

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии строительного производства

Л.С.ЩЕПАНИК

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРО- ЦЕССОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ
(раздел «Земляные работы»)

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
Государственного образовательного учреждения
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2003

ББК 38.263Я73
Щ 55
УДК 624.1(075.8)

Рецензент
кандидат технических наук, профессор Г.Н.Карпов

Щепаник Л.С.
Щ 55 **технология строительных процессов: Методические указания к курсовому проектированию. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 46с.**

Работа включает теоретическое изложение материала по земляным работам в условиях городской застройки, назначение размеров и вычисление объемов земляных работ при разработке земляных сооружений (котлованы, траншеи), и обратной засыпке. Подбор комплекта машин для разработки грунта.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по дисциплине «Технология строительных процессов» для студентов специальности 290300 (ГСХ)

ББК 38.263Я73

© Щепаник Л.С., 2003
© ГОУ ОГУ, 2003

Введение

Строительство фундаментов зданий и сооружений, сетей и сооружений – систем водоснабжения и водоотведения в условиях городской застройки обычно сопряжено с необходимостью выполнения больших объемов земляных работ. По видам выполняемой работы – земляные работы относятся к общестроительным наряду с бетонными, монтажными и другими.

Объем и характер земляных работ зависит от назначения здания и сооружения, их объемно-планировочных и конструктивных решений, а также вида основания.

Одной из главных задач, стоящих перед проектировщиками-технологами – это сокращение объема земляных работ без нарушения технологии их выполнения, что весьма затруднительно за счет стесненности фронта работ в городских условиях.

Методические указания способствуют закреплению теоретических знаний и практических навыков при решении задач по проектированию производства земляных работ.

1 Общие указания

Методические указания «Земляные работы в условиях городской застройки» предназначены закрепить теоретический материал курса «Технология строительных процессов» в курсовом проекте на тему: «Земляные работы и работы по устройству монолитных фундаментов». Данные указания позволяют детально разработать первую часть курсового проекта, посвященную производству земляных работ, которая состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка содержит следующие вопросы:

- расчет размеров котлована под здание с подвалом и траншей при прокладке трубопроводов;
- вычисление объемов земляных работ;
- подбор комплекта машин для разработки грунта;
- водоотвод, водоотлив, водопонижение;
- календарный план производства.

Графическая часть включает технологическую схему производства земляных работ.

2 Основные теоретические положения

Строительное производство – совокупность производственных процессов, осуществляемых непосредственно на строительной площадке, в подготовительный и основной периоды строительства.

Строительное производство объединяет две подсистемы: технологию и организацию строительного производства, каждая из которых имеет свою сущность и научные основы.

Технология строительного производства объединяет в себе технологию строительных процессов и технологию возведения зданий и сооружений.

Технология строительных процессов определяет теоретические основы, методы и способы выполнения строительных процессов.

Строительный процесс – это совокупность операций технологически связанных между собой и направленных на получение конечной строительной продукции (например, выработка грунта в траншее, укладка бетонной смеси, монтаж конструкций и т.п.). Для выполнения строительных процессов необходимы материальные элементы (предметы труда) и технические средства (орудия труда). Технические средства, управляемые рабочим, действуют на материальные элементы, что приводит к созданию строительной продукции.

Строительные процессы по назначению делятся на заготовительные, транспортные, подготовительные и монтажно-укладочные; по степени сложно-

сти - на простые и комплексные; по степени механизации - на ручные, механизированные и автоматизированные.

Строительные процессы характеризуются временными и пространственными параметрами. К временным относятся: продолжительность процесса, сроки выполнения, сменность работы. Развитие процессов во времени может протекать последовательным, параллельным или поточным способами. К пространственным параметрам относятся: фронт работ, участок, захватка, деланка, рабочее место.

Совокупность строительных процессов, связанных общностью обрабатываемых предметов труда, образуют вид строительной работы (например, земляные, бетонные, каменные, монтажные работы и др.). Строительные работы подразделяются на общестроительные, подготовительные и специальные и выполняются в три цикла: нулевой (подземный), надземный и отделочный.

Нормы времени и расценки для различных процессов определяются по «Единым нормам и расценкам» (ЕНиР), которые также содержат данные о составе звена, составе работ, технических характеристиках машин, единице измерения объема (количества) работ, поправочных коэффициентах к нормам времени и расценкам.

При техническом нормировании строительных процессов устанавливают следующие нормы:

времени ($H_{вр}$, чел.-ч) - время, необходимое для создания единицы продукции заданного качества одним рабочим в условиях правильной организации труда и с соблюдением технологии выполнения процесса;

— норма машинного времени ($H_{м.вр}$, маш.-ч) - время работы машины для получения единицы продукции в условиях максимального использования эксплуатационной производительности данной машины;

— норма выработки ($H_{выр}$, ед.продукции/ед.времени) - количество доброкачественной продукции, полученное за единицу времени при тех же условиях, что и при назначении нормы времени

$$H_{выр} = 1 / H_{вр}$$

Трудоемкость работ - это затраты труда (времени) для выполнения определенного объема работ. Она определяется при составлении калькуляции путем перемножения нормы времени на количество (объем) работ.

2.1 Технология земляных работ

Земляные работы объединяют процессы, связанные с переработкой грунта. Они состоят из подготовительных, вспомогательных и основных процессов. Состав основных процессов зависит от способа разработки грунта.

