(R_k^0)^2 - l_{п}^2}$ .

При условии выгрузки грунта в кавальер экскаватор должен обслужить зону (см. рис. 10) шириной  $l_{в} + B_{н} - b_{1н}$ .

Это потребует перемещения экскаватора по зигзагу с такой амплитудой  $\lambda$ , которая обеспечит копание грунта от основания первой проходки, а также выгрузку грунта в кавальер.

$$\lambda = [h_{\text{кав}} + 2 + mH_k + (B_{н} - b_{1н})] - (l_{в} + l_k).$$

Нулевое или отрицательное значение  $\lambda$  свидетельствует о способности экскаватора разрабатывать весь грунт во второй проходке, перемещаясь по прямой.

Таким образом, одна линия стоянок экскаватора при условии выгрузки в кавальер будет располагаться симметрично линии стоянок в первой проходке, а вторая линия стоянок – с удалением от основания первой проходки на величину  $l_k$  (см. рис. 10).

Объем грунта во второй проходке

$$V_{2\text{пр}} = V - V_{1\text{пр}},$$

в том числе разрабатывается навывмет

$$V_{2\text{пр}}^{\text{ВЫМ}} = 0,5 \cdot V^{\text{ВЫМ}};$$

разрабатывается на транспорт

$$V_{2\text{пр}}^{\text{транс}} = V_{2\text{пр}} - V_{2\text{пр}}^{\text{ВЫМ}}.$$

При определении количества самосвалов для второй проходки  $N_{2\text{пр}}$  (см. табл. 3) вычисляют коэффициент  $\mu_2$ :

$$\mu_2 = \frac{\kappa}{\frac{V_{2\text{пр}}^{\text{ВЫМ}}}{V_{2\text{пр}}^{\text{транс}}} + \kappa}.$$

В широких котлованах величина амплитуды зигзага  $\lambda$  становится большой, и на перемещение экскаватора поперек проходки приходится затрачивать много времени, что снижает производительность его работы. В таких случаях (при  $\lambda > 1,5R_k$ ) вторую проходку выполняют, перемещая экскаватор по прямой. Ширина этой проходки, которая называется боковой, поскольку она располагается сбоку от ранее сделанной лобовой проходки, понизу и поверху будет  $b_{2н} = 2l_k - mH_k$ , а объем  $V'_{2\text{пр}} = (2l_k - m \cdot H_k) \cdot H_k$ . Весь этот объем следует разрабатывать на транспорт. При определении его количества  $N_2$  принимают  $\mu = 1$ . Кавальер можно отсыпать из третьей проходки, ширина которой понизу и поверху

$$B_{3н} = b_{3б}^B = (B_n - b_{1н} - b_{2н}).$$

Объем грунта в третьей проходке

$$V_{3\text{пр}} = V - V_{1\text{пр}} - V_{2\text{пр}},$$

в том числе разрабатывается навывмет

$$V_{3\text{пр}}^{\text{ВЫМ}} = 0,5 \cdot V^{\text{ВЫМ}},$$

разрабатывается на транспорт

$$V_{3\text{пр}}^{\text{транс}} = V_{3\text{пр}} - V_{3\text{пр}}^{\text{ВЫМ}}.$$

Количество потребного автотранспорта для третьей проходки  $N_{3пр}$  определяется с учетом коэффициента  $\mu_3$  (см. табл. 3):

$$\mu_3 = \frac{\kappa}{\frac{V_{3пр}^{вым}}{V_{3пр}^{транс}} + \kappa}.$$

Машины для выполнения других видов земляных работ следует подбирать по параграфам ЕНиР[8], номера которых были указаны выше при подсчетах объемов этих работ.

### 3.2. Устройство фундаментов

При возведении подземной части многоэтажного здания с подвалом (нулевой цикл) потребуются смонтировать фундаментные блоки массой до 3,5 т, стеновые бетонные блоки массой до 1,5 т и плиты перекрытия над подвалом с площадью до 10 м<sup>2</sup>.

В сложный процесс монтажа входят процессы: разгрузки и складирования конструкций у места монтажа в случае, если монтаж не выполняется с транспортных средств (с колес); собственно монтажа, т.е. установки конструкции в проектное положение; постоянного закрепления конструкции, в данном случае замоноличивания строительным раствором.

Зачистку основания и песчаную подсыпку делают непосредственно перед монтажом фундаментных блоков. Их монтаж начинают с укладки угловых, а затем маячных блоков (см. рис. 7). Руководствуясь привязкой блоков к осям по проекту, находят их положение на основании. Промежуточные между маячными блоки укладывают по шнуру-причалке. По уложенным фундаментным блокам делают армированный пояс согласно проекту. Монтаж первого ряда стеновых блоков выполняют так же, а правильность укладки блоков в последующих рядах проверяют отвесом. Блоки в смежных рядах должны иметь перевязку швов, размер которой принимают не менее высоты блока. По верхнему ряду блоков делают второй армопояс вместе с набетонкой, корректирующей кратность высоты блоков высоте подвала. По набетонке наклеивают горизонтальную гидроизоляцию стен из двух слоев рубероида.

При необходимости выполнения гидроизоляции подвала первый ряд стеновых блоков укладывают на горизонтальную гидроизоляцию по бетонной подготовке пола подвала или на пригрузочный бетон.

После укладки по гидроизоляции пола пригрузочного бетона, который воспринимает гидростатический напор грунтовых вод, и его вызревания в течение не менее 7 суток монтируют плиты перекрытия над подвалом. Одновременно выполняют вертикальную гидроизоляцию его стен. Пазухи засыпают после монтажа плит перекрытия.

Монтаж указанных конструкций осуществляют стреловыми кранами на автомобильном пневмоколесном или гусеничном ходу с минимальной, но достаточной грузоподъемностью. Кран должен иметь нужную грузоподъемность  $Q$ , требуемую высоту подъема  $H_{тр}$  и необходимый вылет стрелы  $l_в$ . Все эти параметры взаимосвязаны. Вылет стрелы и высота подъема зависят от длины стрелы  $l_c$ . Грузоподъемность крана будет максимальной при наименьшем вылете стрелы и минимальной при наибольшем вылете.

В подвале предстоит смонтировать:

- фундаментные блоки с размерами до  $a_2 \times 1 \times 0,4$  м, массой ... т;
- стеновые блоки с размерами до  $1,6 \times 0,6 \times 0,6$  м, массой 1,5 т;
- плиты перекрытия многопустотные толщиной 0,22 м (приведенная толщина 0,12 м) с размерами до  $(x, y) / 1,5 \times 0,12$  м, массой ... т.

Наиболее тяжелым и крупногабаритным элементом, поднимаемым на максимальную высоту, является плита перекрытия для пролета  $x(y)$ . Массу плиты  $q$  нужно умножить на коэффициент 1,1, учитывающий массу грузозахватного приспособления. Тогда для монтажа конструкций потребуется кран грузоподъемностью, т,  $Q = q \cdot 1,1$ .

Требуемую высоту подъема  $H_{тр}$ , а также вылет стрелы  $l_в$  и ее длину  $l_c$  можно определить графически (рис. 11).

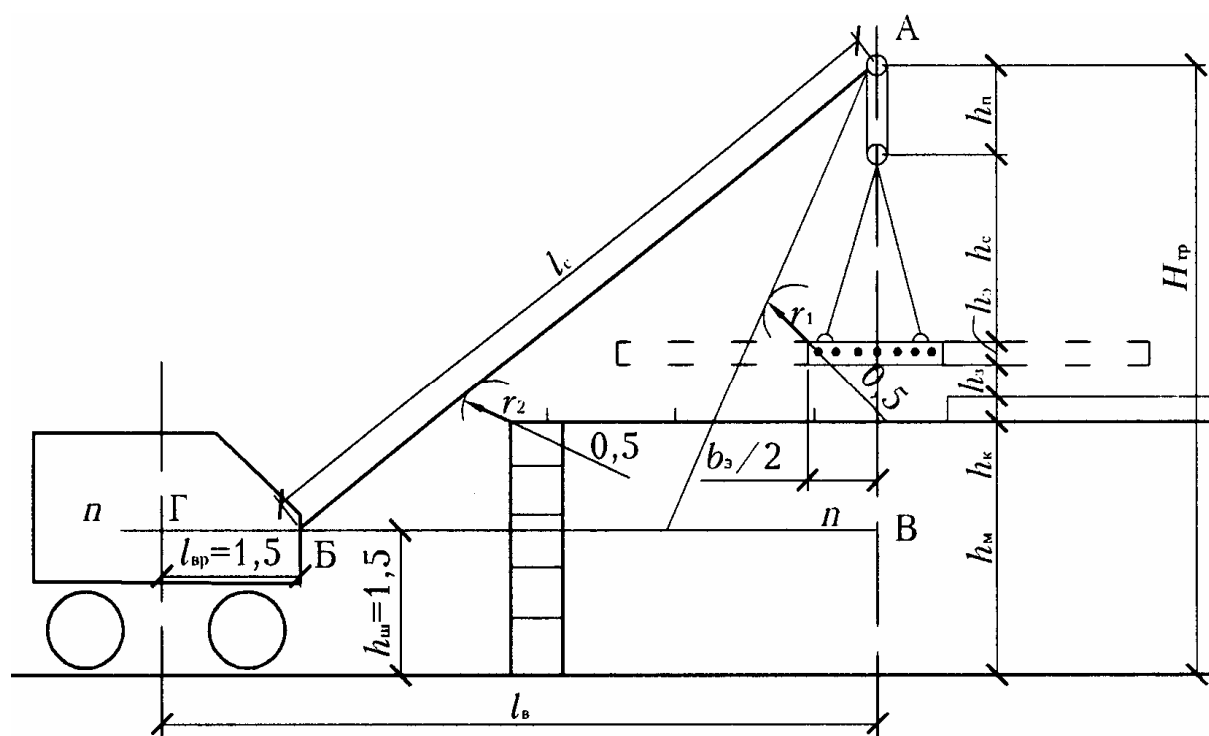


Рис. 11. Схема графического определения параметров крана



Для этого в масштабе по вертикали, проходящей через центр тяжести монтируемого элемента, от уровня стоянки крана нужно отложить величины:

$h_m$  – высоту монтажного горизонта;

$h_k$  – высоту смонтированных конструкций;

$h_3$  – запас высоты на посадку элемента (0,5 м);

$h_э$  – высоту монтируемого элемента;

$h_c$  – высоту строповки (в нашем случае 4-ветвевой строп высотой 2 м);

$h_{п}$  – высоту полиспаста в стянутом состоянии (для автокранов – 1 м);

Таким образом будет найдено требуемое положение оголовка стрелы в точке А на линии А–В.

В уровне расположения шарнира пяты стрелы нужно провести горизонтальную линию  $n-n$  на высоте  $h_{ш}$  (для автокранов – 1,5 м).

Для исключения возможности повреждения стрелы при монтаже нужно очертить сферы ее безопасности: радиусом  $r_1$  – из наиболее удаленной от центра тяжести монтируемого элемента точки (ближайшей к стреле) при положении элемента  $b_3/2$  в момент его укладки ( $r_1$  принимают не менее 0,5 м); радиусом  $r_2$  – из наиболее удаленной от линии А–В точки смонтированных конструкций непосредственно под стрелой ( $r_2$  принимают от 0,5 до 1,5 м, в зависимости от длины стрелы).

Далее следует из точки А провести касательные к сферам  $r_1$  и  $r_2$  до их пересечения с линией  $n-n$ . Более длинная из них АВ будет искомой длиной стрелы  $l_c$ .

В технических параметрах кранов вылет стрелы считают от оси вращения крана до проекции крюка крана.

Расстояние от шарнира пяты стрелы до оси вращения крана  $l_{вр}$  принимают 1,5 м.

Вылет стрелы  $l_v$  находят по масштабу от точки Г до точки В или из выражения

$$l_v = \sqrt{l_c^2 - (H_{тр} + h_{п} - h_{ш})^2} + l_{вр}.$$

По полученным значениям  $Q$ ,  $H_{тр}$ ,  $l_c$  и  $l_v$  можно подобрать кран с нужными техническими параметрами (прил. 11).

При организации монтажа нужно определить места стоянок крана в зависимости от числа монтируемых элементов Э с одной стоянки (по заданию), схемы доставки и разгрузки изделий, их складирование у мест монтажа или вести монтаж с транспортных средств. Разгрузку изделий и их монтаж может осуществлять один и тот же кран. Но на разгрузке можно использовать и отдельный кран меньшей мощности, например КС-1562А (см. прил. 11).

## 4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НУЛЕВОГО ЦИКЛА

### 4.1. Определение затрат труда и заработной платы

Затраты труда рабочих, чел.-ч, и работы машин, маш.-ч, для выполнения ранее подсчитанных объемов работ определяют по нормам [8, 9] на единицу объема работы (измеритель).

Необходимые расчетные данные следует свести в ведомость или в табл. 5, в которую нужно внести нижеуказанные наименования работ (описания). Здесь после описания далее следуют: единица измерения, количество (объем работы), параграф ЕНиР и состав звена. Для некоторых работ, не вошедших в сборники Е2-1 и Е4-1, ниже приведены также нормы и расценки. Описание работ нужно формулировать кратко, но с отражением всех особенностей выполнения данной работы в данных условиях.

Сведения для табл. 5:

1. Работа с геодезистом оплачивается повременно по тарифной ставке 2-го разряда, чел.-ч;  $T_{г}$ ; (прил. 12); звено 1 чел.

2. Разработка грунта 1-й группы в нагорной канаве глубиной до 1 м экскаватором (марка, ковш) навывмет,  $m^3$ ;  $V_{н.к}$ ; § Е2-1-16; ПР-1,  $k = 1,2$ ; звено 2 чел.

3. Срезка растительного грунта 1-й группы слоем  $p$ , м, бульдозером (марка),  $m^2$ ;  $F_{р.г}$ ; § Е2-1-5; звено 1 чел.

4. Уборка в штабель ранее разрыхленного грунта 1-й группы бульдозером (марка) с перемещением на ( $L_{перем}$ ) метров,  $m^3$ ;  $V_{р.г}$ ; § Е2-1-22; ПР-3,  $k = 0,85$ ; звено 1 чел.

5. Бурение ям диаметром 0,3 м, глубиной 1 м в грунте 1-й группы бурильно-крановой машиной (марка), шт.;  $n_{огр} + n_{обн}$ ; § Е2-1-27; звено 2 чел.

6. Устройство обноски и ограждений геодезических знаков с установкой столбов в готовые ямы, с последующей разборкой; 100 пог. м;  $l_{огр} + l_{обн}$ ; § Е6-52; №7; ПР-1,  $k = 1,5$ ;  $H_{вр} = 21,8$ , чел.-ч.; Расц. 14-58, руб.-коп.; звено 2 чел.

7. Разработка грунта ... группы навывмет с содержанием липкого грунта до ... % экскаватором (марка) с вместимостью ковша (вид) ...  $m^3$  в котловане объемом до (или свыше) 3000  $m^3$ , глубиной до (или свыше) 3 м с совмещением с другими строительными работами;  $m^3$ ;  $V^{вым}$ ; § Е2-1-10; Е2-1-11; ТЧ-1,  $k = \dots$ , звено 1 чел. (для драглайна с вместимостью ковша более 0,65  $m^3$  – 2 чел.).

Таблица 5

## Ведомость затрат труда и заработной платы

Наименование работ (описание)	Объем работ		ЕниР, ТЧ, ПР	Состав звена по ЕНиР, чел	Измерители объема работ по ЕНиР	Количество работ в измерителях по ЕНиР	Норма времени, чел.-ч		Норма машин- ного времени, маш.-ч		Расценки, руб.- коп.	
	единица измерения	количество					на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем	на единицу измерения	на весь объем
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

8. То же с погрузкой в транспортное средство. Объем  $V^{\text{транс}}$ .
9. Разработка липкого (нелипкого) грунта ... группы в траншеях шириной ... м экскаватором ЭО-4010 с обратной лопатой, оборудованным планировочным ковшом вместимостью  $0,4 \text{ м}^3$ , навывет,  $\text{м}^3$ ;  $V_t$ ; § E2-1-14; ТЧ-1,  $k = \dots$ ; ПР-1,  $k = 1,1$ ; звено 2 чел. При  $V_t < 100 \text{ м}^3$  грунт ... группы, липкий (нелипкий) можно разработать вручную; § E2-1-47; табл. 1; ТЧ-16,  $k = \dots$ ; звено 2 чел.
10. Засыпка вручную (липким) грунтом ... группы пазух фундаментов и подсыпка под полы с трамбованием слоем до  $0,2 \text{ м}$ ,  $\text{м}^3$ ;  $V_t$ ; § E2-1-58; ТЧ-16,  $k = \dots$ ; звено 2 чел.
11. Засыпка пазух котлована бульдозером (марка) грунтом ... группы с его перемещением до  $15 \text{ м}$ ,  $\text{м}^3$ ;  $V^{\text{вым}}$ ; § E2-1-34; звено 1 чел.
12. Трамбование грунта ... группы в пазухах электротрамбовкой (марка) с круглым (квадратным) башмаком,  $\text{м}^2$ ;  $f_{\text{трамб}}$ ; § E2-1-59; звено 1 чел.
13. Песчаная подсыпка слоем до  $0,1 \text{ м}$  под фундаменты с уплотнением песка и планировкой поверхности по рейке,  $\text{м}^2$ ;  $\Phi_{\text{подс}}$ ; § E2-1-60; звено 1 чел.
14. Монтаж фундаментных блоков массой до  $1,5 \text{ т}$ ; элементов  $N_1$ ; § 4-1-1; звено 4 чел. (1 машинист).
15. То же массой до  $3,5 \text{ т}$ ; элементов  $N_2$ ; § 4-1-1; звено 4 чел. (1 машинист).
16. Монтаж блоков стен подвала массой до  $1,5 \text{ т}$ ; блоков  $N_3$ ; § 4-1-2; звено 4 чел. (1 машинист).
17. Укладка бетонной смеси в подготовку под гидроизоляцию пола,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{подгот}}$ ; § 4-1-37; табл. 3; звено 2 чел.
18. Оклеечная горизонтальная гидроизоляция подвала в 2 слоя бризола вручную,  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{гор.из}}$ ; § E11-40; а; № 2; ПР-1,  $k = 1,9$ ; на  $100 \text{ м}^2$ :  $H_{\text{вр}} = 20 \text{ чел.-ч.}$ ; расц. 14-17; звено 3 чел.
19. Оклеечная вертикальная гидроизоляция стен подвала в 2 слоя бризола вручную,  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{верт.из}}$ ; § E11-40; а; № 6; ПР-1,  $k = 1,9$ ; на  $100 \text{ м}^2$ :  $H_{\text{вр}} = 36,1 \text{ чел.-ч.}$ ; расц. 25-63; звено 3 чел.
20. Укладка бетонной смеси в конструкцию пола слоем  $15 \text{ см}$  по гидроизоляции,  $\text{м}^3$ ;  $V_{\text{пригр}}$ ; § 4-1-37; табл. 3; звено 2 чел.
21. Горизонтальная гидроизоляция стен в 2 слоя рубероида вручную,  $\text{м}^2$ ;  $F_{\text{стен}}$ ; § E11-40; а; № 2; ПР-1,  $k = 1,9$ ; на  $100 \text{ м}^2$ :  $H_{\text{вр}} = 20 \text{ чел.-ч.}$ ; расц. 14-17; звено 3 чел.
22. Монтаж плит площадью до  $10 \text{ м}^2$  в перекрытии элементов;  $\mathcal{E}_{\text{пл}}$ ; § E4-1-7; звено 5 чел. (1 машинист).
23. Водоотливные работы насосом (иглофильтрами) оплачиваются временно по тарифной ставке 4–5-го разряда; чел.-ч;  $W$ ; прил. 12; звено 4 чел.
- Работы №1 и №23 в приведенном перечне оплачиваются временно по часовой тарифной ставке (см. прил. 12) за количество отработанных часов, так как определить их объем в физических единицах невозможно. Все

остальные работы оплачивают по сдельной форме оплаты труда. Различают прямую сдельную оплату и аккордную.

К прямой сдельной относится работа, по описанию которой в ЕНиР имеется конкретная, т.е. прямая, норма времени и расценка. Выполняет такую работу специализированное звено рабочих, состав которого рекомендует ЕНиР.

К аккордной сдельной оплате труда относятся такие работы, которые объединяют несколько родственных работ. Так, в нашем случае можно объединить работы под номерами: 3 и 4; 7 и 8; 10 и 12; 13, (14, 15), 16 и 22; 17 и 20; 18, 19 и 21.

При объединении составляют новое описание работы, отражающее ее составные части. Например, работы №3 и №4 по-новому, как одну аккордную, можно описать: «Срезка растительного грунта 1-й группы с его перемещением на ( $L_{\text{перем}}$ ) бульдозером (марка) в штабель»,  $\text{м}^3$ ,  $V_{\text{р.г.}}$ .

Норма времени и расценка по новому описанию работы будут складываться, т.е. калькулироваться, из норм и расценок работ, составивших новую (аккордную) работу.

При выполнении задания на курсовой проект необходимо составить одну из таких калькуляций на работы по индексам *a* (№7 и 8); *б* (№10 и 12); *в* (№14, 15, 16, 22); *г* (№17 и 20); *д* (№18, 19, 21) в виде табл. 6.

Если для выполнения объединенных аккордных работ требуются рабочие одной специальности, т.е. специализированные звенья, то из таких звеньев может быть сформирована специализированная бригада. Если же объединяемые работы требуют труда рабочих разных специальностей, то для их выполнения формируют комплексную бригаду.

Укрупнение (объединение) работ для аккордного наряда может быть весьма значительным. В нашем случае работы могут производить две комплексные бригады по двум калькуляциям:

- выполнение земляных работ на строительстве подвала;
- выполнение монтажных, бетонных и гидроизоляционных работ на строительстве подвала.

Может всю работу выполнить и одна комплексная бригада по калькуляции: «Выполнение строительных и монтажных работ при возведении подвала».

В этом случае в калькуляцию войдут все 23 наименования работ.

Таблица 6

Калькуляция №4 аккордной нормы и расценки на срезку растительного грунта  
(краткое наименование аккордной работы) (пример заполнения)

Обоснование (ЕНиР и др.)	Наименование работ	Объем		Норма времени на единицу измерения, чел.-ч	Заграты труда на весь объем работы, чел.-ч	Расценка на единицу измерения, руб. -коп.	Стоимость затрат труда на весь объем работ, руб.- коп.
		единица измерения	количество				
1	Срезка растительного грунта 1-й группы слоем м бульдозером	м <sup>2</sup>					
2	Уборка в штабель ранее разрыхленного грунта 1-й группы бульдозером с перемещением на м	м <sup>3</sup>					
Калькуляция №4	Срезка растительного грунта 1-й группы с его перемещением на м бульдозером в штабель	м <sup>3</sup>					

## 4.2. Календарный график процесса устройства фундаментов и календарный план производства работ по нулевому циклу

Календарное планирование осуществляют на основе затрат труда и машинного времени как на отдельные, так и на объединенные (аккордные) работы по приведенной в прил. 13 форме.

В план вносят основные работы с их лаконичным наименованием и расположением в технологической последовательности.

В нашем случае это могут быть следующие 17 наименований работ:

1. Устройство нагорной канавы.
2. Срезка и перемещение растительного грунта.
3. Бурение ям под обноску.
4. Устройство и разборка обноски, работа с геодезистом.
5. Разработка грунта в котловане.
6. Устройство траншей под фундаменты.
7. Монтаж фундаментных блоков с песчаной подсыпкой.
8. Подсыпка грунта под полы.
9. Бетонирование бетонной подготовки.
10. Оклеечная гидроизоляция пола.
11. Бетонирование пригрузки.
12. Монтаж стеновых блоков.
13. Вертикальная и горизонтальная изоляция стен.
14. Монтаж плит перекрытия.
15. Обратная засыпка пазух.
16. Трамбование грунта в пазухах.
17. Водоотливные работы.

В ранее составленном перечне было 23 наименования работ, т.е. на 6 больше. Эти 6 работ не должны быть исключены. Трудозатраты по ним в чел.-ч и маш.-ч присоединены к тем работам, которые им ближе по смыслу, что отражено в их измененном наименовании.

Затраты труда по видам работ в табл. 5 подсчитаны в чел.-ч, а работа машин – в маш.-ч. В календарный план эти затраты проставляют в чел.-см. и маш.-см., для чего ранее полученные цифры в часах нужно разделить на продолжительность смены в ч, т.е. на 8, и получить требуемые затраты труда  $m_p$ , чел.-см. или маш.-см.

Следует определить сменность работ  $r$  за один день. Обычно их выполняют в одну смену, однако такие дорогостоящие машины, как экскаваторы, бульдозеры, краны и т.п., загружают работой в две смены. Водоотливные работы или водопонижение осуществляют круглые сутки, т.е. в три смены, без выходных и праздников. Поэтому для работы на водоотливе по скользящему графику ежедневно потребуются 4 человека на каждый

рабочий день недели. Однако ежедневно они будут отрабатывать три человеко-смены.

Необходимо будет установить число рабочих  $n$ , занятых в смене, при выполнении каждой работы. Число рабочих зависит от имеющегося для них фронта работы, т.е. той площади, на которой разместятся рабочие, материалы и машины для их целосменной работы. Число рабочих может зависеть от количества необходимых им машин. Например, на один кран требуется кроме крановщика 3 или 4 монтажника (для разных конструкций), не больше и не меньше [9].

Продолжительность работы в днях (в сутках):

$$П_p = \frac{m_p}{n \cdot r}.$$

Работы на календарном графике по дням показывают одной линией, работы, выполняемые в две или три смены, – соответственно двумя или тремя параллельными линиями.

Современная организация строительных работ предусматривает их производство совмещенным методом, т.е. при параллельном или одновременном выполнении нескольких строительных процессов, так как последовательное их выполнение на объекте привело бы к значительному увеличению продолжительности его строительства. Необходимо максимальное совмещение процессов. Однако добиться этого на небольших объектах трудно, а иногда и невозможно, так как для выполнения процесса нужно выделить такую часть объекта, которая была бы достаточной для нормальной производительной работы звена или бригады в течение полусмены, а лучше – смены. Такие определенные части объекта называют захватками. Количество захваток, на которые делят объект, должно быть равно количеству одновременно выполняемых процессов  $i$ . Причем количество захваток, их расположение на одном и том же объекте может быть разным, в зависимости от видов выполняемых процессов (рис. 12).

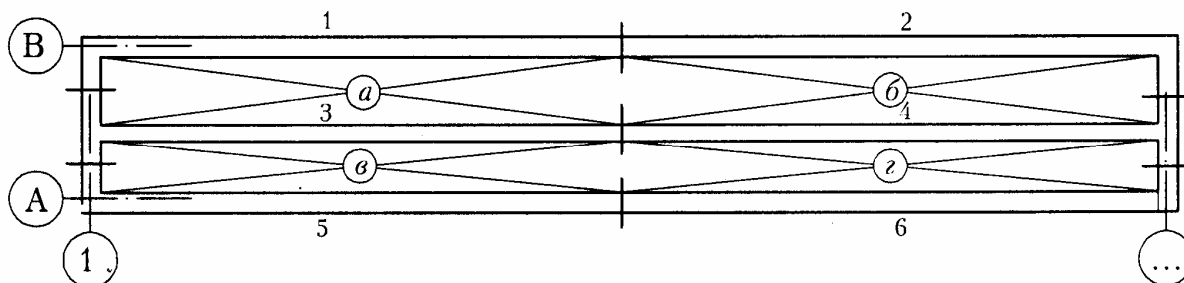


Рис. 12. Разбивка объекта на захватки по видам работ

В нашем случае монтаж фундаментов выполняется по трем продольным осям (захваткам 1, 2, 3, 4, 5, 6), а монтаж перекрытия – по двум пролетам (по двум захваткам: пролет Б-В и пролет А-Б). Для одновременного



выполнения засыпки пазух в подвале и планировки под полы, а также для бетонирования подготовки под полы, выполнения гидроизоляции, укладки пригрузочного бетона все здание в плане целесообразно разделить, как минимум, на четыре захватки (*a*, *б*, *в*, *г*). На каждой захватке будет работать отдельное звено или бригада такого количественного состава рабочих, которое позволит выполнить работу на захватке в установленное расчетное время, называемое шагом потока. Его определяют для одного из важнейших процессов, который связан обычно с работой машин. Это дает возможность по истечении расчетного времени перейти рабочим и машинам с одной захватки на следующую. При расчете нужно для такого процесса подсчитать продолжительность работы на одной захватке  $\delta$  в сменах:

$$\delta = \frac{P_p \cdot r}{i}.$$

Полученные значения  $\delta$  следует округлить до 0,5 смены.

Руководствуясь числом рабочих смен  $m_p$  для других процессов, можно установить ту же продолжительность (шаг) их работы на захватке. Работы, выполняемые без машин, нужно организовать на захватке с той же продолжительностью (шагом) их производства путем изменения числа рабочих или числа смен.

Порядок работ на захватках нужно отобразить на календарном графике процесса устройства фундаментов. График по одному из вариантов организации работ показан на рис. 13.

Следует составить указания по производству работ на захватках:

1. При разработке грунта в траншеях экскаватор с планировочным ковшом разравнивает отвал грунта для прохода крана и автомашин с фундаментными блоками по пролетам подвала.

2. При монтаже фундаментных блоков на захватках 1, 3 и 2, 4 транспорт с блоками проходит по пролету А-Б. Одновременно можно разгружать и складировать блоки для фундаментов по оси А. При монтаже «с колес» по оси А транспорт с блоками будет проходить по пролету Б-В.

Подсыпку под полы с уплотнением грунта, бетонирование подготовки, гидроизоляцию пола и укладку пригрузочного бетона выполняют последовательно по захваткам *a*, *б*, *в*, *г* (см. рис. 12, 13).

Бетонную смесь (В-10) укладывают в подготовку по трем маячным рейкам (в середине пролета и по краям). Смесь уплотняют виброрейкой. Поверхность заглаживают и покрывают из распылителя битумной грунтовкой. Через 7 дней укладывают горизонтальную гидроизоляцию. Аналогично выполняют укладку пригрузочного бетона, но без битумной грунтовки. На седьмые сутки прочность бетона В-10 составит 50 % (6,5 МПа), и по нему станет возможным проезд техники для выполнения монтажа стеновых блоков.



3. Кран, находясь в пролете между осями Б и В, монтирует стеновые блоки сначала по оси В, а потом по оси Б. Транспорт с блоками проезжает по пролету А-Б. При монтаже блоков по оси А транспорт проезжает между осями Б и В. По мере монтажа стен выполняют их гидроизоляцию.

4. При монтаже плит перекрытия в пролете Б-В плитовозы проходят по пролету А-Б. По мере монтажа кран раскладывает плиты для пролета А-Б на смонтированном перекрытии и переходит в пролет А-Б для их монтажа.

5. После наклеивания боковой и устройства горизонтальной гидроизоляции стен, а также по мере монтажа плит перекрытия можно засыпать пазухи грунтом с его послойным трамбованием и постоянным контролем качества уплотнения.

При строительстве крупных объектов возможно их поточное возведение по циклам – нулевой (подземная часть); надземный цикл и отделочный цикл на смежных участках. Продолжительность выполнения того или иного цикла на одном таком участке ( т.е. тоже захватки) будет составлять ритм потока.

На основе календарных графиков на сложные строительные процессы составляют календарный план производства работ по форме прил. 13. Воспроизводить работы по захваткам в нем необязательно. Можно фиксировать лишь их начало и окончание. Календарный план производства работ показан на рис. 14.

### 4.3. Контроль качества земляных и монтажных работ

Земляные и монтажные работы выполняют в соответствии с [1–6], а также требованиями по охране окружающей среды.

До начала работ от заказчика нужно получить: оформленное разрешение на выполнение строительно-монтажных работ, схему подземных коммуникаций, а у местной администрации – персональное (на фамилию прораба или мастера) разрешение на производство земляных работ в установленный срок. Необходимо также завести общий журнал по [1, прил. 1]. Отступления от данного проекта производства работ – технологической карты – не допускаются. Данный ППР, утвержденный главным инженером стройки, передают на стройплощадку за 2 месяца до начала работ.

Производственный контроль качества работ включает входной контроль рабочей документации, операционный контроль строительных процессов и приемочный контроль строительных работ.

Входной контроль рабочей документации обеспечивает главный инженер силами производственно-технического отдела (ПТО) и строительного участка (старший прораб, прораб, мастер).



Операционный контроль предусматривает: *проверку прорабом* геодезической разбивки положения нагорной канавы, склада растительного грунта, положения обноски, разбивки контура котлована, отметок основания, разметки положения угловых и маячных фундаментных блоков или опалубки фундаментов, монтажного горизонта плит перекрытия (выполняет мастер); *проверку мастером* геометрических размеров котлована и траншей, осей проходок экскаватора, высотных отметок, крутизны откосов (выполняет экскаваторщик), качества засыпки и уплотнения грунтов (выполняют землекопы), соблюдения допусков при монтаже сборных конструкций (выполняют монтажники), качества укладки бетона и ухода за ним (выполняют бетонщики), состояния основания под гидроизоляцию и качества наклеивания каждого ее слоя (выполняют изолировщики).

Приемочный контроль осуществляют представитель технадзора заказчика, автор проекта (в случае осуществления авторского надзора) и прораб; в ходе постоянного надзора за ходом строительных работ они фиксируют их отдельные наиболее важные этапы в соответствующих актах. Текущие замечания по качеству выполняемых работ они заносят в журнал производства работ.

Актами оформляют разбивку осей здания, вынесенных на обноску, состояние основания под фундаменты, качество уплотнения грунта в пазухах, в переборах и в подсыпке под полы. В актах отражают характер грунта, уровень грунтовых вод, встретившиеся препятствия (старые колодцы, фундаменты и т.п.), способы заполнения переборов, излагают заключение комиссии о соответствии (несоответствии) выполненных работ проекту и дают (не дают) разрешение на производство дальнейших работ. Подобные акты на скрытые работы нужно составлять также на армирование железобетонных поясов, на замоноличивание конструкций, на бетонные конструкции, которые будут закрыты последующими работами, на качество основания под гидроизоляцию, на качество самой гидроизоляции. В актах необходимо указывать применяемые материалы, их соответствие стандартам или данным их лабораторных испытаний, в том числе результаты испытаний раствора, бетона, клеящих мастик, плотности утрамбованного грунта и др.

Мастер осуществляет приемочный контроль при ежедневной приемке работы у исполнителей. Оценка качества работ проставляют в журнале работ и в нарядах на оплату. При оценке ниже «хорошо» премиальные за работу не выплачивают. Допущенный брак рабочий должен устранить без дополнительной оплаты.

При выполнении работ нулевого цикла не должны допускаться отклонения выше нормативных:

- отклонения в отметках основания под фундаменты  $\pm 50$  мм;
- смещение осей фундаментных блоков от разбивочных осей  $\pm 10$  мм;

- значение отметок верхних опорных поверхностей элементов фундаментов –10 мм;
  - смещение в плане плит перекрытий относительно их проектного положения на опорных поверхностях 10 мм;
  - горизонтальность плоскостей на всю плоскость выверяемого участка  $\pm 20$  мм;
  - местные отклонения поверхности бетона при контроле рейкой (длиной 2 м)  $\pm 5$  мм;
  - толщина слоя мастики в оклеечной гидроизоляции 2–2,5 мм;
  - нахлестка продольных швов рулонов гидроизоляции 100–120 мм;
  - нахлестка поперечных швов рулонов гидроизоляции 150–200 мм.
- Не допускаются пузыри и непрочные места.

#### 4.4. Мероприятия по экологии и охране труда

При планировке территории самовольный снос (корчевка) любых деревьев и кустарников не допускается. На это необходимо иметь специальное разрешение, так называемый «порубочный билет» Зеленстроя или местной администрации. Насаждения, которые не подлежат сносу, должны быть ограждены, а те, что находятся в непосредственной близости от производимых работ, – закрыты защитным решетчатым каркасом.

При срезке растительного слоя и перемещении его на склад не допускается перемешивание растительного грунта с каким-либо иным грунтом.

До начала работ по отрывке котлована нужно проложить землевозные дороги с засыпкой земляного профиля шлаком, гравием, иным скелетным грунтом и прикаткой его катком. В сухую погоду дороги нужно увлажнять с помощью поливочной машины, для того чтобы не было пыли. Для монтажных работ делают временные дороги из сборных железобетонных плит.

При вывозке мокрого грунта или работе в дождливую погоду на выезде со стройплощадки (в населенном пункте) нужно оборудовать обмывочный пункт для обработки ходовой части и кузова машин. Воду для этого можно использовать из зумпфа котлована. Отработанную воду возвращают в зумпф, предварительно пропустив ее через несложный отстойник. Со строительной площадки нельзя выпускать машины с нависшими из кузова кусками грунта. Топливная аппаратура двигателей машин должна быть отрегулирована и проверена на токсичность и шумность выхлопа. Разогрев мастики выполняют в специальных котлах, оборудованных газовыми горелками. На месте разогрева должны быть средства пожаротушения.

При откачке воды не допускают размыва верхнего слоя почвы в пониженном рельефе. Для его защиты укладывают лотки, желоба, трубы и др.

Выполнение всех строительных работ необходимо осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Ч.1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Ч.2. Строительное производство»; ГОСТ 12.3.002-75 «Процессы производственные»; ГОСТ 26887-86 «Площадки и лестницы для строительного-монтажных работ», ГОСТ 27321-87 «Леса стоечные приставные для строительного-монтажных работ», ГОСТ 27372-87 «Люльки для строительного-монтажных работ» ; ППБ 01-03 РФ «Правила пожарной безопасности при производстве строительного-монтажных работ»; ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования»; ГОСТ 23.407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ».

Ограждение строительной площадки, расположенной в населенном пункте, нужно выполнить по ее контуру. Ограждение должно исключать проникновение на стройплощадку посторонних лиц, особенно детей.

#### **4.5. Материально-технические ресурсы, потребные для возведения нулевого цикла здания**

Расчет потребных материальных ресурсов приведен в табл. 7.

Таблица 7

Материальные ресурсы, потребные для возведения нулевого цикла многоэтажного здания

Наименование работ	Объем		Материальные ресурсы			
	Единицы измерения	Количество	Наименование	Единицы измерения	Норма на единицу объема	Потребность
Створные знаки, их ограждение и устройство обноски	пог. м	$L_{огр} + L_{обн}$	Лес круглый	м <sup>3</sup>	0,025	
			Пиломатериал	м <sup>3</sup>	0,007	
			Гвозди	кг	0,04	
Песчаная подсыпка под фундаменты	м <sup>2</sup>	$\Phi_{под}$	Песок речной	м <sup>3</sup>	0,11	
Монтаж фундаментных блоков	м <sup>3</sup>	$V_{ф.б}$	Фундаментные блоки	м <sup>3</sup>	1	
			Раствор цементный*	м <sup>3</sup>	0,03	
Монтаж стеновых блоков	м <sup>3</sup>	$V_{стен}$	Стеновые блоки бетонные	м <sup>3</sup>	1	
			Раствор цементный*	м <sup>3</sup>	0,05	
Бетонирование подготовки и пригрузки	м <sup>3</sup>	$V_{подг} + V_{пригр}$	Бетон товарный В-10	м <sup>3</sup>	1,006	
Гидроизоляция из двух слоев бризола	м <sup>2</sup>	$F_{гор.из.} + F_{верт.из.}$	Бризол	м <sup>2</sup>	2,2	
			Мастика битумная**	кг	1,2	
Гидроизоляция из двух слоев рубероида	м <sup>2</sup>	$F_{стен}$	Рубероид	м <sup>2</sup>	2,1	
			Мастика битумная**	кг	1,15	
Плиты перекрытия	м <sup>3</sup>	$V_{пл}$	Плиты многопустотные	м <sup>3</sup>	1	
			Раствор цементный*	м <sup>3</sup>	0,04	

\* Всего раствора цементного, м<sup>3</sup>.

\*\* Всего мастики битумной, т.



Расчет потребных технических ресурсов приведен в табл. 8 и 9.