Подготовительные процессы (разбивка земляного сооружения, понижение уровня грунтовых вод и др.) выполняются до начала разработки грунта.

Вспомогательные процессы (рыхление грунта, водоотлив, крепление стенок сооружения и др.) могут выполняться как до начала разработки, так и во время разработки грунта.

Сооружения, получаемые после выполнения земляных работ, называются земляными сооружениями. Они делятся на выемки (котлован, траншея, резерв и др.) и насыпи (дорожное полотно, кавальер и др.). Котлованами называются выемки, ширина которых мало отличается от длины, они необходимы для строительства сооружений. Траншеями – выемки, имеющие малые размеры поперечного сечения и большую длину, они необходимы для прокладки трубопроводов. Котлованы и траншеи – временные земляные сооружения, которые устраиваются в грунтах (см. рисунок 1).

В зависимости от трудоемкости разработки все грунты разделены на группы /4/, что следует учитывать при выборе и определении выработки механизмов и рабочих.

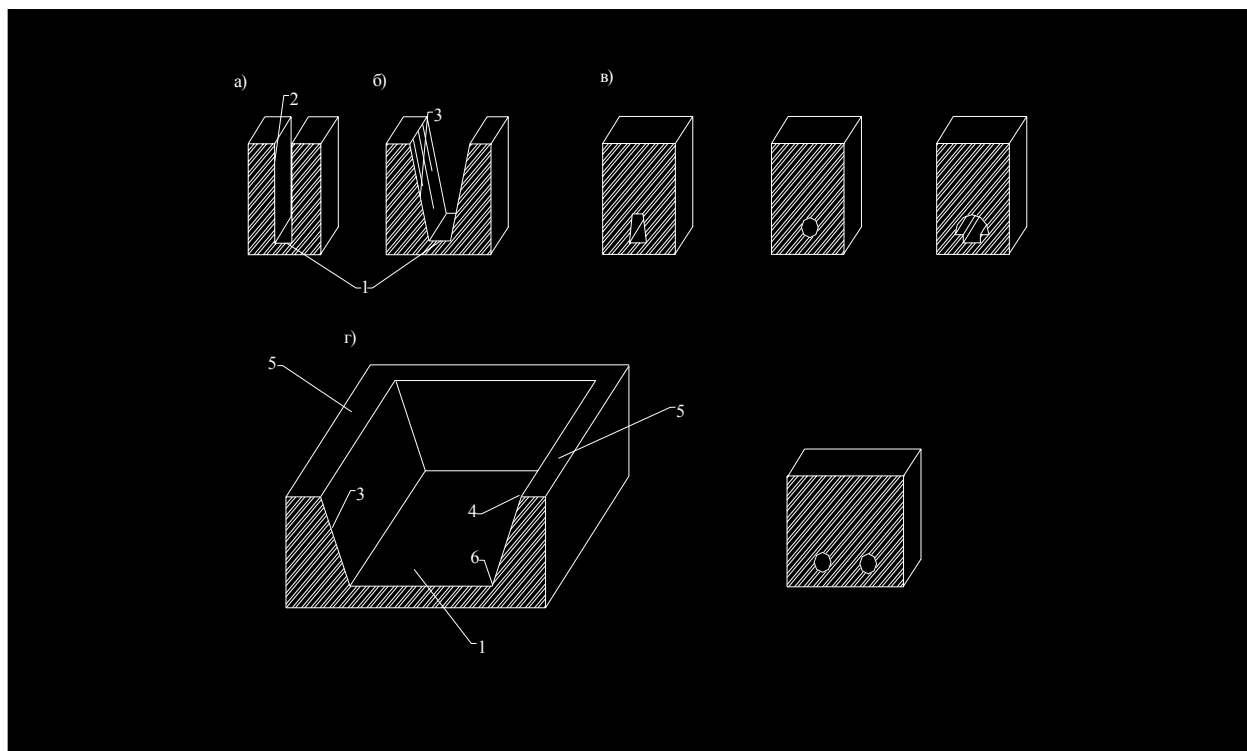


Рисунок 1 – Виды земляных сооружений:

а, б – траншеи с вертикальными стенками и с откосами;

в – подземные выработки (для штольни, трубы, канализационного коллектора, тоннеля);

г – котлован: 1 – дно (траншеи, котлована); 2 – боковая стенка траншеи; 3 – боковой откос (траншеи, котлована); 4 – бровка; 5 – берма; 6 – подошва.

Различают несвязные грунты – это крупноблочные (гравелисто-галечные), песчаные; связные грунты – глины и суглинки; малосвязанные грунты, занимающие промежуточное положение. А также грунты бывают сухие (с содержанием воды до 5 процентов), влажные (от 5 до 30 процентов) и мокрые

(более 30 процентов). Совокупность этих свойств грунтов также учитывается при разработке.

Одним из основных свойств грунта является также его разрыхляемость, которая характеризуется двумя коэффициентами - первоначального и остаточного разрыхления (см. приложение А, таблица А.1)

Коэффициент первоначального разрыхления показывает величину увеличения объема грунта при его разработке за счет уменьшения плотности. Коэффициент остаточного разрыхления показывает величину увеличения объема грунта после его послойной укладки и уплотнения в сооружении.