Т а б л и ц а 8

Машины, потребные для возведения нулевого цикла  
многоэтажного здания

№ п/п	Наименование	Назначение	Тип (марка)	Количество	
				единиц	машинно-смен
1	Экскаватор	Нагорная канава		1	
2	Экскаватор	Котлован		1	
3	Экскаватор	Траншеи в котловане		1	
4	Автосамосвалы	Котлован		<i>N</i>	
5	Бульдозер	Срезка грунта		1	
6	Бульдозер	Засыпка пазух		1	
7	Бурильно-крановая машина	Ямы под столбы		1	
8	Электровибратор	Уплотнение бетонной смеси	ИБ-98А	2	
9	Электротрамбовка	Уплотнение грунта		2	
10	Кран автомобильный	Разгрузка и монтаж конструкций		1	
11	Иглофильтровая установка	Понижение уровня грунтовых вод			
12	Электронасос	Откачка воды из котлована			

**П р и м е ч а н и я :**

1. Перечень может быть уменьшен или дополнен, исходя из варианта задания на проект.

2. Песок, строительный раствор, бетонная смесь, сборные конструкции доставляют на объект централизованно, поэтому потребный для этого автотранспорт не учитывается.

Т а б л и ц а 9

### Инструменты и приспособления

Наименование	Единица измерения	Количество	Наименование	Единица измерения	Количество
Нивелир	шт.		Отвес	компл.	
Теодолит	шт.		Шнур-причалка	м	
Мерная лента 25 м	шт.		Рейки фугованные 4 м	шт.	
Рейка геодезическая	шт.		Ящик для раствора 300 л	шт.	
Визирка ходовая	шт.		Ящик для раствора 50 л	шт.	
Распылитель для мастики	шт.		Строп четырехветвевой	шт.	
Бак для мастики с газовой горелкой	компл.		Строп двухветвевой	шт.	
Топор	шт.		Ручная трамбовка	шт.	
Ножовка ручная	шт.		Мастерок каменщика	шт.	
Молоток	шт.		Кусачки	шт.	
Клещи	шт.		Полутерок	шт.	
Лопата штыковая	шт.		Правило	шт.	
Лопата совковая	шт.		Гребок для мастики	шт.	
Грабли	шт.		Ведро обратноконусное	шт.	
Брусочек точильный	шт.		Ломик монтажный	шт.	
Напильник	шт.		Нож для кровельных работ	шт.	
			Пожарный инвентарь	компл.	

## ОЦЕНКА РАБОТЫ НАД КУРСОВЫМ ПРОЕКТОМ

В ходе работы над проектом студент отчитывается перед преподавателем об этапах его выполнения в рамках осуществления текущего учебного контроля. Работа студента оценивается в процентах выполнения всего объема. Результаты оценки или аттестации (процентовка) представляются руководству университета для рассмотрения и принятия необходимых мер.

Разделы проекта	Оценка, %, по разделу/накопительно
1. Привязка здания к условиям площадки для застройки, в том числе рис. 1, 2, 3, 4 и табл. 1	10/10
2. Подсчет объемов, в том числе рис. 5, 6, 7, 8	15/25
3. Выбор ведущих машин для разработки грунта, в том числе рис. 9, 10 и табл. 2, 3, 4	20/45
4. Устройство фундаментов, в том числе рис. 11	5/50
5. Определение трудозатрат, в том числе заполненная ведомость (табл. 5) и калькуляция по заданию $K(a, b, v, z, d)$ (табл. 6)	15/65
6. Календарный график процесса и календарный план работ, в том числе рис. 12, 13, 14	15/80
7. Контроль качества работ, вопросы экологии и охраны труда, материально-технические ресурсы, в том числе табл. 7, 8, 9	5/85
8. Техническое оформление пояснительной записки и чертежей	10/95
9. Подготовка к защите проекта	5/100

Аттестации проводятся:

- первая – на этапе выполнения 25 % работы;
- вторая – на этапе выполнения 65 % работы;
- третья – на этапе выполнения 85 % работы.

Подготовка к защите проекта осуществляется на материале самого проекта и по литературе, указанной в библиографическом списке.

Вопросы для самоподготовки, которые будут заданы при защите, приведены в прил. 2.

## ПАМЯТКА ПРЕПОДАВАТЕЛЮ

При составлении вариантов заданий на курсовой проект потребуется определить цифры по символам, приведенным в данных для проектирования (см. прил. 1). В этой работе следует руководствоваться следующими рекомендациями и принимать:

значения  $x$  – 4,6; 4,8; 5,0; 5,2;

значения  $y$  – 5,4; 5,6; 5,8; 6,0;

значения  $z$  – 42; 48; 54; 60; 72;

значения  $a_1$  – 1,2; 1,4; 1,6; 1,8;

значения  $a_2$  – 1,4; 1,6; 1,8; 2,0; 2,2;

значения  $h$  – от  $(-3,8)$  до  $(-4,5)$ ;

значения  $N$  – от 1 до 4;

значения  $L$  – от 5 до 20;

значения  $K$  –  $a, б, в, г, д$ ;

значения  $p$  – от 0,3 до 0,6;

значения  $q, r, s, v, t, m, n, d$ , – любые 2 значения от 1,5 до 2 для  $q, r, s, v$  или любые 2 значения от 0,5 до 1,0 для  $t, m, n, d$ ;

значения  $f$  – 2;

значения  $h_{yTB}$  – от  $(-2,5)$  до  $(-2,9)$ ;

значения  $\alpha_b$  – от 20 до 80;

значения  $\Xi$  – от 1 до 3.

Все значения можно применять в любых сочетаниях.

Пример задания на группу дан в прил. 14.

При выдаче заданий студентам необходимо ознакомить их с вышеизложенным разделом «Оценка работы над курсовым проектом», а также указать даты аттестаций и защиты проекта, которые устанавливаются в семестре в зависимости от расписания занятий.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 [Текст]. – М., 2011. – 18 с.
2. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84 [Текст]. – М., 2012. – 69 с.
3. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 [Текст]. – М., 2012. – 113 с.
4. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная версия СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции [Текст]. – М., 2012. – 293 с.
5. СНиП 3.04.01-87. Защитные, изоляционные и отделочные покрытия [Текст]/Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 61 с.
6. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч.II. Строительное производство [Текст] /Росстрой РФ. – М.: Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2004. – 69 с.
7. ЕНиР. Общая часть [Текст] / Госстрой СССР. – М.: Прейскурант-издат, 1987. – 38 с.
8. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы [Текст] / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
9. ЕНиР. Сборник 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения [Текст] / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1979. – 129 с.
10. Гусев, Н.И. Технологические процессы в строительстве [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 83 с.
11. Гусев, Н.И. Технологическая карта на комплекс процессов строительства подземной части многоэтажного здания с подвалом [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 140 с.
12. Гусев, Н.И. Технологические процессы в строительстве. Организационные основы строительных процессов [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, В.И. Логанина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 272 с.
13. Кочеткова, М.В. Технологические процессы в строительстве [Текст]: метод. указания к самостоятельной работе студентов / М.В. Кочеткова. – Пенза: ПГУАС, 2016.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Приложение 1

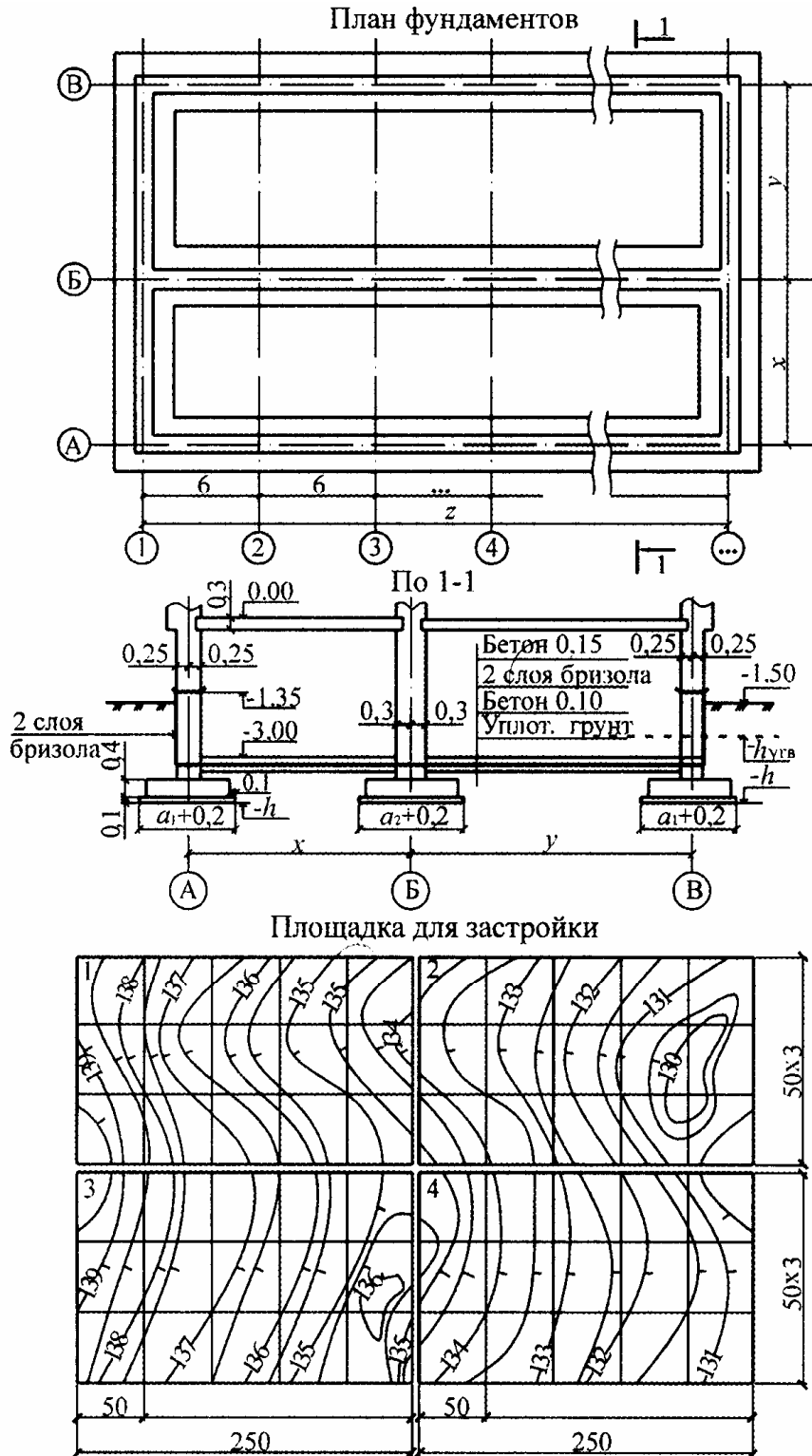
### Задание на курсовой проект по технологическим процессам в строительстве

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства

Кафедра управления качеством и технология строительного производства

Требуется разработать технологическую карту на нулевой цикл многоэтажного здания, показанного на схеме, которое размещается на одной из площадок для застройки, по нижеприведенным данным. Размеры даны в м.

	Расстояние между осями А и Б	$x$
	Расстояние между осями Б и В	$y$
	Длина здания (в осях)	$z$
	Ширина внешних фундаментов	$a_1$
	Ширина внутренних фундаментов	$a_2$
	Отметка заложения фундаментов	$-h$
	Номер площадки для застройки	$N$
	Дальность перевозки грунта	$L$
	Номер калькуляции	$K$
	Число плит, монтируемых с одной стоянки	$\mathcal{E}$
Данные геологических изысканий	Растительный грунт	$p$
	Супесь	$q$
	Песок мелкий	$r$
	Песок средней крупности	$s$
	Песок с гравием	$v$
	Лессовидный суглинок	$t$
	Глина мягкая	$m$
	Глина со щебнем	$n$
	Суглинок с гравием	$d$
	Глина тяжелая	$f$
	Уровень грунтовых вод	$-h_{\text{УГВ}}$
	Приток воды, л/ч·м <sup>2</sup>	$\alpha_{\text{В}}$



**Примечания:**

1. Внутренние поперечные стены в здании условно исключены.
2. Фундаментные блоки имеют ширину по оси стен 1 м.
3. Стеновые бетонные блоки имеют объем до  $0,5 \text{ м}^3$ .
4. Плиты перекрытия многопустотные, шириной 1,5 м, высотой 0,22 м. Их приведенная толщина 0,12 м.

### Вопросы для самоподготовки к защите курсового проекта

1. Элементы геодезической основы строящегося здания, их приемка, устройство и использование.
2. Высотная привязка здания на местности, определение усредненной черной отметки.
3. Крутизна откосов в котловане и порядок ее определения в различных напластованиях грунтов.
4. Порядок определения размеров выемок по верху.
5. Определение объемов работ для рекультивации почвенно-растительного грунта и порядок их выполнения.
6. Нагорная канава, ее назначение, объем и порядок устройства.
7. Принцип определения глубины копания котлована в зданиях с подвалами. Контроль глубины копания с помощью обноски.
8. Определение объемов липких грунтов в котловане.
9. Проектирование понижения уровня грунтовых вод.
10. Устройство зумпфа, открытый водоотлив, его проектирование и организация.
11. Разбивка контура котлована перед началом земляных работ.
12. Выбор ведущей машины по технической характеристике.
13. Сравнение вариантов комплексной механизации земляных работ.
14. Определение ширины проходов экскаваторов и мест их рабочих стоянок.
15. Принципы подбора автотранспорта, определение его количества, в том числе при разработке экскаватором части грунта навывмет.
16. Определение объемов и разработка грунта в траншеях под фундаменты здания с подвалом.
17. Определение объемов работ и их выполнение при обратной засыпке пазух.
18. Выбор крана для монтажных работ.
19. Порядок установки угловых, маячных и промежуточных фундаментных блоков.
20. Укладка и уплотнение бетонной смеси в подготовку под полы и уход за бетоном.
21. Устройство оклеечной гидроизоляции.
22. Определение нормы времени, нормы машинного времени и расценки на физический объем.



Окончание прил. 2

23. Определение затрат труда и заработной платы при прямой сдельной и аккордной оплате труда.
24. Определение числа рабочих смен (машино-смен) и дней для выполнения работы.
25. Организация выполнения строительных работ совмещенным методом.
26. Порядок составления календарного графика процесса устройства фундаментов.
27. Порядок составления календарного плана производства работ.
28. Контроль качества работ и его организация, в том числе: входной контроль рабочей документации, операционный контроль (сверху вниз ) и приемочный контроль.
29. Рабочая исполнительная документация, ее состав, назначение и порядок составления.
30. Мероприятия по охране окружающей среды при производстве работ.
31. Техника безопасности при производстве земляных работ.
32. Техника безопасности при производстве монтажных работ.
33. Техника безопасности при производстве бетонных работ.
34. Техника безопасности при производстве гидроизоляционных работ.

## Приложение 3

### Форма титульного листа курсового проекта

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

### КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Технологические процессы в строительстве»  
на тему: «Технологическая карта на нулевой цикл  
многоэтажного здания»

Автор проекта \_\_\_\_\_  
(подпись) и.о. фамилия

Направление: \_\_\_\_\_

Обозначение: КП-2069059 – № направления – № зачетной книжки – год –  
группа

Руководитель проекта \_\_\_\_\_  
(подпись) и.о. фамилия

Проект защищен \_\_\_\_\_  
(дата)

Оценка \_\_\_\_\_

Пенза

## Приложение 4

### Технические характеристики грунтов по данным геологических изысканий

Виды грунта	Показатель откоса $m$ при глубине, м			Высота капилляр- ного под- нятия во- ды, м	Показатель разрыхления, %		Группа грунта при разработке		
	до 1,5	до 3	до 5		первона- чального	остаточ- ного	экскава- тором	бульдो- зером	вручную
Растительный	0,67	1	1,25	1	20–25	3–4	1	1	1
Супесь	0,25	0,67	0,85	0,5	12–17	3–5	1	2	1
Песок мелкий	0,5	1	1	0,5	10–15	2–5	1	2	1
Песок средней круп- ности	0,5	1	1	0,5	10–15	2–5	1	2	1
Песок с гравием	0,5	1	1	0,5	16–20	5–8	1	2	2
Лессовидный суглинок	0	0,5	0,5	1	18–24	3–6	1	1	1
Глина мягкая	0	0,25	0,5	1	24–30	4–7	2	2	2
Глина со щебнем	0	0,25	0,5	1	24–30	5–8	2	3	3
Суглинок с гравием	0	0,5	0,75	1	24–30	5–8	2	2	2
Глина тяжелая	0	0,25	0,5	1	28–32	6–9	4	3	4

## Приложение 5

### Коэффициенты фильтрации грунтов

Грунт	$K_f$ , м/сут	Грунт	$K_f$ , м/сут
Песок с гравием	100...50	Лесс	0,5...0,01
Песок средний	25...10	Лессовидный суглинок	0,5...0,01
Песок мелкий	3...2	Суглинок с гравием	0,4...0,005
Супесь	0,7...0,2	Глина	0...0,005

## Приложение 6

### Данные для подбора иглофильтров

Требуемая величина понижения УГВ, м		Рекомендуемый шаг иглофильтров, м, при насосных агрегатах			Рекомендуемая длина всасывающего коллектора, м, для установок		
I яруса	II яруса	ЛИУ-5	ЛИУ-3	ЛИУ-2	ЛИУ-5	ЛИУ-3	ЛИУ-2
4,5...4,0	4,5...3,5	0,8	0,75	0,6	55	40	20
4,5...3,0	3,5...3,0	0,8...1,5	0,75	1,2	70	55	20
3,5...3,0	3,0...2,5	1,5...2,2	1,5	1,8	75	60	20

## Приложение 7

### Техническая характеристика электрических насосов

Марка	Подача, м <sup>3</sup> /ч
Гном 10-10	10
Гном 16-15	16
Гном 25-20	25
Гном 53-10т	53
Гном 100-25	100

Приложение 8

Марки экскаваторов и их технические параметры

Драглайны	Э-302 Э-304	Э-304 В	Э-504 Э-505	КМ-602	Э-651 Э-656	Э-801
1	2	3	4	5	6	7
Вместимость ковша $e$ , м <sup>3</sup> :						
с зубьями	0,35	0,4	0,5	0,6	0,65	0,75
с режущей кромкой	0,4	-	0,65	0,8	0,8	1,1
Радиус копания $R_k$	10,1	11,1	10,2	13,2	10,2	10
Глубина копания $H_{\text{коп}}$	7	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7
Радиус выгрузки $R_b$	7,3	10,5	8,0	11,4	8,8	9,7
Высота выгрузки $H_b$	6,3	6	5,5	6,4	5,5	5,5
Длина передвижки $l_{\text{п}}$	1,25	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6
<i>С обратной лопатой с механическим приводом</i>	Э-1621	Э-3311 Э-302	Э-304	Э-504 Э-505	Э-651 Э-656	Э-5111
Вместимость ковша $e$ , м <sup>3</sup> :						
с зубьями	0,15	0,3	0,4	0,5	0,65	0,6
с режущей кромкой	-	0,4	-	0,65	0,8	0,8
Радиус копания $R_k$	4,1	7,8	7,8	9,2	9,2	13,2
Глубина копания $H_{\text{коп}}$	2,2	2,6	3	4	4	7,8
Радиус выгрузки $R_b$	4,8	5,7	6,6	7,6	8,7	10,4
Высота выгрузки $H_b$	1,7	2,2	2,3	1,7	2,3	3,6
Длина передвижки $l_{\text{п}}$	1,1	1,25	1,4	1,5	1,6	1,6

1	2	3	4	5	6	7
<i>С обратной лопатой с гидравлическим приводом</i>	Э0-2621А	Э0-3322	Э-5015	Э0-3322В	Э0-5151	Э0-6321А
Вместимость ковша $e$ , м <sup>3</sup>	0,25	0,4	0,5	0,63	0,65	1
Радиус копания $R_k$	5	8,2	7,3	7,5	9	9
Глубина копания $H_{\text{коп}}$	3	5	4,5	4,3	5,8	5,8
Радиус выгрузки $R_B$	5,2	8,1	6,2	7,1	9,3	9,8
Высота выгрузки $H_B$	2,2	5,2	3,9	4,8	5	5
Длина передвижки $l_{\text{п}}$	1,25	1,4	1,5	1,5	1,6	1,75
<i>Экскаватор Э-4010, с обратной лопатой, с планировочным ковшом вместимостью 0,4 м<sup>3</sup></i>	Наибольший радиус копания – 7,4 Наибольшая глубина копания – 3,4 Длина передвижки – 1,4					

## Приложение 9

### Технико-экономические данные экскаваторов

Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Усредненная себестоимость 1 маш.-см. экскаватора, руб.-коп.	Трудоемкость управления и обслуживания 1 маш.-см. экскаватора, чел.-ч
0,15	23-92	12,24
0,25...0,35	28-56	13,36
0,4	28-96	13,20
0,5	34-48	12,16
0,65...0,8	41-52	21,04
1,0	49-84	22,88
1,5	81-84	23,44