2.1.1 Способы разработки грунта

Разработку грунта можно вести следующими методами:

- механическим, при котором грунт разрабатывается послойно резанием рабочим органом землеройной машины;

- гидромеханическим, при котором грунт разрабатывается при помощи воды, превращаясь в пульпу (частицы грунта, взвешенные в воде), гидромонитором или земснарядом;

- взрывным – грунт разрабатывается при помощи взрывчатых веществ, а также применяется для разрыхления мерзлых и скальных грунтов;

- бурение – грунт разрабатывается при помощи специальных машин вращательного или ударно-вращательного действия;

- комбинированным – это комбинация выше перечисленных способов (чаще взрывной и механической).

Механический способ является основным. Этим способом разрабатывается более 80 процентов грунтов. В этом случае применяются землеройные и землеройно-транспортные машины.

Землеройные машины циклического действия – это одноковшовые экскаваторы, которые производят разработку грунта с погрузкой его в транспортные средства или навывмет (выгрузку в отвал).

Землеройные машины непрерывного действия – это цепные и роторные экскаваторы, которые применяются для разработки грунта линейных выемок (траншей, канав) большой протяженности. Цепные экскаваторы копают траншеи глубиной до 3,5 м, роторные – до 1,5 м.

Землеройно-транспортные машины – бульдозеры, скреперы (самоходные и прицепные), автогрейдеры разрабатывают и перемещают грунт на определенные расстояния. Бульдозеры до 200 м, скреперы от 3 до 5 км.

Состав основных процессов» при механическом способе разработки грунта:

- резание грунта;
- транспортирование грунта;
- укладка грунта и разравнивание;
- уплотнение грунта.

Основной объем грунта при производстве земляных работ разрабатывается при помощи одноковшовых экскаваторов. Навесным оборудованием к ним является: прямая и обратная лопаты, драглайн и грейфер.

Экскаватор прямая лопата разрабатывает грунт выше своей стоянки и грузит его в транспортное средство при перемещении экскаватора и автосамосвалов по дну котлована. Экскаватор обратная лопата и драглайн разрабатывают грунт ниже своей стоянки и грузят его в автосамосвал или разрабатывают навывмет. При этом транспорт перемещается по берме траншеи, котлована или по дну выемки.

Драглайн имеет большие радиус действия и глубину копания и поэтому применяется при разработке больших (в плане) и глубоких выемок. Грейфер применяется при разработке глубоких выемок с малыми размерами в плане, а также при погрузочно-разгрузочных работах и обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

Место работы экскаватора называется забоем. Забой включает себя площадку для установки автосамосвала, место стоянки экскаватора и участок грунта, подлежащий разработке с данной стоянки. Основные виды забоев: лобовой и боковой - для экскаватора прямая лопата, торцевой и боковой - для экскаватора обратная лопата и драглайн.

Пространство, образующееся после разработки грунта экскаватором, называется проходкой. При лобовом забое применяется прямолинейная, когда ширина котлована по верху меньше 1,5 радиуса копания грунта экскаватора), зигзагообразная (меньше 2,5 радиуса копания) и поперечно-лобовая (меньше 3,5 радиуса копания) проходки, при торцевом забое – прямолинейная и зигзагообразная, при боковом - боковая проходка, которая применяется при значительных размерах котлована. В этом случае первая проходка - прямолинейная, а остальные боковые. Количество боковых проходок определяется исходя из размеров выемки и ширины прямолинейной проходки.

Экскаватор разрабатывает грунт не на полную (проектную) глубину выемки. С целью предотвращения повреждения основания и перебора грунта при его разработке, в выемке оставлялся недобор, величина которого зависит от сменного оборудования одноковшового экскаватора и емкости ковша (см. приложение А, таблица А.2).

Недобор грунта разрабатывается бульдозером и складывается на дне выемки вдоль ее длинной стороны. Затем экскаватором обратная лопата данный грунт удаляется из выемки и грузится в автосамосвал. После разработки недобора грунта бульдозер выполняет окончательную планировку дна выемки под заданную отметку.

Способы разработки траншей многоковшовыми экскаваторами (цепные или роторные) могут быть однопроходными или многопроходными (послойные). При первом способе полный профиль траншеи разрабатывают за одну проходку механизма, а при втором – за несколько. Отвал грунта при разработке траншеи чаще всего размещают с левой стороны, а правую оставляют свободной для проезда и возможности выполнения сварочно-монтажных и изоляционных работ. для предохранения стенок траншеи от обрушения отвал грунта располагают на расстоянии 0,5 м и более от ближайшей бровки траншеи.

При разработке траншеи следует стремиться к полной ликвидации ручного труда при зачистке дна. Это достигается при рациональном расстоянии пе-

редвижения экскаватора, обеспечивающим минимальную высоту гребешков, которые также устраняют протаскиванием ковша по дну траншеи.

При отрывке выемок в стесненных условиях городской застройки приходится их делать с вертикальными откосами. При этом необходимо иметь в виду, что без крепления вертикальных стенок траншей и котлованов, расположенных выше УГВ (уровень грунтовых вод), допускается при глубине их не более, м:

- в песчаных и крупноблочных грунтах 1,0;
- в супесях 1,25;
- в суглинках и глинах (кроме очень прочных) 1,5;
- в очень прочных суглинках и глинах 2,0.

Крепление вертикальных стенок обязательно при устройстве выемок в стесненных производственных условиях, отрывке глубоких выемок и в сильно водонасыщенных грунтах. Крепление вертикальных стен выемок приведено на рисунке 2.

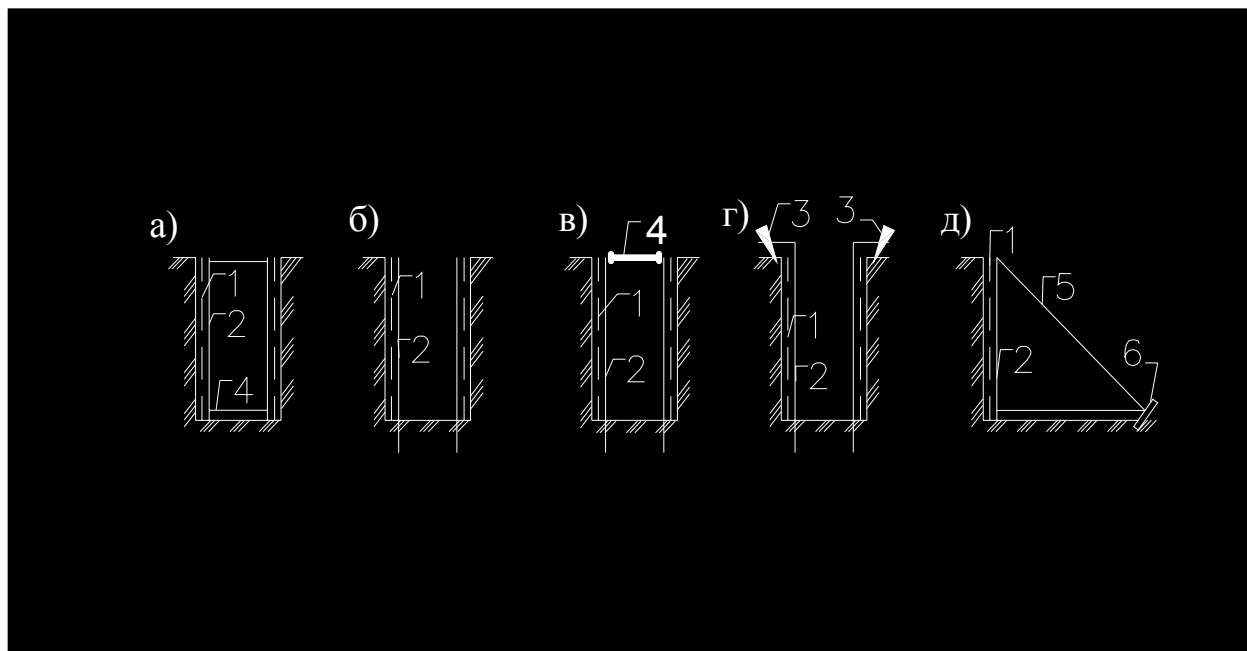


Рисунок 2 – Схемы типов конструктивных решений креплений стенок траншей и котлованов: а - распорное; б - консольное; в - консольно-распорное; г - консольно-анкерное; д - подкосное: 1 – щиты; 2 – стойки (сваи); 3 – анкеры; 4 – распорки; 5 – подкосы; 6 – упоры.

Тип крепления выбирается в зависимости от назначения и размеров выемки, свойств грунтов, величины притока грунтовых вод и условий производства работ.

2.1.2 Способы уплотнения грунта

Грунт уплотняется с целью увеличения его несущей способности и снижения водопроницаемости. Наибольшая плотность грунта с наименьшими затратами труда достигается при определенной для данного грунта влажности (оптимальной). Поэтому сухие грунты должны увлажняться, а переувлажненные – осушаться. Разравнивание и увлажнение грунта являются подготовительными процессами и выполняются непосредственно перед уплотнением грунта.

В зависимости от используемых машин применяют следующие способы уплотнения грунта:

- укатка с помощью различных видов катков;
- трамбование при помощи трамбовок большой массы, сбрасываемых с определенной высоты;
- вибрировании при помощи специальных вибрирующих машин.

Наибольшее распространение получило уплотнение грунта катками статического действия: гладкими, кулачковыми, пневмошинами. Разравнивание производится горизонтальными слоями толщиной от 0,2 до 0,4 м при продольном ходе бульдозера. Распределение грунта производят от краев насыпи к ее середине с перекрытием предыдущего прохода на 0,3 м. Требуемую плотность грунта получают за несколько проходов катков по одному месту (от 6 до 8 проходов). Уплотнение грунта производится также послойно при устройстве оснований, при обратной засыпке пазух котлованов и траншей.

3 Методические указания к курсовому проекту

Работа выполняется с использованием нормативной и справочной литературы /4,5,6,7,8/. Перед выполнением проекта необходимо самостоятельно проработать темы: «Машины и механизмы в строительстве», «Технология земляных работ» по учебникам /1,2,3/. Краткие теоретические положения по теме курсового проекта приведены в разделе 2.

Вертикальную планировку, входящую в состав земляных работ, для выравнивания естественного рельефа площадок, отведенных под строительство, и подсчет объемов земляных работ при этом выполнить согласно методическим указаниям /9/.

3.1 Назначение размеров котлована под фундамент здания

Для определения объемов земляных работ по устройству котлована необходимо знать их основные размеры: ширину, длину и глубину.