Приложение 10

Технико-экономические данные автомобилей-самосвалов

Наименование	Единица измерения	Марка автомобиля						
		САЗ-3504	Газ-САЗ-53Б	ЗИЛ-ММЗ-555	МАЗ-503А	КамАЗ-5511	КрАЗ-222	КрАЗ-256Б
Грузоподъемность	т	2,25	3,5	5	8	10	10	12
Вместимость кузова	м <sup>3</sup>	1,65	2,4	3,1	4,0	7,2	7,3	8,5
Ширина (габариты колесной базы)	м	2,09	2,29	2,39	2,60	2,60	2,65	2,65
Погрузочная высота	м	1,58	2,00	2,00	2,15	2,45	2,79	2,64
Средняя скорость при дальности отвозки, км:	км/ч							
до 1		15,2	15,6	16,8	16,0	17,2	14,0	16,8
до 2		17,3	19,4	22,7	21,8	25,4	19,4	22,7
свыше 2		21,2	25,3	28,0	27,0	38,2	23,0	28,0
Рекомендуемая вместимость ковша экскаватора	м <sup>3</sup>	до 0,25	0,25–0,5	0,25–0,5	0,5–1	0,5–1,6	0,5–1,6	более 1
Усредненная трудоемкость управления и обслуживания 1 маш.-см.	чел.-ч	10,48	10,80	11,84	14,32	14,80	16,0	15,92
Усредненная себестоимость 1 маш.-см.	руб.	13–68	17–76	21–68	29–60	31–50	39–52	38-40



Приложение 11

Технические параметры стреловых автомобильных кранов по маркам

Показатель	КС-1562А	КС-2561К КС-2561К1	КС-2571А	КС-3562Б	КС-3571	КС-3575А	СМК-10
Длина основной стрелы	6	8	6,8	10	8	9	10
Длина сменных стрел, м	10	12	8;	5;	10,8	10...14	9,5; 15,5
Вылет, м:							
наименьший	3,2	3,3	3,3	4	4	4	4
наибольший	6	7	5,7	10	7,2	14,6	9,5
Грузоподъемность на опорах, т, при вылете:							
наименьшем	5	6,3	6,3	10	10	10	10
наибольшем	1,5	1,8	1,8	1,2	3	2	2
Высота подъема, м, при вылете:							
наименьшем	6	7	7,3	10	8	10,3	10,5
наибольшем	3,8	5,5	1,5	5	1,5	2	6
Колея колес, м	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Расстояние между опорами, м:							
поперечное	3,3	3,6	3,6	4,3	4,3	4,3	4,3
продольное	3,24	3,6	3,6	3,75	3,5	4	4
Масса, т	7,4	9,2	9,7	14,3	14,96	15,6	14,6

## Приложение 12

### Тарифная сетка, применяемая в строительстве

Разряды рабочих	1	2	3	4	5	6
Часовая тарифная ставка (цены 1987 г.), коп.	59	64	70	79	91	106
Тарифный коэффициент	1	1,085	1,186	1,339	1,542	1,797

**Примечание.** Часовую тарифную ставку первого разряда определяют исходя из уровня инфляции по размеру минимальной оплаты труда. Полученный коэффициент повышения зарплаты применяют для корректировки расценок по сдельной оплате труда.

## Приложение 13

### Календарный план производства работ

Наименование работ	Объем работ		Заграты труда, чел.-см.	Требуемые машины		Продолжительность работ, дни	Число смен	Число рабочих в смену	График работы (дни, месяцы)									
	Единицы измерения	Количество		Наименование	Число маш.-см.				1	2	3	4	...	и т.д.				

Ответственный исполнитель \_\_\_\_\_  
(дата, подпись)

Задание на курсовой проект по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$x$	4,6	4,8	5	5,2	5,0	5,0	4,8	4,6	4,8	5,0	5,2	5,2	5,0	4,8	4,6	5,2	5,0	4,8	5,2	4,6	5,2	5,0	5,0	4,8	4,6
$y$	5,6	6,0	5,4	5,6	5,4	5,6	5,8	6,0	5,4	5,6	5,8	6,0	5,4	5,6	5,8	6,0	5,4	5,6	5,8	6,0	5,4	5,6	5,8	6,0	5,8
$z$	72	66	42	48	54	60	66	72	42	48	54	60	66	72	42	48	54	60	66	72	42	48	54	60	66
$a_1$	1,2	1,8	1,2	1,4	1,6	1,8	1,2	1,4	1,6	1,8	1,2	1,4	1,6	1,8	1,2	1,4	1,6	1,8	1,2	1,4	1,6	1,8	1,2	1,4	1,6
$a_2$	1,6	1,8	1,4	1,6	1,8	2	2,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	1,4	1,6	1,8	2,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	1,4	1,6	1,8	2
$-h$	4,5	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	3,9	4	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	3,9	4	4,1
$N$	4	3	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
$L, \text{ км}$	10	19	11	14	18	15	17	16	12	15	13	15	12	19	16	11	13	17	18	10	20	14	17	16	10
$K$	а	б	а	б	в	г	д	а	б	в	г	д	а	б	д	г	в	а	в	д	г	б	а	б	в
$p$	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5
$q$	1,8					1,6					1,6					1,6						1,6			
$r$	1,9	1,7							1,5				1,6						1,7						1,8
$s$		1,6				1,7					1,8										1,9				
$v$									1,7				1,9			1,8			1,5						1,5
$t$				0,7				0,8							0,9					1					
$m$			1				0,9			0,8		0,8		0,7			0,9	0,7					1		0,7
$n$				0,8	0,7			0,7				0,8					0,9					1	0,7		
$d$			0,8		0,9		0,8			1				0,9	0,6			0,6		0,6		0,7			0,8
$f$	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$-h_{\text{в.г.в}}$	2,9	2,8	2,6	2,7	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9	2,7	2,6	2,5	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,5	2,7	2,8
$\alpha_{\text{в}}$	42	52	56	80	45	76	42	55	47	63	67	69	77	78	63	56	58	68	78	72	76	54	42	61	49
$\text{Э}$	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2	3	2	1	2	3	3	1	2	3	2	1	2	3	3	1

## Пример выполнения курсового проекта

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Пензенский государственный университет архитектуры и строительства»

### КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине «Технологические процессы в строительстве»  
на тему: «Технологическая карта на нулевой цикл  
многоэтажного здания»

Автор проекта \_\_\_\_\_ И.И. Иванов  
(подпись)

Направление: 08.03.01 «Строительство»

Профиль (направленность): ПГС

Обозначение: КП-2069059-080301-99083-2016- Ст1-31

Руководитель проекта \_\_\_\_\_ П.П. Петров  
(подпись)

Проект защищен \_\_\_\_\_  
(дата)

Оценка \_\_\_\_\_

Пенза

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Задание на проектирование .....	78
1. Привязка здания к условиям площадки для застройки .....	79
2. Подсчет объемов работ .....	85
2.1. Устройство нагорной канавы .....	85
2.2. Срезка растительного грунта и его перемещение .....	85
2.3. Устройство котлована и траншей под фундаменты .....	86
2.4. Объем выемок для спусков в котлован .....	87
2.5. Работы по открытому водоотливу .....	88
2.6. Обратная засыпка пазух и подсыпка под полы .....	89
2.7. Работы по устройству фундаментов .....	91
2.8. Работы по инженерному обеспечению .....	92
3. Исследование технологической взаимосвязи машин для комплексной механизации работ и экономическое обоснование вариантов их организации .....	95
3.1. Разработка грунта .....	95
3.2. Устройство фундаментов .....	103
4. Организация работ нулевого цикла .....	105
4.1. Определение затрат труда и заработной платы .....	105
4.2. Календарный график процесса устройства фундаментов и календарный план производства работ по нулевому циклу .....	105
4.3. Контроль качества земляных и монтажных работ .....	111
4.4. Мероприятия по экологии и охране труда .....	113
4.5. Материально-технические ресурсы, потребные для возведения нулевого цикла здания .....	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	117

**Задание на проектирование по варианту №312**  
(размеры в м)

Требуется разработать технологическую карту на возведение подземной части многоэтажного здания (нулевой цикл), показанного на эскизе здания, которое размещается на площадке №3 (рис. 1П15), по нижеприведенным значениям:

расстояние между осями А и Б  $x = 6,0$ ; Б и В  $y = 4,8$ ; 1 и 2  $z = 66$ ;  
ширина внешних фундаментов  $a_1 = 1,8$ ; внутренних  $a_2 = 2$ ;  
отметка заложения фундаментов  $h = -3,7$ .

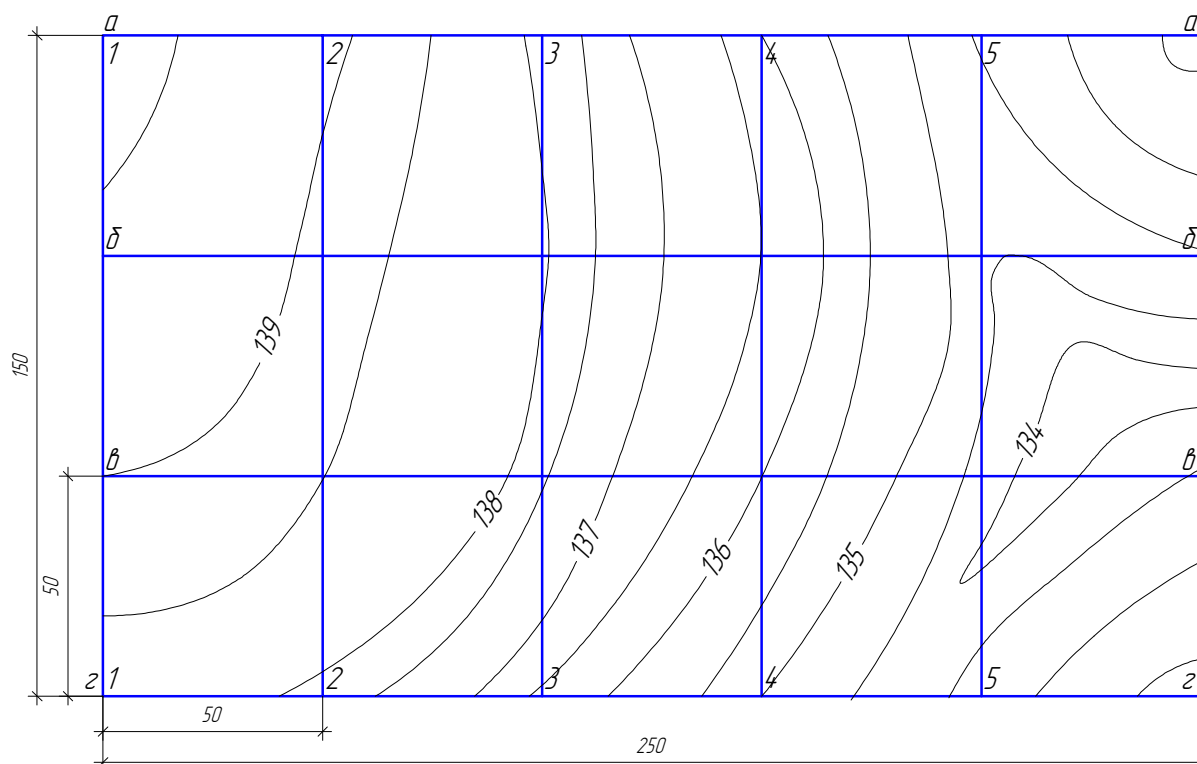


Рис. 1П15. Площадка №3 для застройки

По данным геологических изысканий установлены следующие напластования грунтов:

растительный грунт – 0,2;  
песок мелкий – 0,8;  
песок с гравием – 0,8;  
глина со щебнем – 1,5;  
глина тяжелая – 2,0.

Отметка уровня грунтовых вод (от уровня отметки пола первого этажа)

$$h_{у.г.в} = -2,5.$$

Приток воды  $\alpha = 57 \text{ л}/(\text{ч}\cdot\text{м}^2)$ .

Дальность перевозки грунта  $L = 5 \text{ км}$ .

Калькуляция на аккордный наряд по индексу  $\delta$ .

Кран с одной стоянки монтирует  $\Xi = 3$  плиты.

## 1. ПРИВЯЗКА ЗДАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ЗАСТРОЙКИ

Разбивочные оси и высотные реперы закрепляют створными знаками (рис. 2П15). Их принимают по акту от заказчика за 10 дней до начала работ. Площадку освобождают от строений и зеленых насаждений.

Котлован под фундаменты здания (рис. 3П15) будет разрабатываться с естественными откосами, так как здание строится на свободной территории. По глубине котлована, равной  $-0,8 - (-3,7) = 2,9 \text{ м}$ , назначают его размеры понизу и поверху, а также размеры двух спусков в котлован. Спуски, при одностороннем движении, принимают шириной 3 м. Для возможности заезда в пролеты А-Б и Б-В спуски расширяют книзу до 7 м. Длина спуска  $7 \cdot 2,9 = 20 \text{ м}$ .

При длине здания 66 м грунт для засыпки пазух будет отсыпан в 2 кавальера, каждый длиной  $65 + 35 = 100 \text{ м}$ .

Для размещения растительного грунта в штабеле отвожу площадку  $20 \times 30 = 600 \text{ м}^2$  (см. рис. 2П15).

Со стороны повышенной части рельефа необходимо сделать нагорную канаву глубиной 1 м в пределах осей 1-1 и В-В. Канаву вдоль оси А можно не делать, используя кавальер в качестве преграды для воды.

Намечаю расположение бытовых и складских помещений и определяю размеры строительной площадки, которую огораживаю временным забором (см. рис. 2П15).

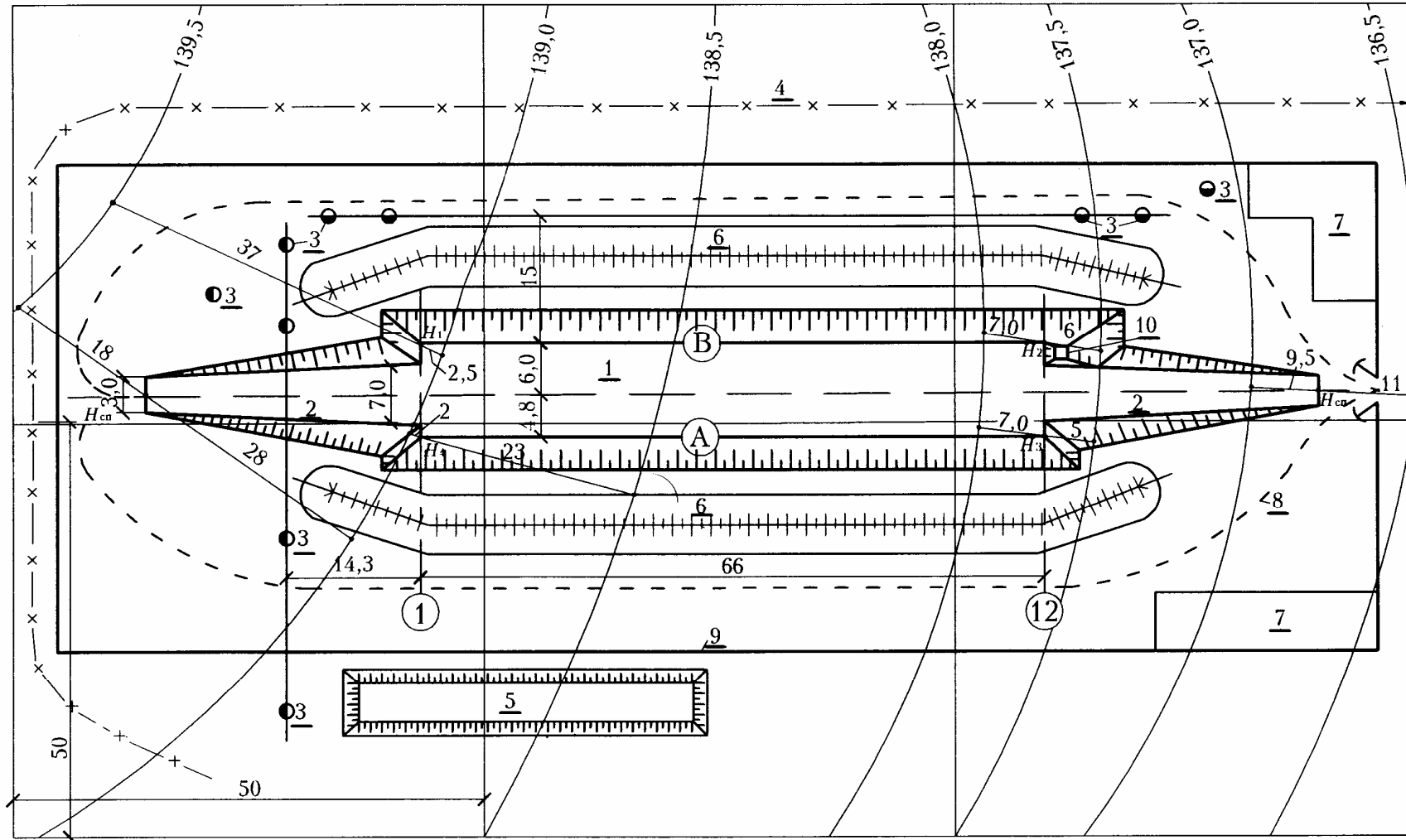


Рис. 2П15. План строительной площадки:

- 1 – котлован; 2 – спуск в котлован; 3 – створные знаки и реперы; 4 – нагорная канава; 5 – склад растительного грунта; 6 – кавальеры; 7 – бытовки и склады; 8 – дорога; 9 – забор; 10 – зумпф (только для открытого водоотлива)



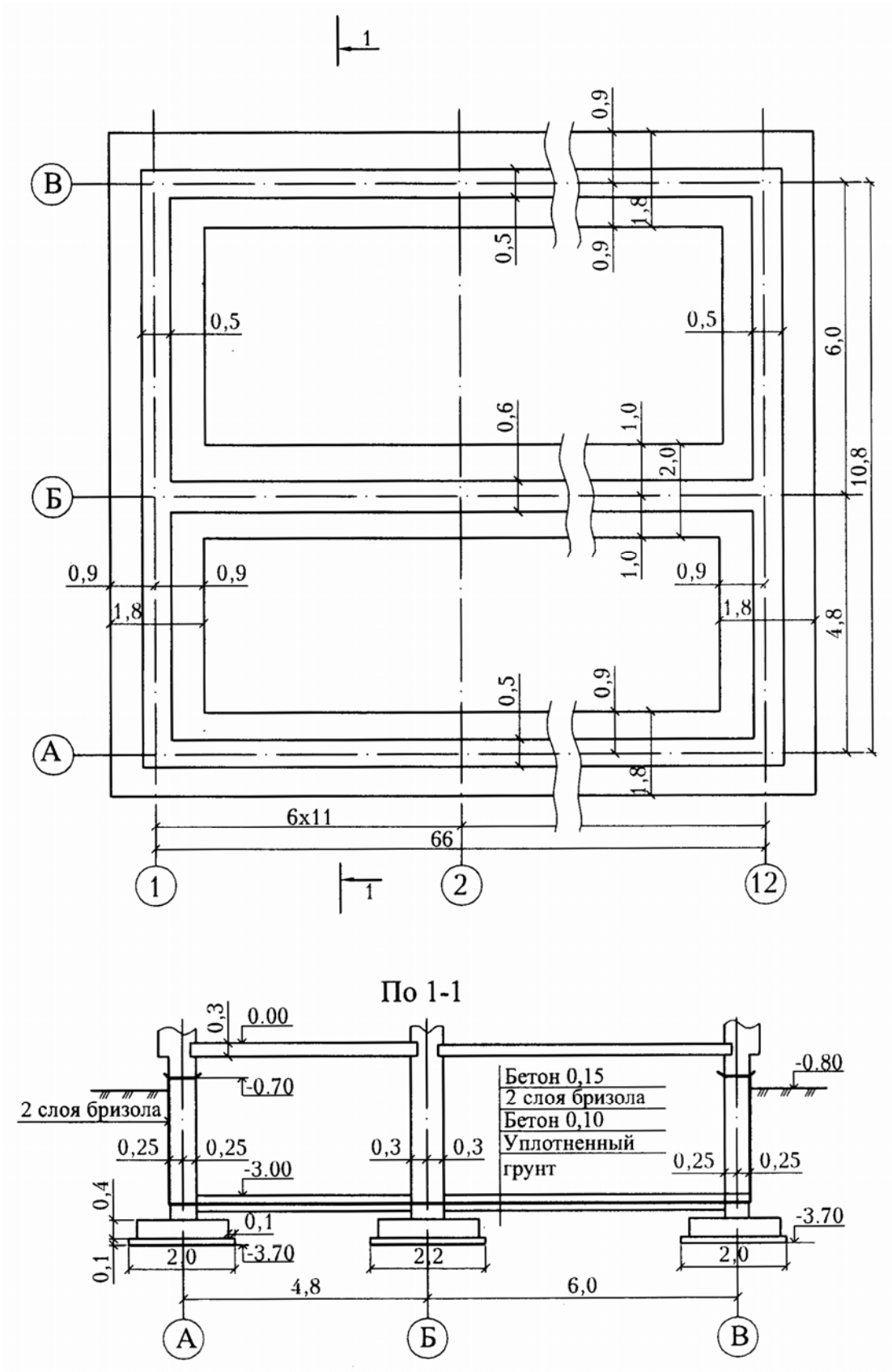


Рис. 3П15. План фундаментов здания

Продолжение прил. 15

Для определения абсолютной отметки отмотки здания  $H_{зд}$  нахожу отметки поверхности земли по его углам  $H_1$ ;  $H_2$ ;  $H_3$  и  $H_4$ . Расстояния от точек углов до ближайших горизонталей с отметками  $H_r$  ( $r$  и  $s$ ) определяю по масштабу (см. рис. 2П15). Руководствуясь формулой  $H_1 = H_{Г1} - \frac{0,5 \cdot r}{r + s}$ , получаю:

$$H_1 = 139,5 - \frac{0,5 \cdot 37}{37 + 2,5} = 139,03; \quad H_2 = 138 - \frac{0,5 \cdot 7}{7 + 6} = 137,73;$$

$$H_3 = 138 - \frac{0,5 \cdot 7}{7 + 5} = 137,71; \quad H_4 = 139 - \frac{0,5 \cdot 2}{2 + 23} = 138,96;$$

$$H_{зд} = \frac{139,03 + 137,73 + 138,96 + 137,71}{4} = 138,36.$$

Отметки начал спусков в котлован:

$$H'_{сп} = 139,5 - \frac{0,5 \cdot 18}{18 + 28} = 139,30; \quad H''_{сп} = 137,0 - \frac{0,5 \cdot 9,5}{9,5 + 11} = 136,77.$$