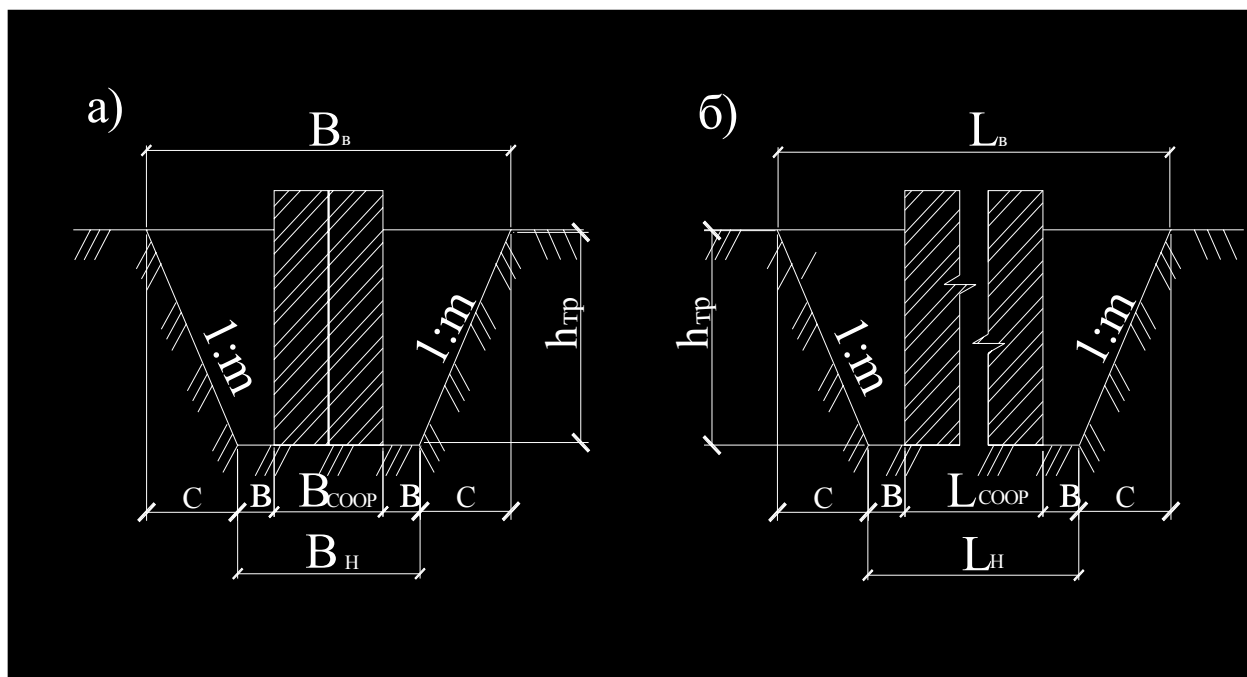


Рисунок 3 – Схема для определения размеров котлована: а – ширина, б – длина.

Размеры котлована по низу определяют с учетом СНиП 3.02.01-87. Согласно /5/ расстояние от подошвы откоса до ближайшего элемента сооружения принимают не менее 0,6 м с каждой стороны (в не менее 0,6 м по условиям техники безопасности и удобства работ). Следовательно, размеры котлована по низу (B_H , L_H) определяют путем прибавления этого расстояния к размерам здания в осях с учетом привязки осей.

Длину и ширину котлована по верху (B_B , L_B) определяют с учетом заложения откоса ($c=m \cdot h_{тp}$) в зависимости от вида грунта и глубины котлована:

$$L_B = L_H + 2 m \cdot h_{тp}; \quad (1)$$

$$B_B = B_H + 2 m \cdot h_{тp}; \quad (2)$$

где $h_{тp}$ – требуемая глубина котлована, принятая равной глубине (отметке подошвы) заложения фундаментов сооружения;
 m – коэффициент откоса, принимаемый по приложению А, таблица А.3.

Расчетную глубину котлована определяют:

$$h_p = h_{тp} - h_H, \quad (3)$$

где h_H – величина недобора грунта, принимаемая по приложению А, таблица А.2.

3.2 Размеры траншей при прокладке трубопроводов

Наименьшую ширину траншей с вертикальными стенками по дну $V_{\text{трmin}}$ согласно /5/ следует принимать в зависимости от типа и диаметра прокладываемых труб, способа их укладки по приложению А, таблица А.4. Если траншея разрабатывается одноковшовым экскаватором, необходимо проверить ширину ковша v_k принятого экскаватора с принятой по данной таблице по следующей формуле:

$$v_k = 1,2\sqrt[3]{q}, \quad (4)$$

где q – емкость ковша выбранного экскаватора, м^3 .

При этом надо иметь в виду, что ширина траншей, разрабатываемых одноковшовым экскаватором, должна быть не менее ширины режущей кромки ковша экскаватора, с добавлением в песчаных грунтах и супесях 0,15 м, в глинах и суглинках 0,10 м.

Если получится, что ширина траншеи меньше величины v_k с добавлением этих запасов, то необходимо либо принимать экскаватор с меньшей шириной ковша или увеличивать проектную ширину траншеи, что повлечет за собой увеличение объемов земляных работ.

Ширина траншей с откосами (см. рисунок 4, б и в) по дну принимается равной $D+0,5$ м при укладке трубопроводов из отдельных труб и $D+0,3$ м – при укладке плетями.

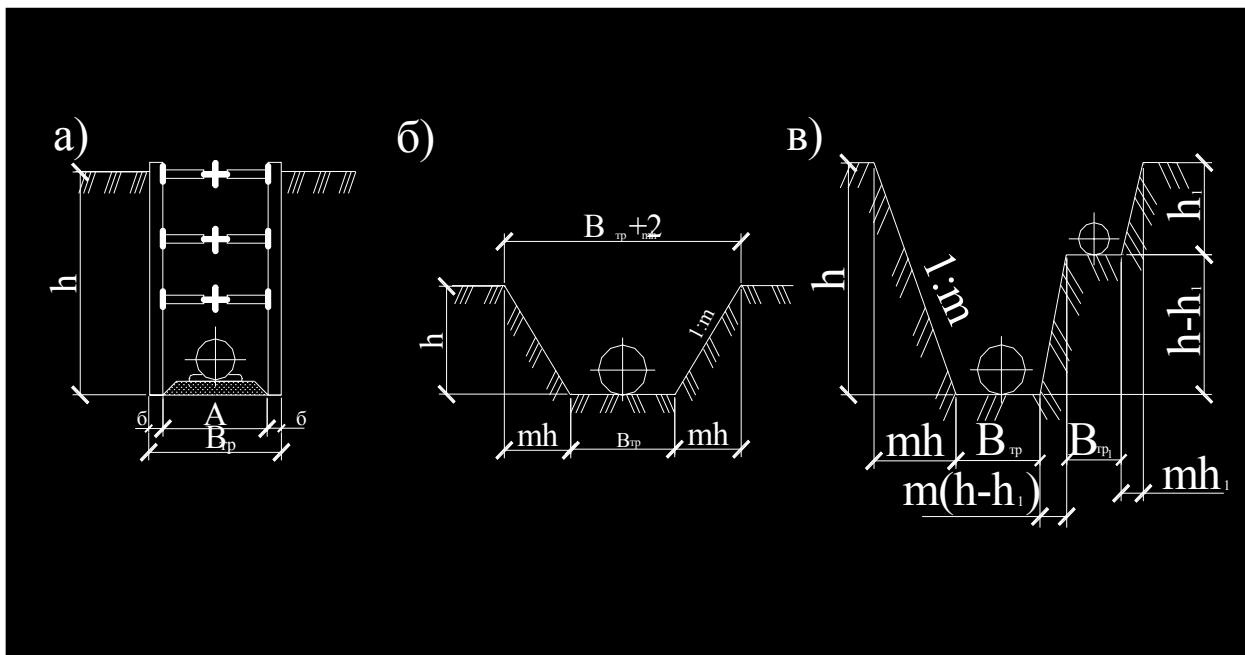


Рисунок 4 – Схема для определения размеров траншей: а – с вертикальными стенками и креплениями; б – трапецеидальных; в – сложного сечения при совмещенной прокладке трубопроводов.

При устройстве креплений (см. рисунок 4,а) ширину траншей увеличивают на их толщину δ . Ширина траншеи по верху определяется крутизной ее откосов ($B_{тр}+2mh$). Глубина траншеи зависит от глубины заложения труб, которая во всех случаях должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунта. Продольный уклон траншеи устанавливается проектом в зависимости от назначения трубопровода.

Наименьшее расстояние в свету между поверхностью трубопровода (коллектора) и стенками должно быть не менее 0,7 м, если в траншеях с вертикальными стенками необходима работа людей.

Для заделки стыковых соединений труб в траншеях отрывают прямки необходимых размеров, указанных в /5/.

3.3 Вычисление объемов земляных работ

До начала земляных работ по вертикальной планировке и отрывке выемок необходимо в пределах строительной площадки снять растительный слой грунта и уложить в отвалы для дальнейшего использования при рекультивации сельскохозяйственных земель или благоустройстве территории. Плодородный слой грунта, толщиной h от 10 до 20 см снимают в талом состоянии бульдозером или скрепером и транспортируют в отведенное для хранения место.

Площадь срезки растительного слоя (m^2) с учетом дальнейшего перемещения машин и складирования материалов (ширина рабочей зоны принимается равной 20 м) определяют:

$$F = (L_B+20) \cdot (B_B+20) \quad (5)$$

Объем срезаемого растительного слоя грунта (m^3) определяют по выражению:

$$V = F \cdot h \quad (6)$$

Дальность транспортировки (м) срезанного растительного слоя грунта приближенно можно определить по выражению:

$$l = (L_B + 20) / 2 \quad (7)$$

3.3.1 При разработке котлованов и траншей

Объем грунта (m^3) в котловане под фундамент здания с прямоугольными основаниями, имеющего откосы с четырех сторон (см. рисунок 3) определяют:

$$V_k = h_p \cdot [B_H \cdot Z_H + B_B \cdot L_B + (B_H + B_B) \cdot (L_H + L_B)] / 6 \quad (8)$$

где B_H, L_H – ширина и длина котлована по низу, м;
 B_B, L_B – ширина и длина котлована по верху, м;
 h_p – расчетная глубина котлована (без учета недобора), м.

Объем грунта (m^3) в въездной и выездной траншее определяют по выражению:

$$V_v = h_{тр}^2 \cdot [3a + 2mh_{тр}(m^1 - m) / m^1] \cdot (m^1 - m) / 6 \quad (9)$$

где a – ширина въезда, выезда, принимается 4,5 м при одностороннем движении транспорта и 6 м – при двустороннем;
 m^1 – коэффициент откоса (уклона) въездной выездной траншеи от 1:10 до 1:15.