Относительная отметка пола первого этажа (нулевая отметка) соответствует абсолютной отметке (см. рис. 3П15):

$$H_{абс}^0 = H_{зд} + 0,8 = 138,36 + 0,8 = 139,16.$$

Напластования грунтов с допустимой крутизной их откосов показаны на рис. 4П15. В зоне мокрых грунтов значения показателей откосов увеличиваются на 30 %. Крутизна откоса котлована принимается по наиболее слабому грунту, в данном случае – по песку с  $m_{п} = 1$ , а в мокрой зоне  $m = 1 \cdot 1,3$ .

Технические характеристики грунтов приведены в табл. 1П15.

Ширина котлована в уровне подошвы фундамента

$$b_{н} = 6 + 4,8 + 2 \cdot (0,9 + 0,1 + 0,2) = 13,2 \text{ м},$$

длина

$$l_{н} = 66 + 2 \cdot (0,9 + 0,1 + 0,2) = 68,4 \text{ м}.$$

Ширина пазухи (в свету) в уровне верха фундаментного блока

$$0,9 + 0,1 + 0,2 + 1,3 \cdot 0,5 - 0,25 = 1,6 \text{ м},$$

что больше 0,6 м.

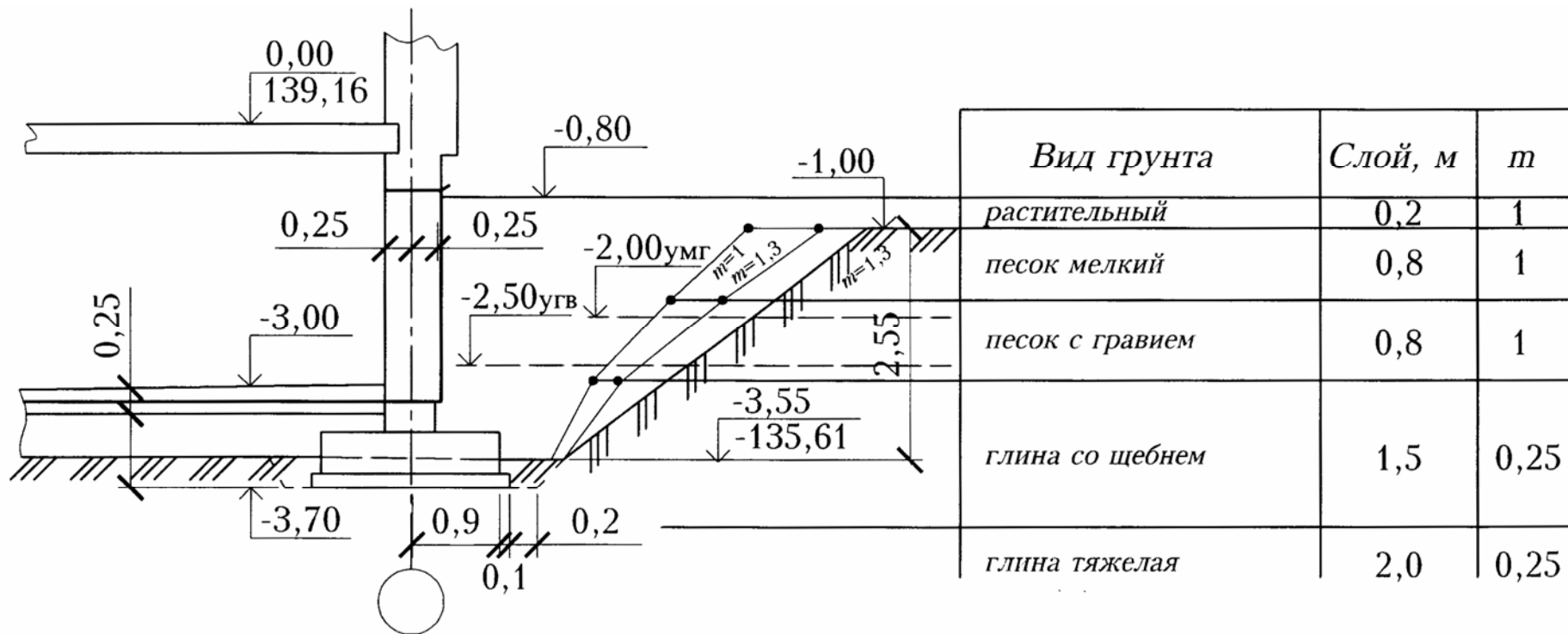


Рис. 4П15. Формирование откосов котлована и его гидрологические данные

## Технические характеристики грунтов

Вид грунта	Показатель откоса $m$ в котловане глубиной 2,9 м	Высота капилляр поднятия воды	Показатель разрыхления, %		Группа грунта при разработке		
			первоначальная	остаточная	экскаватором	бульдозером	вручную
Растительный	1	1	25	4	1	1	1
Песок мелкий	1	0,5	15	5	1	2	1
Песок с гравием	1	0,5	16	5	1	2	2
Глина со щебнем	0,25	1	25	8	2	3	3
Глина тяжелая	0,25	1	30	6	4	3	4

Отметка поверхности котлована

$$h_{\text{пов.к}} = h_0 - 0,8 - 0,2 = -1,0.$$

Усредненная глубина котлована

$$f = -h_{\text{пов.к}} - (-h) = -1 - (-3,7) = 2,7 \text{ м.}$$

Ширина котлована поверху

$$B_{\text{в}} = b_{\text{н}} + 2 \cdot m \cdot f = 13,2 + 2 \cdot 1,3 \cdot 2,7 = 20,2 \text{ м.}$$

Длина котлована поверху

$$L_{\text{в}} = l_{\text{н}} + 2 \cdot m \cdot f = 68,4 + 2 \cdot 1,3 \cdot 2,7 = 75,4 \text{ м.}$$

## 2. ПОДСЧЕТ ОБЪЕМОВ РАБОТ

### 2.1. Устройство нагорной канавы

По масштабу (см. рис. 2П15) длина нагорной канавы 203 пог. м. Глубина канавы 1 м, ширина понизу 0,5 м.

$$V_{\text{н.к}} = \frac{0,5 + (0,5 + 2 \cdot 1 \cdot 1)}{2} \cdot 203 = 304 \text{ м}^3.$$

В канаве грунт 1-й группы разрабатывается навывмет.

### 2.2. Срезка растительного грунта и его перемещение

Растительный грунт 1-й группы (см. табл. 1П15) слоем 0,2 м нужно срезать по площади его возможного повреждения, т.е. на ширину котлована кавальеров – 35 м и длину до начала спусков – 130 м (см. рис. 2П15).

$$F_{\text{р.г}} = 35 \cdot 130 = 4550 \text{ м}^2;$$

$$V_{\text{р.г}} = 4550 \cdot 0,2 = 910 \text{ м}^3.$$

С учетом показателя первоначального разрыхления  $\Pi_{\text{п.р}} = 25\%$  под штабель высотой 2,5 м требуется площадь:

$$\frac{910}{2,5} \cdot \frac{100 + 25}{100} = 455 \text{ м}^2 \text{ или } b_{\text{шт}} \cdot l_{\text{шт}} \cong 15 \cdot 30 \text{ м.}$$

Ширина склада, с учетом его откосов,

$$b_{\text{скл}} = b_{\text{шт}} + 0,5 \cdot h_{\text{шт}} \cdot 2 = 15 + 0,5 \cdot 2,5 \cdot 2 = 17,5 \text{ м};$$

длина

$$l_{\text{скл}} = 30 + 0,5 \cdot 2,5 \cdot 2 = 32,5 \text{ м.}$$

Срезанный грунт 1-й группы нужно переместить бульдозером на расстояние 40 м, которое определяется по масштабу (см. рис. 2П15).

### 2.3. Устройство котлована и траншей под фундаменты

Отметка уровня грунта под полами подвала:  $-3 - 0,25 = -3,25$ .  
Котлован нужно копать глубже на величину

$$\Delta = \frac{V_{\phi} \cdot (100 + \Pi_{o,p}^{TP})}{100 \cdot F_{\text{пола}}}$$

Грунт с показателем остаточного разрыхления  $\Pi_{o,p}^{TP} = 8\%$  (см. табл. 1П15) в объеме  $V_{\phi}$  будет вытеснен бетоном фундаментов:

$$V_{\phi} = (0,45 \cdot 1,8)[66 \cdot 2 + (4,8 + 6) \cdot 2] + 0,45 \cdot 2 \cdot 66 = 184 \text{ м}^3;$$

$$F_{\text{пола}} = [(6 - 0,55) + (4,8 - 0,55)] \cdot (66 - 0,5) = 635 \text{ м}^2;$$

$$\Delta = \frac{184 \cdot (100 + 8)}{100 \cdot 635} = 0,3 \text{ м.}$$

Фактическая глубина котлована

$$H_{\text{к}} = 3,25 + \Delta + (-h_{\text{пов.к}}) = 3,25 + 0,3 - 1,0 = 2,55 \text{ м.}$$

Относительная отметка дна котлована

$$h_{\text{к}} = -h_{\text{пов.к}} - H_{\text{к}} = -1,0 - 2,55 = -3,55.$$

Абсолютная отметка дна котлована (см. рис. 4П15):

$$H_{\text{абс}}^{\text{к}} = H_{\text{абс}}^0 - h_{\text{к}} = 139,16 - 3,55 = 135,61.$$

Глубина траншей в котловане под фундаменты

$$t = -h_{\text{к}} - (-h) = -3,55 - (-3,7) = 0,15.$$

Ширина траншей понизу под фундаменты наружных стен

$$a_{1\text{н}} = 1,8 + 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,2 = 2,4 \text{ м};$$

то же при  $m_t = 0,5$  поверху:

$$a_{1\text{в}} = 2,4 + 2 \cdot 0,15 \cdot 0,5 = 2,55 \text{ м.}$$

Ширина траншей понизу под внутренние стены

$$a_{2\text{н}} = 2 + 2 \cdot 0,1 + 2 \cdot 0,2 = 2,6 \text{ м};$$

то же поверху:

$$a_{2\text{в}} = 2,6 + 2 \cdot 0,15 \cdot 0,5 = 2,75 \text{ м.}$$

Объем грунта в траншеях под фундаменты

$$V_t = \frac{2,4 + 2,55}{2} \cdot 0,15 \cdot (6 + 4,8 + 66) \cdot 2 + \frac{2,6 + 2,75}{2} \cdot 0,15 \cdot 66 = 84 \text{ м}^3.$$

Грунты 2-й группы (см. табл. 1П15) глинистые, мокрые, относятся к липким и разрабатываются экскаватором-планировщиком.

Размеры котлована понизу увеличатся с учетом уменьшения его глубины на величину  $t$ , тогда:

$$B_H = b_H + 2 \cdot t \cdot m = 13,2 + 2 \cdot 0,15 \cdot 1,3 = 13,6 \text{ м};$$

$$L_H = l_H + 2 \cdot t \cdot m = 68,4 + 2 \cdot 0,15 \cdot 1,3 = 68,8 \text{ м}.$$

Объем котлована

$$\begin{aligned} V_K &= \frac{H_K}{6} [B_H \cdot L_H + B_B \cdot L_B + (B_H + B_B) \cdot (L_H + L_B)] = \\ &= \frac{2,55}{6} \cdot [13,6 \cdot 68,8 + 20,2 \cdot 75,4 + (13,6 + 20,2) \cdot (68,8 + 75,4)] = \\ &= 3116 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

#### 2.4. Объем выемок для спусков в котлован

Длина спуска под углом  $12^\circ$  при глубине котлована 2,55 м составляет  $2,55 \cdot 7 = 18$  м (рис. 5П15).

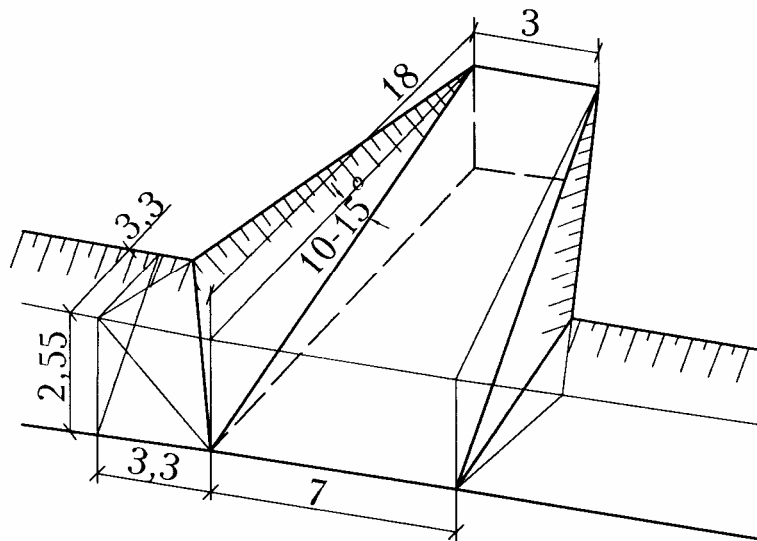


Рис. 5П15. Спуск в котлован (пандус)

Ширина спуска поверху – 3 м, понизу – 7 м.

Объем грунта в спуске

$$V'_{\text{сп}} = \frac{l_{\text{сп}} \cdot H_{\text{к}}}{6} \cdot (b_{\text{сп}}^{\text{в}} + 2 \cdot b_{\text{сп}}^{\text{н}} + 2 \cdot m \cdot H_{\text{к}}) - \frac{m \cdot H_{\text{к}}^2}{2} \cdot (b_{\text{сп}}^{\text{н}} + m) =$$

$$= \frac{18 \cdot 2,55}{6} \cdot (3 + 2 \cdot 7 + 2 \cdot 1,3 \cdot 2,55) - \frac{1,3 \cdot 2,55^2}{2} \cdot (7 + 1,3) = 145 \text{ м}^3.$$

В двух спусках  $V_{\text{сп}} = 290 \text{ м}^3$ .

## 2.5. Работы по открытому водоотливу

Грунтовые воды располагаются (см. рис. 4П) в 0,3 м над уровнем слоя глины со щебнем, которая не обладает достаточной фильтрацией (коэффициент фильтрации около 0,01 м/сут). Поэтому применяю открытый водоотлив.

Площадь притока воды

$$F_{\text{вод}} = B_{\text{н}} \cdot L_{\text{н}} + 2 \cdot (B_{\text{н}} + L_{\text{н}}) \cdot (h_{\text{у.г.в}} - h_{\text{к}}) =$$

$$= 13,6 \cdot 68,8 + 2 \cdot (13,6 + 68,8) \cdot [-2,5 - (-3,55)] = 1083 \text{ м}^2.$$

Поступление воды  $Q = \frac{\alpha \cdot F_{\text{вод}}}{1000} = \frac{57 \cdot 1083}{1000} = 61,7 \text{ м}^3/\text{ч}.$

Расчетное количество насосов Гном-15-16 производительностью 16 м<sup>3</sup>/ч составит 61,7/16 ≈ 4 насоса. С добавкой 25 % резервных насосов требуется 5 насосов Гном-15-16.

Зумпф площадью 2×2 м отрываю за пределами котлована глубже его дна на 1 м (см. рис. 2П15). Его глубина 3,55 м. Объем зумпфа

$$V_{\text{зумп}} = 2 \cdot (m \cdot H_{\text{к}} + m + 2) \cdot (H_{\text{к}} + 1) \cdot (m + 1) =$$

$$= 2 \cdot (1,3 \cdot 2,55 + 1,3 + 2) \cdot (2,55 + 1) \cdot (1,3 + 1) = 108 \text{ м}^3.$$

Объем работы по откачке воды, чел.-ч, определяется по календарному плану работ за  $T = 49$  дней:

$$W = 32 \cdot T = 32 \cdot 49 = 1568 \text{ чел.-ч}.$$



## 2.6. Обратная засыпка пазух и подсыпка под полы

Схема пазухи показана на рис. 6П15.

Ширина пазухи понизу

$$b_{\text{паз}}^{\text{н}} = \frac{13,6 - (6 + 4,8)}{2} - 0,25 = 1,1 \text{ м.}$$

Ширина пазухи поверху

$$b_{\text{паз}}^{\text{в}} = \frac{20,2 - (6 + 4,8)}{2} - 0,25 = 4,4 \text{ м.}$$

Периметр

$$(6 + 4,8 + 66 + 1,5 \cdot 4) \cdot 2 = 166 \text{ м.}$$

Объем пазухи

$$V_{\text{к}}^{\text{паз}} = \frac{1,1 + 4,4}{2} \cdot 2,55 \cdot 166 = 1118 \text{ м}^3.$$

Общий объем обратной засыпки

$$V^{\text{паз}} = V_{\text{к}}^{\text{паз}} + V_{\text{сп}} + V_{\text{зумп}} = 1118 + 290 + 108 = 1516 \text{ м}^3.$$

Потребуется грунта с учетом остаточного разрыхления

$$V^{\text{вым}} = \frac{1516 \cdot 100}{100 + 5} = 1444 \text{ м}^3.$$

Объем грунта на вывоз

$$V^{\text{трансп}} = V_{\text{к}} + V_{\text{сп}} + V_{\text{зумп}} - V^{\text{вым}} = 3116 + 290 + 108 - 1444 = 2070 \text{ м}^3.$$

Общий объем разработки грунта

$$V = 1444 + 2070 = 3514 \text{ м}^3.$$

В зоне мокрых грунтов в котловане глубиной 2,55 имеется слой глины со щебнем толщиной  $2,55 - (0,8 + 0,8) = 0,95$  м, т.е.  $\frac{0,95 \cdot 100}{2,55} = 37\%$ . Этот грунт

будет липкий.

Грунт объемом  $V^{\text{вым}} = 1444 \text{ м}^3$  отсыпается в кавальеры с показателем первоначального разрыхления (см. табл. 1П15) объемом

$$V^{\text{кав}} = 1444 \frac{100 + 15}{100} = 1660 \text{ м}^3.$$

Длина кавальеров  $100 + 100 = 200$  м.