Объем недобора грунта (m^3) в котловане определяют по выражению:

$$V_n = B_H \cdot L_H \cdot h_H \quad (10)$$

Дальность транспортирования (м) недобора грунта бульдозером:

$$L_1 = L_n \quad (11)$$

Объем грунта (m^3) в траншее с вертикальными стенками (см. рисунок 4,а) определяют:

$$V_{тр} = B_{тр}(h_1+h_2)L_{тр} / 2 \quad \text{или} \quad V_{тр} = (F_1+F_2)L_{тр}/2 \quad (12)$$

где $B_{тр}$ – ширина траншеи в м;
 h_1 и h_2 – глубина ее в двух крестных поперечных сечениях в м;
 F_1 и F_2 – площади этих сечений в m^2 ;
 $L_{тр}$ – длина траншеи в м.

Объем грунта (m^3) в траншее с откосами (рисунок 4,б) определяют:

$$V_{тр} = \left(\frac{F_1 + F_2}{2} \right) L, \quad (13)$$

где F_1 и F_2 – площади начального и конечного поперечных сечений, m^2 ;
 L – длина участка продольного профиля, для которого подсчитывается объем выемки, м;
 m – коэффициент откоса.

Объем грунта (m^3) траншей, предназначенных для совмещенной прокладки сетей (см. рисунок 4,в), площадь их поперечного сечения вычисляют как сумму площадей траншей полного сечения для трубопровода глубокого заложения и дополнительной траншеи для трубопроводов меньшего заложения с основанием $B_{тр1}$.

$$B_{тр1} = D_n + 2 \cdot 0,2м, \quad (14)$$

где D_n – наружный диаметр трубопровода в м;
0,2 м – добавление с каждой стороны согласно СНиП /5/.

Объем грунта (m^3) по зачистке дна траншеи определяют по формуле:

$$V_{з.тр} = B_{тр} \cdot L_{тр} \cdot h_n \quad (15)$$

где h_n – толщина недобора по приложению А, таблица А.2, который в основном зачищают вручную.

Объем грунта (m^3) по устройству прямков на дне траншеи, которые чаще всего вырываются вручную, для заделки стыковых соединений труб:

$$V_{\text{п}} = abcL/l \quad (16)$$

где a, b, c – размеры прямков (длина, ширина и глубина) принимаются по СНиП /5/ в м;
 L – протяженность трубопровода, м;
 l – длина трубы или трубной секции, м.

На дне траншеи перед укладкой труб целесообразно вручную или механизированным способом устраивать, то есть нарезать специальное овальное углубление (ложе) с углом охвата труб до 120° . Трубы, уложенные таким образом, выдерживают нагрузку на 30-40 процентов больше, чем трубы, уложенные на плоское основание.

Объем земляных работ (m^3) по устройству ложе или выкружки на дне траншеи:

$$V_{\text{л}} = F_{\text{л}} \cdot L_{\text{тр}} \quad (17)$$

где $F_{\text{л}}$ – площадь поперечного сечения ложе (выкружки), m^2 ;
 $L_{\text{тр}}$ – длина траншеи, м.

Площадь сечения (m^2) ложе (выкружки) можно определить следующим образом:

$$F_{\text{л}} = \frac{r^2}{2} \left(\frac{\pi\varphi}{180^{\circ}} - \sin \varphi \right), \quad (18)$$

где r – радиус трубопровода ($D/2$), м;
 φ – угол охвата трубы, град.

Площадь срезки растительного слоя грунта (m^2) в пределах контура траншеи с откосами (рисунок 4,б) с учетом ширины рабочей зоны равной 20 м:

$$F = [(B_{\text{тр}} + 2mh) + 20] \cdot L_{\text{тр}} \quad (19)$$

где $L_{\text{тр}}$ – длина траншеи в м.

Объем срезаемого слоя (м^3) по формуле

$$V_{\text{сл}} = F \cdot h_{\text{сл}} \quad (20)$$

где $h_{\text{сл}}$ – толщина растительного слоя, м, принимается равной от 0,1 до 0,2 м.

Дальность транспортировки (м) срезанного растительного слоя грунта приближенно

$$L = [(B_{\text{тр}} + 2 mh) + 20] \cdot / 2 \quad (21)$$

3.3.2 При обратной засыпке котлованов и траншей

Обратная засыпка пазух котлованов и траншей производится после окончания работ по устройству фундаментов и подземной части сооружений. Грунт отсыпается послойно с тщательным уплотнением каждого слоя.

Объем грунта обратной засыпки (м^3) пазух котлована для здания с подвалом

$$V_{\text{об.з}} = \frac{S \cdot P}{K_{\text{ор}}} \quad (22)$$

где S – площадь поперечного сечения пазух котлована, м^2 ;

P – периметр котлована по дну, м;

$K_{\text{ор}}$ – коэффициент остаточного разрыхления (см. приложение А, таблица А.1).

Объем грунта обратной засыпки (м^3) пазух котлована для здания без подвала

$$V_{\text{об.з}} = \frac{V_{\text{к}} - V_{\text{ф}}}{K_{\text{ор}}} \quad (23)$$

где $V_{\text{к}}$ – объем грунта по отрывке котлована, м^3 ;

$V_{\text{ф}}$ – объем фундамента данного котлована, м^3 .

Объем грунта обратной засыпки (м³) траншеи

$$V_{об.з} = \frac{V_{мп} - V_m}{K_{op}} \quad (24)$$

где $V_{тр}$ – объем грунта разрабатываемой траншеи, м³;
 $V_{т}$ – объем грунта, вытесняемый трубопроводом и вывозимый за пределы строительной площадки м³;
 K_{op} – коэффициент остаточного разрыхления по приложению А, таблица А.1.

$$V_m = 1,05 \frac{\pi D_n^2}{4} L, \quad (25)$$

где D и L – наружный диаметр и общая длина трубопровода, м;
1,05 – коэффициент увеличения вытесняемого грунта (учитывается при прокладке раструбных труб).