На 1 пог. м кавальера разместится  $1660/200 = 8,3 \text{ м}^3$ .

Высота кавальеров при крутизне его откосов 1:1

$$h_{\text{кав}} = \sqrt{8,3} = 2,9 \text{ м.}$$

Продолжение прил. 15

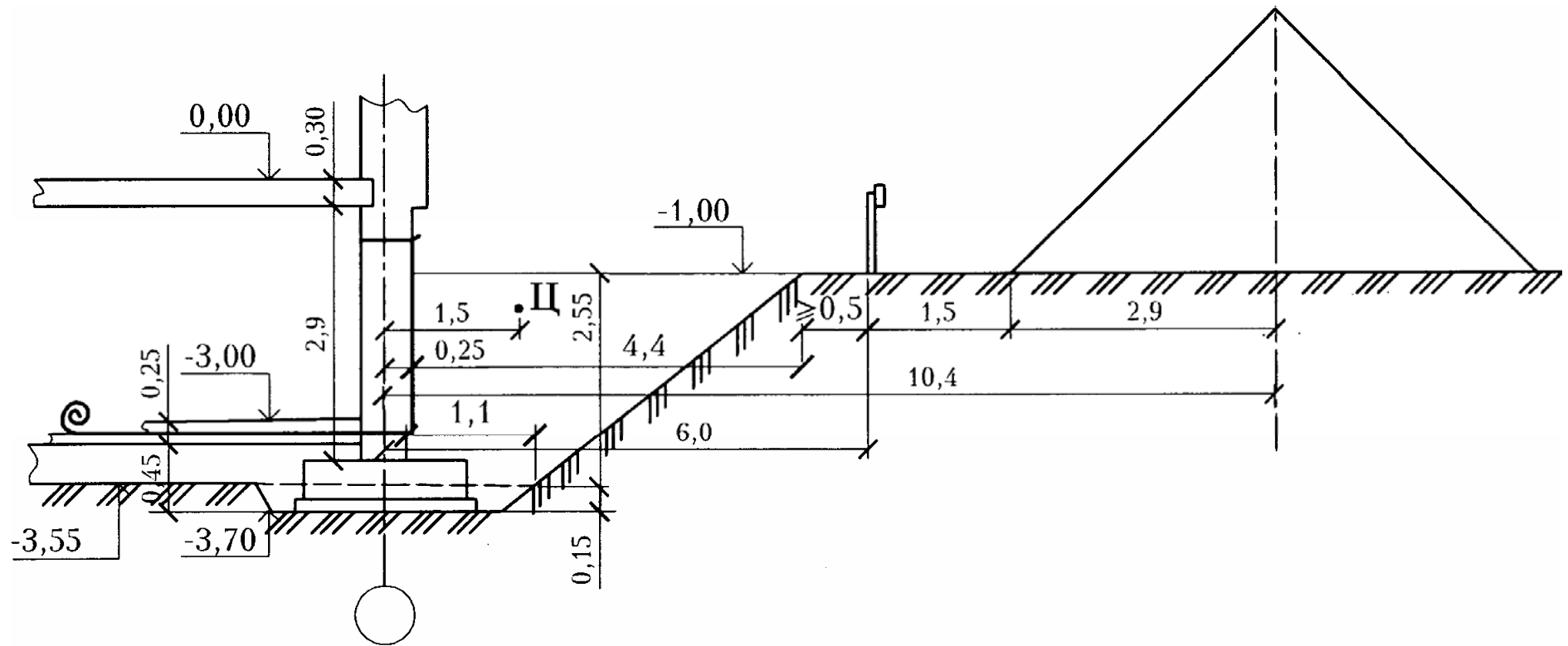


Рис. 6П15. Обратная засыпка пазух

Для уплотнения грунта в пазухах можно применять (по ЕНиР § Е2-1-59) электротрамбовку ИЭ-4502 с башмаком 350×450 мм и глубиной уплотнения 0,4 м.

Площадь трамбования

$$f_{\text{трамб}} = \frac{1444}{0,4} = 3610 \text{ м}^2.$$

Объем грунта для обратной засыпки пазух в подвале и для подсыпки под полы равен объему траншей:  $V_t = 84 \text{ м}^3$ . Его трамбование входит в состав работ по подсыпке.

## 2.7. Работы по устройству фундаментов

2.7.1. Песчаная подсыпка под фундаменты слоем 0,1 м

$$\Phi_{\text{подс}} = (6 + 4,8 + 66) \cdot 2 \cdot (1,8 + 2 \cdot 0,1) + 66 \cdot (2 + 2 \cdot 0,1) = 452 \text{ м}^2.$$

2.7.2. Монтаж фундаментных блоков массой  $1,8 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 2,6 = 1,9 \text{ т}$ . При их ширине в 1 м по наружным стенам будет  $(6 + 4,8 + 66) \cdot 2 = 154$  элемента. Их объем  $1,8 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 154 = 111 \text{ м}^3$ . Монтаж фундаментных блоков весом  $2 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 2,6 = 2,1 \text{ т}$ . При их ширине в 1 м по средней стене будет 66 элементов. Их объем  $2 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 66 = 53 \text{ м}^3$ .

Всего  $154 + 66 = 220$  элементов. Их объем  $111 + 53 = 164 \text{ м}^3$ .

2.7.3. Монтаж бетонных стеновых блоков.

Объем стен высотой  $3,7 - 0,1 - 0,4 - 0,3 = 2,9 \text{ м}$  составляет:

$$V_{\text{стен}} = [(6 + 4,8 + 66) \cdot 2 \cdot 0,5 + 66 \cdot 0,6] \cdot 2,9 = 338 \text{ м}^3.$$

Объем одного блока массой 1,4 т принят  $0,5 \text{ м}^3$ .

Количество элементов  $338/0,5 = 676$ .

2.7.4. Бетонная подготовка под гидроизоляцию слоем 0,1 м.

$$F_{\text{пола}} \cdot 0,1 = 635 \cdot 0,1 = 64 \text{ м}^3.$$

2.7.5. То же пригрузочного бетона слоем 0,15 м.  $635 \cdot 0,15 = 96 \text{ м}^3$ .

2.7.6. Оклеенная горизонтальная гидроизоляция в 2 слоя бризола

$$(6 + 4,8 + 0,5) \cdot (66 + 0,5) = 752 \text{ м}^2.$$

2.7.7. То же гидроизоляция стен  $2,8 \cdot (6 + 4,8 + 66 + 1) \cdot 2 = 444 \text{ м}^2$ .

2.7.8. Горизонтальная гидроизоляция стен подвала на отметке  $-0,70$  в два слоя рубероида (см. рис. ЗП15)  $(6 + 4,8 + 66) \cdot 2 \cdot 0,55 = 84 \text{ м}^2$ .

2.7.9. Монтаж плит перекрытия над подвалом площадью до  $10 \text{ м}^2$  при их ширине  $1,5 \text{ м}$ ,  $\frac{z}{1,5} \cdot 2 = \frac{66}{1,5} \cdot 2 = 88$  элементов.

Объем плит высотой  $0,22 \text{ м}$  составляет:

$$[(6 - 0,3) + (4,8 - 0,3)] \cdot 0,22 \cdot 66 = 148 \text{ м}^3.$$

## 2.8. Работы по инженерному обеспечению

Необходимо установить 8 створных знаков, 2 репера, огородить их и сделать обноску с последующей их разборкой.

Длина ограждения  $(8 + 2) \cdot 4,5 = 45$  пог. м.

Длина обноски  $(66 + 7 + 7) \cdot 2 + (6 + 4,8 + 7 + 7) \cdot 2 = 210$  пог. м

Количество столбов и ям под них в грунте 1-й группы

$$n_{\text{обн}} = \frac{45 + 210}{2} = 128 \text{ шт.}$$

Обноску применяют (рис. 7П15) для контроля глубины копания котлована и для закладки фундаментов.

$$\begin{aligned} h_{\text{обн}} &= -0,8 + (H_1 - p - H_{\text{зд}}) + 0,3 = \\ &= -0,8 + (139,03 - 0,2 - 138,36) + 0,3 = -0,03 \text{ м.} \end{aligned}$$

Длина ходовой визирки

$$l_{\text{виз}} = h_{\text{обн}} - h_{\text{к}} = -0,03 - (-3,55) = 3,52 \text{ м.}$$

Для разбивки контуров котлована нужно найти положение точек 1, 2, 3 и 4 (рис. 8П15), определив расстояния  $n$  от них до осей здания, а также глубины котлована по его углам с учетом срезки растительного грунта слоем  $0,2 \text{ м}$ .

$$f_1 = 139,03 - 0,2 - 135,61 = 3,22; \quad f_2 = 137,73 - 0,2 - 135,61 = 1,92;$$

$$f_3 = 137,71 - 0,2 - 135,61 = 1,90; \quad f_4 = 138,96 - 0,2 - 135,61 = 3,15.$$

Тогда  $n = b_{\text{паз}}^H + 0,25 + m \cdot f$ , т.е.

$$n_1 = 1,1 + 0,25 + 1,3 \cdot 3,22 = 5,5;$$

$$n_2 = 1,35 + 1,3 \cdot 1,92 = 3,8;$$

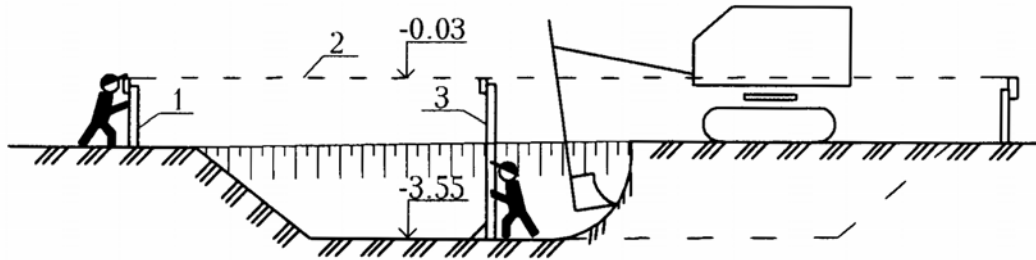
$$n_3 = 1,35 + 1,3 \cdot 1,9 = 3,8;$$

$$n_4 = 1,35 + 1,3 \cdot 3,15 = 5,4.$$

Расстояние  $q$  (см. рис. 6П15) от оси стены до обноски

$$q = n_{\text{max}} + 0,5 = 5,5 + 0,5 = 6 \text{ м.}$$

а



б

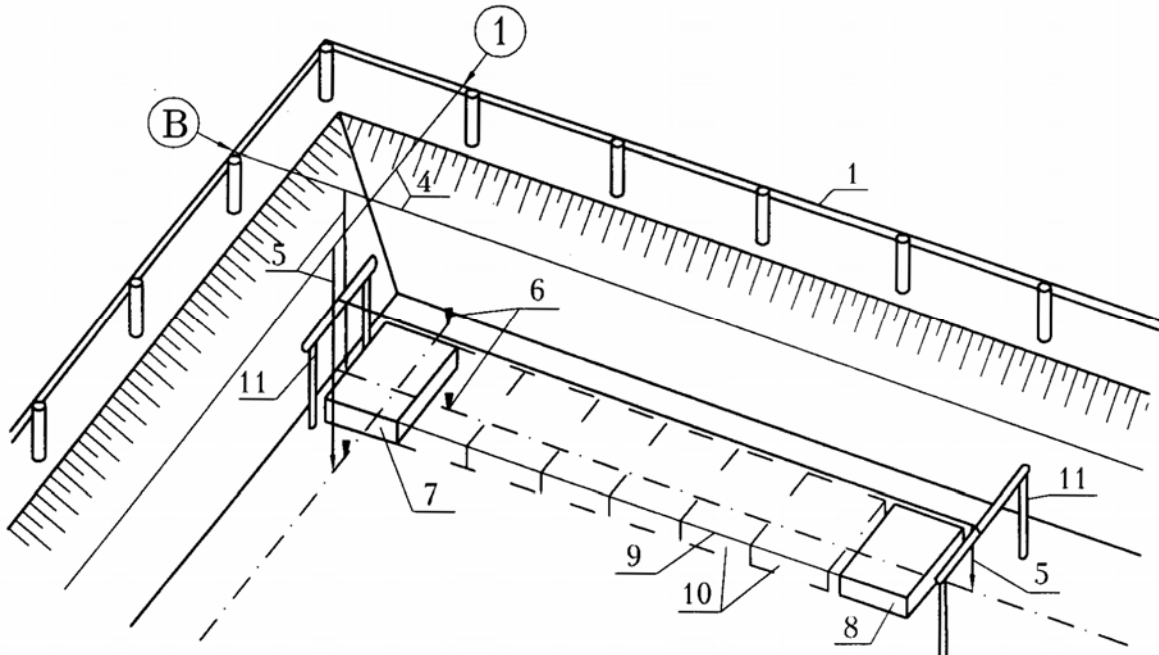


Рис. 7П15. Обноска и ее применение:  
 а – для контроля глубины копания котлована;  
 б – для монтажа фундаментных блоков;  
 1 – обноска; 2 – линия визирования; 3 – ходовая визирка;  
 4 – проволочные оси; 5 – отвесы; 6 – разметочные колышки;  
 7 – угловой блок; 8 – маячный блок; 9 – шнур-причалка;  
 10 – промежуточные блоки; 11 – скамейки

Расстояние от оси стены до оси кавальера

$$l_{\text{кав}} = q + 1,5 + 2,9 = 10,4 \text{ м.}$$

Превышение начал спусков в котлован над отметкой его дна  $h'_{\text{сп}} = H'_{\text{сп}} - p - H_{\text{абс}}^{\text{к}} = 139,30 - 0,2 - 135,61 = 3,5 \text{ м}$ , а длина этого спуска  $3,5 \cdot 7 = 24 \text{ м}$ ,  $h''_{\text{сп}} = 136,77 - 0,2 - 135,61 = 1 \text{ м}$ . Длина второго спуска  $1 \cdot 7 = 7 \text{ м}$ . Контуры спусков, а также уточненные габариты котлована показаны на рис. 8П15.

Для работы с геодезистом необходим рабочий 2-го разряда на 80 чел.-ч.

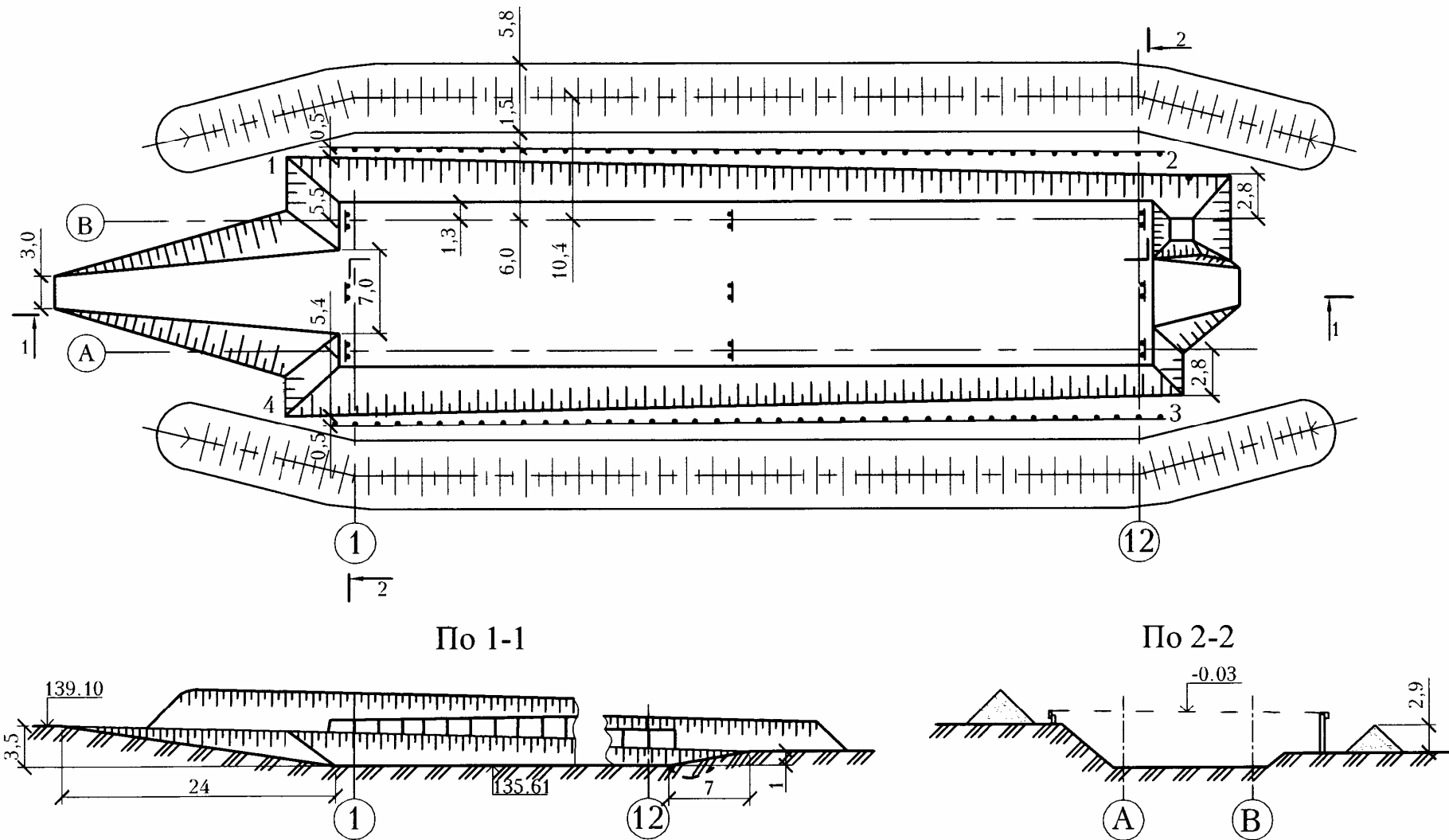


Рис. 8П15. План котлована и разбивка его контура

### 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ИХ ОРГАНИЗАЦИИ

#### 3.1. Разработка грунта

Исходя из условия отсыпки кавальера из первой проходки при работе экскаватора навывмет, определяю необходимые параметры экскаватора с обратной лопатой или драглайна (рис. 9П15). Площадь поперечного сечения

$$\text{этой проходки } F_{\text{пр}} \geq \frac{V^{\text{вым}}}{L_{\text{кав}}} = \frac{1444}{200} = 7,2 \text{ м}^2.$$

Ее ширина понизу должна быть не менее

$$\frac{V^{\text{вым}}}{L_{\text{кав}} \cdot H_{\text{к}}} - m \cdot H_{\text{к}} = \frac{1444}{200 \cdot 2,55} - 1,3 \cdot 2,55 = -0,5.$$

Принимаю равной 0,5 м.

Необходимая оптимальная величина радиуса выгрузки

$$\begin{aligned} R_{\text{в}}^0 &= 2,15 + m f_{\text{max}} + 0,5 \cdot (a + h_{\text{кав}}) = \\ &= 2,15 + 1,3 \cdot 3,2 + 0,5 \cdot (0,5 + 2,9) = 7,4 \text{ м}. \end{aligned}$$

$$R_{\text{в}} = \frac{7,4}{0,9} = 8,2 \text{ м}.$$

Требуемая глубина копания (с учетом рельефа местности  $f_{\text{max}} = 3,2 \text{ м}$ )

$$H_{\text{коп}}^0 = 3,2 \text{ м}. \quad H_{\text{коп}} = \frac{3,2}{0,9} = 3,6 \text{ м}.$$

Требуемая высота выгрузки  $H_{\text{в}}^0 = h_{\text{кав}} + 0,5 = 2,9 + 0,5 = 3,4 \text{ м}$  или  $H_{\text{в}}^0 = h_{\text{транс}} + 0,5 = 2,8 + 0,5 = 3,3 \text{ м}$ .

По наибольшему значению  $H_{\text{в}} = \frac{3,4}{0,9} = 3,8 \text{ м}$ .

По требуемым параметрам подбираю экскаваторы драглайн и с обратной лопатой с минимальной вместимостью ковша с зубьями (грунт 2-й группы – глина со щебнем).





Продолжение прил. 15

Кроме того, для технико-экономических сравнений вариантов принимаю более мощные экскаваторы. Их оптимальные параметры представлены в табл. 2П15.

Таблица 2 П 1 5  
Оптимальные технические параметры экскаваторов по четырем вариантам

Наименование	Марка	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Радиус выгрузки		Радиус копания		Глубина копания		Высота выгрузки и	
			R <sub>в</sub>	R <sub>в</sub> <sup>0</sup>	R <sub>к</sub>	R <sub>к</sub> <sup>0</sup>	H <sub>коп</sub>	H <sub>коп</sub> <sup>0</sup>	H <sub>в</sub>	H <sub>в</sub> <sup>0</sup>
Требуется	-	-	8,2	7,4	-	-	3,6	3,2	3,8	3,4
Драглайн	Э-302	0,35	8,3	7,5	10,1	9,1	7,0	6,3	6,3	5,7
	Э-801	0,75	9,2	8,3	10,0	9,0	6,7	6,0	5,5	5,0
С обратной лопатой	ЭО-3322	0,4	8,5	7,6	8,2	7,4	5,0	4,5	5,2	4,7
	ЭО-4121	0,65	8,9	8,0	9,0	8,1	5,8	5,2	5,0	4,5

Сведения о потребном транспорте для экскаваторов по четырем вариантам приведены в табл. 3П15.

Таблица 3 П 1 5  
Потребный транспорт для экскаваторов при разработке грунтов 2-й группы в объеме:  $V^{\text{транс}} = 2070 \text{ м}^3$ ,  $V^{\text{вым}} = 1444 \text{ м}^3$

Показатели	Расчетные данные для экскаваторов по вариантам			
	1	2	3	4
	драглайн		с обратной лопатой	
1	2	3	4	5
Марка экскаватора	Э-302	Э-801	ЭО-3322	ЭО-4121
Вместимость его ковша, м <sup>3</sup>	0,35	0,75	0,4	0,65
Марка автосамосвала	Газ-53	КамАЗ-5511	Зил-555	КрАЗ-222
Вместимость его кузова $e_{\text{транс}}$ , м <sup>3</sup>	2,4	7,2	3,1	7,5
Параграф ЕниР для норм времени, на 100 м <sup>3</sup>	Е2-1-10 т.2,б,з,1	Е2-1-10 т.2,б,з,4	Е2-1-11 т.3,б,з,3	Е2-1-11 т.3,б,з,5

Продолжение прил. 15  
Окончание табл. 3П15

1	2	3	4	5
$H_{вр}^{транс}$ , маш.-ч	4,7	4,2	4,5	2,9
$H_{вр}^{вым}$ , маш.-ч	3,7	3,4	3,6	2,2
$H_{вр}^{усред}$ , маш.-ч	4,2	3,8	4,1	2,6
Производительность экскаватора при работе на трансп. $\Pi_{транс.} = \frac{H_{вр}^{транс} \cdot 60}{100}$ , м <sup>3</sup> /мин	2,82	2,52	2,7	1,74
Время на погрузку $t_{п} = \frac{e_{транс}}{\Pi_{транс}}$ , мин	0,9	2,9	1,2	4,3
Средняя скорость автомобиля, км/ч	25,3	38,2	28,0	23,0
Время в пути $\frac{2L}{V_{ср}} \cdot 60$ , мин	24	16	22	26
Время на разгрузку $t_{р}$ , мин	2	2	2	2
Время на маневрирование $t_{м}$ , мин	2	3	2	3
Продолжительность цикла $T_{ц} = t_{п} + t_{р} + \frac{2L}{V_{ср}} \cdot 60 + t_{м}$ , мин	28,9	23,9	27,2	35,3
Коэффициент $\kappa$	0,72	0,81	0,8	0,76
Коэффициент $\mu$	0,5	0,54	0,53	0,52
Количество потребных самосвалов $N = \frac{T_{ц}}{t_{п}} \mu$	16	4	12	4

Расчетные данные для табл. 3П15:

Усредненные нормы времени по вариантам:

$$1 \text{ вариант } H_{вр}^{уср} = \frac{14,4 \cdot 3,7 + 20,7 \cdot 4,7}{14,4 + 20,7} = 4,2;$$

$$2 \text{ вариант } H_{вр}^{уср} = \frac{14,4 \cdot 3,4 + 20,7 \cdot 4,2}{14,4 + 20,7} = 3,8;$$

$$3 \text{ вариант } H_{вр}^{уср} = \frac{14,4 \cdot 3,6 + 20,7 \cdot 4,5}{14,4 + 20,7} = 4,1;$$

$$4 \text{ вариант } H_{\text{вр}}^{\text{уср}} = \frac{14,4 \cdot 2,2 + 20,7 \cdot 2,9}{18,37 + 20,7} = 2,57.$$

$$\text{Значения коэффициентов } \kappa = \frac{H_{\text{вр}}^{\text{вым}}}{H_{\text{вр}}^{\text{транс}}} :$$

$$1 \text{ вариант } \kappa = \frac{3,7}{4,7} = 0,72;$$

$$2 \text{ вариант } \kappa = \frac{3,4}{4,2} = 0,81;$$

$$3 \text{ вариант } \kappa = \frac{3,6}{4,5} = 0,8;$$

$$4 \text{ вариант } \kappa = \frac{2,2}{2,9} = 0,76.$$

Значения коэффициентов

$$\mu = \kappa \frac{V^{\text{вым}}}{V^{\text{транс}}} + \kappa = \frac{\kappa \cdot V^{\text{транс}}}{V^{\text{вым}} + \kappa \cdot V^{\text{транс}}} :$$

$$1 \text{ вариант } \mu = \frac{0,72 \cdot 2070}{1444 + 0,72 \cdot 2070} = 0,5;$$

$$2 \text{ вариант } \mu = \frac{0,81 \cdot 2070}{1444 + 0,81 \cdot 2070} = 0,54;$$

$$3 \text{ вариант } \mu = \frac{0,8 \cdot 2070}{1444 + 0,8 \cdot 2070} = 0,53;$$

$$4 \text{ вариант } \mu = \frac{0,76 \cdot 2070}{1444 + 0,76 \cdot 2070} = 0,52.$$

Технико-экономические показатели разработки котлована четырьмя разными комплектами машин представлены в табл. 4П15.

Анализируя данные табл. 4П15 по позициям: 2; 8 и 9; 13 и 14; 15, можно заключить, что наилучшие показатели относятся к варианту 4. Таким образом, для разработки котлована принимается экскаватор ЭО-4121 с обратной лопатой (ковш вместимостью 0,65 м<sup>3</sup>), для которого нужно спроектировать технологическую схему работ (рис. 10П15).

Оптимальные технические параметры экскаватора ЭО-4121:

- вместимость ковша 0,65 м<sup>3</sup>;
- радиус выгрузки 8,9 · 0,9 = 8 м;
- радиус копания 9 · 0,9 = 8,1 м;
- высота выгрузки 5 · 0,9 = 4,5 м;
- глубина копания 5,8 · 0,9 = 5,22 м;
- длина передвижки 1,6 м.

Продолжение прил. 15

Таблица 4 П 15

Расчет технико-экономических показателей  
разработки котлована объемом 3514 м<sup>3</sup>

№ п/п	Показатели	Марка экскаватора по вариантам			
		1	2	3	4
		драглайн		с обратной лопатой	
		Э-302В	Э-801	ЭО-3322	ЭО-4121
1	Количество машино-смен экскаватора $T_3 = \frac{VN_{\text{уср}}}{100 \cdot 8}$ маш.-см.	19	17	18	12
2	Продолжительность работ: в одну смену $T_3$ , дней	19	17	18	11
	в две смены $T_3/2$ , дней	10	9	9	6
3	Стоимость 1 маш.-см. экскаватора $C_3$ , руб.	29,0	41,5	29,0	41,5
4	Стоимость разработки котлована $C_1 = C_3 T_3$ , руб.	551	706	522	469
5	Кол-во потребных самосвалов $T_c = T_3 N$ , маш.-см.	304	68	216	48
6	Стоимость 1 маш.-см. самосвала $C_c$ руб.	17,8	31,5	21,7	39,5
7	Стоимость перевозки грунта $C_2 = T_c C_c$ , руб.	5411	2142	4687	1896
8	Стоимость работ в котловане $C_1 + C_2$ , руб.	5962	2848	5209	2365
9	Затраты на 1 м <sup>3</sup> грунта $\frac{C_1 + C_2}{V}$ , руб.	1,70	0,81	1,48	0,67
10	Трудоемкость обслуживания 1 маш.-см. экскаватора $\tau_3$ , чел.-ч	13,2	21,0	13,2	21,0
11	То же самосвалов $\tau_c$ , чел.-ч	10,8	14,8	11,8	16,0
12	Общая трудоемкость $\tau = \tau_3 T_3 + \tau_c T_c$ , чел.-ч	3534	1363	2787	1030
13	Трудоемкость разработки 1 м <sup>3</sup> грунта $\tau/V$ , чел.-ч	1,01	0,39	0,79	0,29
14	Трудозатраты на весь объем $t = \tau/8$ , чел.-см.	442	170	348	129
15	Сменная выработка на 1 чел. $V/t$ , м <sup>3</sup>	8,0	21,7	10,1	27,2

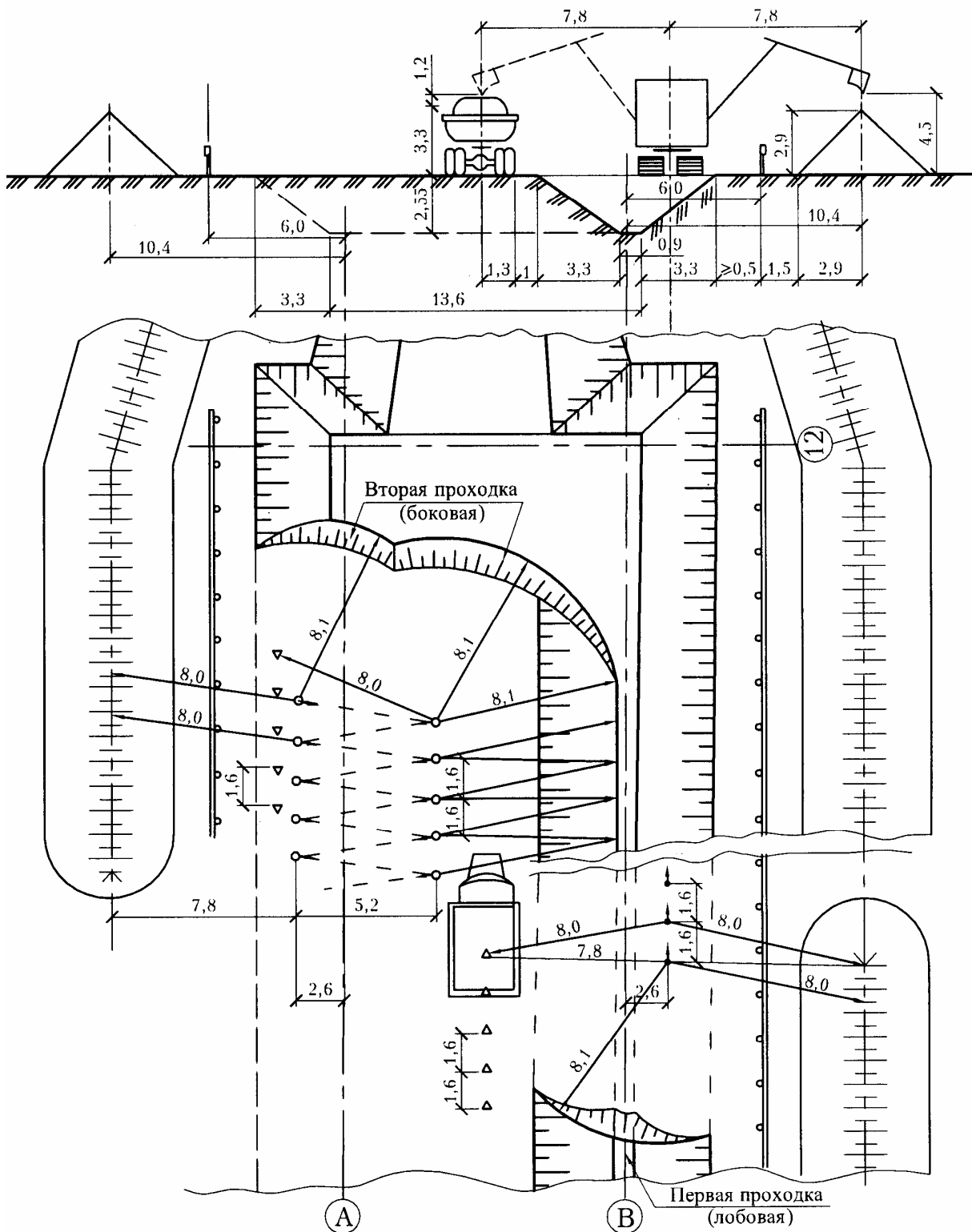


Рис. 10П15. Технологическая схема разработки котлована экскаватором ЭО-4121 или с обратной лопатой

Расстояние от оси кавальера до оси экскаватора

$$l_B = \sqrt{(R_B^0)^2 - l_{II}^2} = \sqrt{8^2 - 1,6^2} = 7,8 \text{ м},$$

а от экскаватора до оси здания

$$\mathcal{E}_1 = l_{\text{кав}} - l_B = 10,4 - 7,8 = 2,6 \text{ м}.$$

Ширина первой проходки усредненная (см. рис. 10П15):

- понизу

$$b_{1H} = 2l_B - 4,3 - 2mH_K - h_{\text{кав}} = 2 \cdot 7,8 - 4,3 - 2 \cdot 1,3 \cdot 2,55 - 2,9 = 0,9 \text{ м};$$

- поверху

$$b_{1B} = b_{1H} + 2mH_K = 0,9 + 2 \cdot 1,3 \cdot 2,55 = 7,5 \text{ м}.$$

Объем грунта в ней

$$V_{1\text{пр}} = \frac{b_{1H} + b_{1B}}{2} \cdot H_K \cdot 0,5L_{\text{кав}} = 1071 \text{ м}^3,$$

в том числе навывмет

$$V_{1\text{пр}}^{\text{ВЫМ}} = 0,5V^{\text{ВЫМ}} = 0,5 \cdot 1444 = 722 \text{ м}^3;$$

на транспорт

$$V_{1\text{пр}}^{\text{ТРАНС}} = V_{1\text{пр}} - V_{1\text{пр}}^{\text{ВЫМ}} = 1071 - 722 = 349 \text{ м}^3.$$

Определяю количество самосвалов для работы на первой проходке

$$N_{1\text{пр}} = \frac{T_{II}}{t_H} \cdot \mu_1; \quad \mu_1 = \frac{K}{\frac{722}{349} + K};$$

по 4-му варианту  $K = 0,76$  (см. табл. 3П15).

Тогда  $\mu_1 = 0,23$ .

$$N_{1\text{пр}} = \frac{35,3}{4,3} \cdot 0,23 = 2.$$

Требуются 2 самосвала марки КрАЗ-222.

Для разработки оставшегося в котловане грунта экскаватор, двигаясь по прямой вдоль первой проходки, сделает выемку шириной  $2l_K - mH_K$ , где (см. рис. 10П15):

$$l_K = \sqrt{(R_K^0)^2 - l_{II}^2} = \sqrt{8,1^2 - 1,6^2} = 7,9 \text{ м};$$

$$2l_K - mH_K = 15,8 - 1,3 \cdot 2,55 = 12,5 \text{ м}.$$

Требуется же

$$l_B + B_H - b_{1H} = 7,8 + 13,6 - 0,9 = 20,5 \text{ м.}$$

Поэтому экскаватор нужно перемещать по зигзагу с амплитудой

$$\lambda = 2,9 + 2 + 1,3 \cdot 2,55 + 13,6 - 0,9 - 7,8 - 7,9 = 5,2 \text{ м.}$$

Одна линия стоянок экскаватора, исходя из условия выгрузки грунта в кавальер, будет размещаться симметрично первой проходке, а вторая линия стоянок  $l$  (исходя из необходимости копания грунта) – в основании первой проходки с удалением на  $l_k = 7,9$  м (см. рис. 10П15).

Объем грунта во второй проходке

$$V_{2\text{пр}} = V - V_{1\text{пр}} = 3514 - 1071 = 2443 \text{ м}^3,$$

в том числе навывет

$$V_{2\text{пр}}^{\text{ВЫМ}} = 0,5V_{2\text{пр}}^{\text{ВЫМ}} = 722 \text{ м}^3;$$

на транспорт

$$V_{2\text{пр}}^{\text{транс}} = V_{2\text{пр}} - V_{2\text{пр}}^{\text{ВЫМ}} = 2443 - 722 = 1721 \text{ м}^3.$$

Определяю количество самосвалов для работы на 2-й проходке.

По табл. 3П15 (4-й вариант)  $\kappa = 0,76$ , тогда

$$\mu_2 = \frac{\kappa}{\frac{722}{1721} + \kappa} = 0,64; \quad N_{2\text{пр}} = \frac{35,3}{4,3} \cdot 0,64 = 5.$$

Требуется 5 самосвалов марки КрАЗ-222.

### 3.2. Устройство фундаментов

В подвале предстоит смонтировать фундаментные блоки размерами  $2 \times 1 \times 0,4$  м, массой 2,1 т; стеновые блоки массой 1,5 т и плиты перекрытия  $6 \times 1,5$  м массой  $6 \cdot 1,5 \cdot 0,12 \cdot 2,6 = 2,8$  т.

Автокран для монтажных работ подбирают по наиболее тяжелому элементу с коэффициентом 1,1, учитывающим вес 4-ветвевго стропы. Необходимая грузоподъемность крана

$$Q = q \cdot 1,1 = 2,8 \cdot 1,1 = 3,1 \text{ т.}$$





## 4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НУЛЕВОГО ЦИКЛА

### 4.1. Определение затрат труда и заработной платы

По ранее подсчитанным объемам работ с помощью ЕНиР определены затраты труда рабочих и работы машин и представлены в ведомости (табл. 5П15). Согласно заданию на работы №18, 19, 21 (индекс  $\partial$ ) составлена калькуляция аккордной нормы и расценки (табл. 6П15).

### 4.2. Календарный график процесса устройства фундаментов и календарный план производства работ по нулевому циклу

Производство работ осуществляется с их максимальным совмещением по времени, для чего здание разбивают на захватки, на которых будут производиться отдельные виды работ.

Для монтажа фундаментов формирую 1–6 захваток по осям А, Б и В, разделенным пополам, с добавлением к ним примыкающих участков поперечных стен (рис. 12П15).

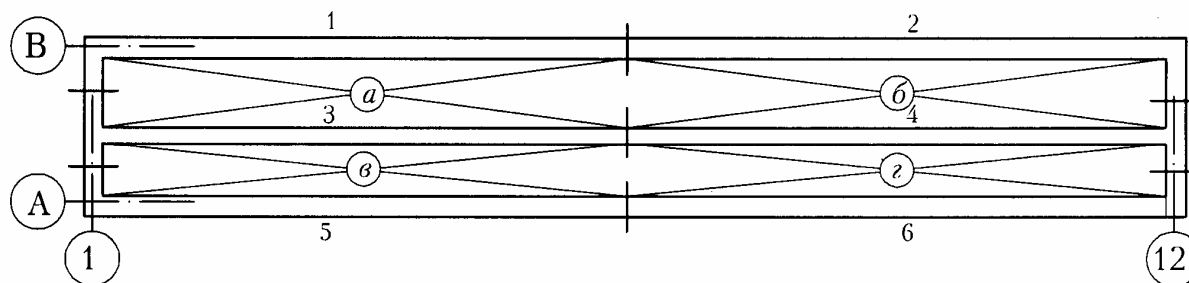


Рис. 12П15. Разбивка объекта на захватки по видам работ

Выполнение подсыпки под полы, бетонирования основания под полы, гидроизоляции пола и монтажа перекрытия осуществляю на 4-х захватках  $a, б, в, г$ .

Порядок работ на захватках отображен на календарном графике процесса устройства фундаментов (рис. 13П15).

Продолжение прил. 15

Таблица 5 П 15

## Ведомость затрат труда и заработной платы

Наименование работ (описание)	Объем работ		ЕНиР, ТЧ, ПР	Состав звена по ЕНиР, чел	Измеритель объема работ по ЕНиР	Количество работ в измерителях ЕНиР	Норма времени, чел.-ч		Норма маш. времени маш.-ч.		Расценки руб.-коп.	
	единица измерения	количество					на единицу измерителя	на весь объем	на единицу измерителя	на весь объем	на единицу измерителя	на весь объем
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1. Работа с геодезистом по тарифу 2-го разряда	чел.-ч	80	—	—	—	—	1	80	—	—	0-64	51-20
2. Разработка грунта 1-й группы в нагорной канаве глубиной до 1 м экскаватором Э-651 0,8 м <sup>3</sup> с режущей кромкой, навывет	м <sup>3</sup>	304	Е2-1-16 т-2; д; №2; ПР-1, k=1,2	2	100	3	5,3	15,9	2,6	7,8	5-20	15-60
3. Срезка растительного слоя бульдозером ДЗ-8 в грунте 1-й группы	м <sup>2</sup>	4550	Е2-1-5; а; №1	1	1000	4,6	0,84	3,9	0,84	3,9	0-89	4-09
4. Уборка в штабель ранее разрыхленного грунта 1-й группы бульдозером ДЗ-8 с перемещением до 40 м	м <sup>3</sup>	910	Е2-1-22; т-2; а; г; №1; ПР-3, k=0,85	1	100	9,1	2	18,2	2	18,2	2-11	19-20
5. Бурение ям диаметром 0,3 м, глубиной 1 м в грунте 1-й группы бурильно-крановой машиной БМ-202	ям	128	Е2-1-27; т-2; б; №1	2	1	128	0,2	25,6	0,1	12,8	0-15,5	19-84

Продолжение прил. 15  
Продолжение табл. 5 П15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6. Устройство обноски и ограждений геодезических знаков с установкой столбов в готовые ямы с последующей разборкой	пог.м	255	Е6-52; №7; ПР-1, k=1,5	2	100	2,5	21,8	54,5	—	—	14-58	36-45
7. Разработка грунта 2-й группы навывмет с содержанием липкого грунта 30%, экскаватором ЭО-412 с обратной лопатой, с ковшом с зубьями 0,65 м <sup>3</sup> , в котловане глубиной 2,85 м, с совмещением с другими строительными работами	м <sup>3</sup>	1444	Е2-1-11; Г-3;з; №5; ТЧ-1, k=1,03	1	100	14,4	2,27	32,7	2,27	32,7	2-40	34-56
8. То же с погрузкой на транспорт	м <sup>3</sup>	2070	—//—, б	1	100	20,7	2,99	61,9	2,99	64,3	3-16	65-41
9. Разработка в траншеях шириной 2,6 м липкого грунта 2-й группы экскаватором Э-4010, оборудованным планировочным ковшом 0,4 м <sup>3</sup> , навывмет	м <sup>3</sup>	84	Е2-1-14; б; №2; ТЧ-1, k=1,1, ПР-1 k=1,1	2	100	0,9	9,7	8,7	4,8	4,3	9-54	8-59
10. Засыпка вручную липким грунтом 2-й группы пазух траншей и подсыпка с трамбованием слоем до 0,2 м	м <sup>3</sup>	84	Е2-1-58; Г-2;б; №2; ТЧ-16, k=1,3	2	1	84	1,12	94,1	—	—	0-69	57-96
11. Засыпка пазух котлована грунтом 2-й группы бульдозером ДЗ-8 с перемещением грунта до 15 м	м <sup>3</sup>	1444	Е2-1-34; б;д; №2;	1	100	14,4	0,81	11,7	0,81	11,7	0-85,8	12-36
12. Трамбование в пазухах грунта 2-й группы электротрамбовкой с квадратным башмаком ИЭ-4502	м <sup>2</sup>	3610	Е2-1-59; Г-3;а; №2;	1	100	36	1,9	68,4	—	—	1-33	47-88

Продолжение прил. 15

Окончание табл. 5 П15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13. Песчаная подсыпка слоем до 0,1 м под фундаменты с уплотнением песка и планировкой поверхности по рейке	м <sup>2</sup>	452	Е2-1-60; а; №5;	1	100	4,5	13,5	60,8	—	—	9-45	42-52
14, 15. Монтаж фундаментных блоков массой 1,9 и 2,1 т	элемент	220	Е4-1-1; а;б; №3;	4	Элем.	220	1,12	246,4	0,28	61,6	0-66,5	146-30
16. Монтаж блоков стен подвала массой 1,4 т	блок	676	Е4-1-3; а;б; №3;	4	Блок	676	0,66	446,2	0,22	148,7	0-52,2	352-87
17. Бетонирование подготовки слоем 0,1 м под гидроизоляцию пола	м <sup>3</sup>	64	Е4-1-49; т-1; №6;	2	1	64	0,22	14,1	—	—	0-15,7	10-24
18. Оклеечная горизонтальная гидроизоляция в 2 слоя бризола вручную	м <sup>2</sup>	752	Е11-40; а; №2; ПР-1, k=1,9	3	100	7,5	20,0	150,0	—	—	14-17	106-28
19. Оклеечная вертикальная гидроизоляция в 2 слоя бризола вручную	м <sup>2</sup>	444	Е11-40; а; №6; ПР-1, k=1,9	3	100	4,4	36,1	158,8	—	—	25-63	112-77
20. Укладка бетонной смеси в конструкцию пола слоем 15 см по гидроизоляции	м <sup>3</sup>	96	Е4-1-49; т-1; №6;	2	1	96	0,22	21,12	—	—	0-15,7	15-36
21. Оклеечная горизонтальная гидроизоляция стен в 2 слоя рубероида вручную	м <sup>2</sup>	84	Е11-40; а; №2; ПР-1, k=1,9	3	100	0,8	20,0	16,0	—	—	14-17	11-34
22. Монтаж многпустотных плит перекрытия площадью до 9 м <sup>2</sup>	элемент	88	Е4-1-7; а;б; №3;	4	Элем.	88	0,72	63,4	0,18	15,8	0-50,9	44-88
23. Водоотливные работы электронасосами по тарифу моториста 5-го разряда	чел.-ч	1568	—	—	—	—	—	1568	—	—	0-91	1426-77

Продолжение прил. 15

Таблица 6 П 15

Калькуляция (индекс  $\partial$ ) аккордной нормы и расценки на оклеечную гидроизоляцию

Обоснование (ЕНиР и др.)	Наименование работ	Объем		$N_{\text{бр}}$ на единицу измерения, чел.-ч	Затраты труда на весь объем, чел.-ч	Расценки на единицу измерения, руб.-коп.	Заработная плата за объем, руб.-коп.
		единица измерения	количество				
1. Е11-40; а; №2; ПР-1, $k=1,9$	Оклеечная горизонтальная гидроизоляция из 2 слоев бризола	100 м <sup>2</sup>	7,5	20	150,0	14-17	106-28
2. Е11-40; а; №6; ПР-1, $k=1,9$	То же вертикальная гидроизоляция	100 м <sup>2</sup>	4,4	36,1	158,8	25-63	112-77
3. Е11-40; а; №2; ПР-1, $k=1,9$	Оклеечная гидроизоляция стен из 2 слоев рубероида	100 м <sup>2</sup>	0,8	20	16,0	14-17	11-34
Калькуляция № $\partial$	Оклеечная гидроизоляция пола и стен подвала из 2 слоев бризола и рубероида	100 м <sup>2</sup>	12,7	25,6	324,8	18-14	230-38

Мастер \_\_\_\_\_ (Ф.И.О)

Нормировщик \_\_\_\_\_ (Ф.И.О)



Указания по производству работ:

1. Грунт из траншей нужно разровнять для проезда транспорта и крана при монтаже фундаментных блоков.

2. При монтаже фундаментных блоков на захватках 1;3 и 2;4 блоки подвозят по пролету А-Б, а при монтаже на захватках 5 и 6 – по пролету Б-В.

3. Подсыпку под полы, укладку бетона в подготовку, горизонтальную гидроизоляцию, бетонирование пригрузки выполняют последовательно по захваткам *а, б, в, г*. Наклеивание изоляции и проезд транспорта по бетону пригрузки возможны не ранее чем через 7 суток после бетонирования

4. Кран монтирует стеновые блоки сначала по оси В, а потом по оси Б, находясь между осями Б и В. Транспорт с блоками проходит между осями А и Б. Потом туда переходит кран для монтажа блоков по оси А. Транспорт может проходить в пролете Б-В.

5. При монтаже плит перекрытия кран идет по пролету Б-В, а плитовозы проходят по пролету А-Б. По ходу монтажа кран раскладывает на перекрытии плиты для пролета А-Б, куда он переходит для их монтажа.

6. Вертикальную и горизонтальную изоляцию стен выполняют по мере их возведения. Пазухи засыпают вслед за изоляцией и после монтажа плит перекрытия.

7. По всему составу укрупненных работ и календарному графику на устройство фундаментов составляю календарный план производства работ по нулевому циклу (рис. 14П15).

### 4.3. Контроль качества земляных и монтажных работ

Строительные работы выполняют в соответствии с [1–6].

Производственный контроль качества работ включает: входной контроль рабочей документации техперсоналом; операционный контроль по подчиненности – старший прораб, прораб, мастер, бригадир, рабочий; приемочный контроль осуществляют прораб и технадзор заказчика. Текущие замечания по качеству работ записывают в журнал производства работ.

Наименование работ	Объем работ		Затраты труда чел.-см.	Требуемые машины		Продолжительность работ, дни	Число смен	Число рабочих в смену	График работы (месяцы, дни)																																														
	ед. изм	кол-во		Наименование	Число маш.-см.				июнь							июль														август																									
							18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4
Устр-во нагорной канавы	м <sup>3</sup>	304	2	Экс. Э-651	1	1	1	2																																															
Срезка растит. грунта	м <sup>2</sup>	455 0	2,8	Бульд. ДЗ-8	2,8	3	1	1																																															
Бурение ям под обноску	ям	128	3,2	Бур.БМ-202	1,5	1,5	1	2																																															
Устр. и разборка обноски	пог. м	255	6,8	.....	.....	3	1	2																																															
Разраб. грунта в котловане	м <sup>3</sup>	351 4	11,8	Экс.Э0-4121	11,8	6	2	1																																															
Устр. траншей под фундамент	м <sup>3</sup>	84	0,5	Экс.Э-4010	0,5	0,5	1	1																																															
Монтаж фунда. блоков	м <sup>3</sup>	164	30,8	Кр. КС-3571	7,7	4	2	4																																															
Подсыпка под полы	м <sup>3</sup>	84	11,7	Тр. ИЭ-4502	4	4	1	3																																															
Бетонная подготовка	м <sup>3</sup>	64	4,9	ИБ-98А	8	4	1	2																																															
Гидроизоляция пола	м <sup>2</sup>	752	18,8	.....	.....	6	1	3																																															
Бетонирование пригрузки	м <sup>3</sup>	96	7,3	ИБ-98А	8	4	1	3																																															
Монтаж стеновых блоков	м <sup>3</sup>	338	74,4	Кр. КС-3571	18,6	9	2	4																																															
Гидроизоляция стен	м <sup>2</sup>	528	21,8	.....	.....	7	1	3																																															
Монтаж плит перекрытия	м <sup>3</sup>	148	10,5	Кр. КС-3571	2,1	1	2	5																																															
Засыпка пазух	м <sup>3</sup>	144 4	1,9	Бульд. ДЗ-8	1,9	2	1	1																																															
Трамбование грунта в паз.	м <sup>3</sup>	144 4	10,9	Тр. ИЭ-4502	10	2	1	5																																															
Водоотливные работы	чел.-ч	156 8	196	Нас.Гном 16-15	245	49	3	1																																															

Рис. 14П15. Календарный план производства работ по возведению нулевого цикла здания



Актами на скрытые работы оформляют геодезическую разбивку, состояние основания под фундаменты, качество уплотнения грунта под полами и в пазухах, армирование конструкций, замоноличивание сборных конструкций, выполнение гидроизоляции.

Мастер контролирует качество материалов, в т.ч. через строительную лабораторию, проверяет соблюдение геометрических допусков по СНиП, принимает выполненные работы у исполнителей до оплаты труда.

#### 4.4. Мероприятия по экологии и охране труда

При производстве работ необходимо исключить гибель зеленых насаждений и почвенно-растительного слоя, не нарушать гидрологический режим подземных вод. Нельзя загрязнять и запылять прилегающие территории. Не допускаются излишний шум от работы строительных машин, вредные выбросы.

Выполнение всех строительных работ осуществляют в соответствии с требованиями СНиП РФ 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Ч.II. Строительное производство»; ППБ 01-03 РФ «Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ»; ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования»; ГОСТ 23.407-78 «Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ».

Строительная площадка должна быть ограждена для предотвращения проникновения посторонних, особенно детей. Временные дороги должны исключить распространение грязи, а в сухое время – пыли. В сухую погоду нужно применять полив дорог.

Весь персонал должен быть обучен безопасным способам выполнения работы и обеспечен необходимой спецодеждой.

## 4.5. Материально-технические ресурсы, необходимые для возведения нулевого цикла здания

Таблица 7 П 15

Материальные ресурсы, необходимые для возведения нулевого цикла многоэтажного здания

Наименование работ	Объем		Материальные ресурсы			
	Единица измерения	Количество	Наименование	Единица измерения	Норма на единицу	Потребность
Створные знаки, их ограждение и устройство обноски	пог. м	255	Лес круглый	м <sup>3</sup>	0,025	6,4
			Пиломатериал	м <sup>3</sup>	0,007	1,8
			Гвозди	м <sup>3</sup>	0,04	10,2
Песчаная подсыпка под фундаменты	м <sup>2</sup>	452	Песок речной	м <sup>3</sup>	0,11	50
Монтаж фундаментных блоков	м <sup>3</sup>	164	Фундам. блоки	м <sup>3</sup>	1	164
			Раствор цементный*	м <sup>3</sup>	0,03	4,9
Монтаж бетонных стеновых блоков	м <sup>3</sup>	338	Бетонные блоки	м <sup>3</sup>	1	338
			Раствор цементный*	м <sup>3</sup>	0,05	16,9
Бетонирование подготовки и пригрузки	м <sup>3</sup>	380	Бетонная смесь (Бетон товарный)	м <sup>3</sup>	1,006	382
Гидроизоляция из двух слоев бризола	м <sup>2</sup>	1196	Бризол	м <sup>2</sup>	2,2	2631
			Мастика битумная**	кг	1,2	1435
Гидроизоляция из двух слоев рубероида	м <sup>2</sup>	84	Рубероид	м <sup>2</sup>	2,1	176
			Мастика битумная**	кг	1,15	97
Монтаж плит перекрытия	м <sup>3</sup>	148	Плиты перекрытия	м <sup>3</sup>	1	148
			Раствор цементный*	м <sup>3</sup>	0,04	5,9

\*Всего раствора цементов – 38 м<sup>3</sup>

\*\*Всего мастики битумной – 2,4 т

Продолжение прил. 15

Таблица 8 П 15

Машины, необходимые для возведения нулевого цикла многоэтажного здания

№ п/п	Наименование	Назначение	Тип (марка)	Количество	
				единиц	маш.-см.
1	Экскаватор	Нагорная канава	Э-651, 0,8 м <sup>3</sup>	1	1
2	Экскаватор	Котлован	ЭО-4121, 0,65 м <sup>3</sup>	1	12
3	Экскаватор	Траншеи в котловане	Э-4010, 0,4 м <sup>3</sup>	1	0,5
4	Автосамосвалы	Котлован	КрАЗ-222	5	48
5	Бульдозер	Планировка и пазухи	ДЗ-8, Т-100	1	8
6	Бурильная машина	Ямы под столбы	БМ-202	1	2
7	Электровибратор	Бетонирование	ИВ-98А	2	12
8	Электротрамбовка	Уплотнение грунта	ИЭ-4502	7	17
9	Автокран	Монтаж конструкций	КС-3571	1	30
10	Электронасос	Откачка воды	Гном-15-16	5	245

Продолжение прил. 15

Таблица 9П15

Потребные инструменты и приспособления

Наименование	Единица измерения	Количество	Наименование	Единица измерения	Количество
Нивелир	шт.	1	Лопата штыковая	шт.	3
Теодолит	шт.	1	Лопата совковая	шт.	1
Мерная лента 25 м	шт.	1	Грабли	шт.	1
Рейка геодезическая	шт.	1	Мастерок каменщика	шт.	4
Визирка ходовая	шт.	2	Полутерок	шт.	1
Рейка фугованная 4 м	шт.	2	Строп 4-ветвевой	шт.	1
Отвес	шт.	2	Строп 2-ветвевой	шт.	1
Шнур-причалка	п.м	50	Лом монтажный	шт.	3
Топор	шт.	2	Ручная трамбовка	шт.	1
Ножовка	шт.	2	Ящик для раствора 300 л	шт.	3
Молоток	шт.	2	Ящик для раствора 50 л	шт.	3
Клещи	шт.	2	Бак для разогрева мастики	шт.	1
Кусачки	шт.	1	Распылитель мастики	шт.	1
Напильник	шт.	4	Ведро обратноконусное	шт.	4
Брусок точильный	шт.	1	Гребок для мастики	шт.	1
Правило	шт.	1	Нож для кровельных работ	шт.	1

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. – М.: 2011. – 18 с.
2. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. – М.: 2012. – 113 с.
3. СНиП 3.04.01-87. Защитные, изоляционные и отделочные покрытия /Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 61 с.
4. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Ч.II. Строительное производство /Росстрой РФ. – М.: Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2004. – 69 с.
5. ЕНиР. Общая часть. Госстрой СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 38 с.
6. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
7. ЕНиР. Сборник 4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1979. – 129 с.
8. Кочеткова М.В. Технологические процессы в строительстве: учебно-методическое пособие к курсовому проектированию. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 126 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ПРИВЯЗКА ЗДАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ ЗАСТРОЙКИ.....	9
2. ПОДСЧЕТ ОБЪЕМОВ РАБОТ.....	15
2.1. Устройство нагорной канавы .....	15
2.2. Срезка растительного грунта и его перемещение .....	15
2.3. Устройство котлована и траншей под фундаменты.....	16
2.4. Объем выемок для спусков в котлован .....	17
2.5. Работы по водопонижению или открытому водоотливу.....	18
2.6. Обратная засыпка пазух и подсыпка под полы .....	19
2.7. Работы по устройству фундаментов.....	22
2.8. Работы по инженерному обеспечению.....	23
3. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ МАШИН ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ИХ ОРГАНИЗАЦИИ .....	28
3.1. Разработка грунта .....	28
3.2. Устройство фундаментов.....	39
4. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ НУЛЕВОГО ЦИКЛА.....	42
4.1. Определение затрат труда и заработной платы.....	42
4.2. Календарный график процесса устройства фундаментов и календарный план производства работ по нулевому циклу .....	47
4.3. Контроль качества земляных и монтажных работ .....	51
4.4. Мероприятия по экологии и охране труда.....	54
4.5. Материально-технические ресурсы, потребные для возведения нулевого цикла здания .....	55
ОЦЕНКА РАБОТЫ НАД КУРСОВЫМ ПРОЕКТОМ .....	59
ПАМЯТКА ПРЕПОДАВАТЕЛЮ .....	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	61
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	62
Приложение 1. Задание на курсовой проект по технологическим процессам в строительстве .....	62
Приложение 2. Вопросы для самоподготовки к защите курсового проекта .....	64
Приложение 3. Форма титульного листа курсового проекта.....	66
Приложение 4. Технические характеристики грунтов по данным геологических изысканий .....	67

Приложение 5. Коэффициенты фильтрации грунтов .....	68
Приложение 6. Данные для подбора иглофильтров .....	68
Приложение 7. Техническая характеристика электрических насосов .....	68
Приложение 8. Марки экскаваторов и их технические параметры.....	69
Приложение 9. Техничко-экономические данные экскаваторов.....	71
Приложение 10. Техничко-экономические данные автомобилей-самосвалов.....	72
Приложение 11. Технические параметры стреловых автомобильных кранов по маркам.....	73
Приложение 12. Тарифная сетка, применяемая в строительстве .....	74
Приложение 13. Календарный план производства работ.....	74
Приложение 14. Задание на курсовой проект по вариантам.....	75
Приложение 15. Пример выполнения курсового проекта.....	76

Учебное издание

Кочеткова Майя Владимировна

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**  
Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию  
для направления подготовки 08.03.01 «Строительство»

Редактор            Н.Ю. Шалимова  
Верстка            Н.А. Сазонова

---

Подписано в печать 24.08.16. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 7,0. Уч.-изд.л. 7,5. Тираж 80 экз.  
Заказ № 534.

---

Издательство ПГУАС.  
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.