3.4 Подбор комплекта машин для разработки грунта

Земляные работы должны быть максимум механизированы, как основные так и вспомогательные процессы выполняются при помощи машин и механизмов.

При организации земляных работ необходимо подобрать ведущую машину для разработке грунта в котловане, траншее и вспомогательные (транспортирование грунта, срезка растительного соря, уплотнение грунта), работу которых необходимо чётко увязать с производительностью ведущей машины.

Срезку растительного слоя и его транспортирование, доработку грунта и котловане и планировку дна котлована производят бульдозером. Тип бульдозера определяют в зависимости от расстояния транспортирования грунта, которое зависит от схемы работы бульдозера при срезке растительного слоя грунта. При дальности 10...30 м назначают малогабаритный (тяговое усилие до 40 кН) бульдозер, 30...50 м - легкий (до 60 кН), при 50...70 - средний (до 100кН) и при 100...150 м - тяжелый (до 150...250 кН). Марку бульдозера и технические характеристики подбирают по приложению Б, таблица Б.1. Растительный грунт сдвигается бульдозером, грузится в автосамосвалы и вывозится за пределы строительной площадки при необходимости.

При выборе марки ведущего экскаватора (тип навесного оборудования должен быть определен в соответствии с п.2.1.1 данных методических указаний) в зависимости от объема грунта в траншее или котловане с въездной выездной траншеей ($V_k + V_v$), определяют емкость ковша экскаватора по приложению Б,

таблица Б.2, затем по таблице Б.3, Б.4, Б.5 того же приложения – марку и его технические характеристики.

Грунт из котлована и траншеи вывозится автосамосвалами. При проектировании необходимо определить требуемое количество автосамосвалов для непрерывной работы экскаватора. Марку и грузоподъемность автосамосвала определяют по емкости ковша ведущего экскаватора (см. приложение Б, таблица Б.6 и Б.7).

3.5 Составление ведомости объемов земляных работ

Ведомость составляется на основании данных и расчетов всех предыдущих вопросов 3 раздела отдельно для котлована или траншеи.

Выполненные расчеты сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Ведомость объемов земляных работ

Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
Срезка растительного слоя грунта ____ категории бульдозером (марка)		
Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта _____ категории бульдозером на расстояние _____ метров		
Разработка растительного слоя грунта _____ категории экскаватором _____ лопата с емкостью ковша _____ м ³ с погрузкой в транспортное средство (при необходимости)		
Разработка грунта _____ категории в траншее, котловане с въездной выездной траншеей ($V_k + V_v$) экскаватором _____ лопата с емкостью ковша _____ м ³ с погрузкой в транспортное средство (при необходимости)		
Разработка грунта _____ категории в траншее, котловане экскаватором _____ лопата с емкостью ковша _____ м ³ навывмет		
Разработка грунта _____ категории в котловане бульдозером (марка) с транспортированием на расстояние _____ метров, траншее вручную		
Разработка ранее разработанного грунта (недобор в котловане) _____ категории экскаватором _____ лопата с емкостью ковша _____ м ³ с погрузкой в транспортное		

средство		
Обратная засыпка пазух котлована, траншей		

Категория грунтов в зависимости от трудности их разработки механизированным способом определяются по ЕНиР /4/ или по приложению А, таблица А.5.

Категорию ранее разработанного грунта указывать на одну группу ниже по сравнению с первоначальной разработкой.

3.6 Калькуляция трудовых затрат

калькуляцию заполняют по форме таблицы 2. она включает все процессы, приведенный в таблице 1. При составлении калькуляции можно объединять процессы, выполняемые одной и той же машиной. Заполняя калькуляцию, используют сборники ЕНиР /4/, основные параграфы которого приводятся в приложении Б.

норму времени и расценку следует определять с учетом следующих положений:

- группы грунтов в зависимости от трудности разработки (необходимость предварительного рыхления, мерзлые грунты, грунты повышенной влажности);
- использование поправочного коэффициента, указанного в примечании параграфа;
- тип ковша экскаватора (для песков и супесей со сплошной режущей кромкой, для глин и суглинков – ковш с зубьями);
- погрузка грунта в транспортное средство или разработка его навывет;
- разработка грунта в стесненных условиях (подземные коммуникации, наземные предметы).

Таблица 2 – Калькуляция трудовых затрат

Наименование процессов	Обоснование ЕНиР	Объем работ		Состав звена	Норма времени (Н.вр.) маш.-ч, чел.-час	Трудоемкость, маш.-ч, чел.-час
		ед.изм	количество			
1	2	3	4	5	6	7

Количество автосамосвалов для транспортирования грунта определяют из следующих выражений:

$$N = t_{ц} / t_g \quad (26)$$

$$t_{ц} = t_{п} + 2L / V_{cp} + t_p + t_m \quad (27)$$

$$t_{\text{п}} = N_{\text{вр}} \cdot V_{\text{к}} / (100 \cdot K_{\text{пр}}) + t_{\text{м}} \quad (28)$$

- где $t_{\text{ц}}$ – продолжительность работы цикла автосамосвала, ч.;
- $t_{\text{п}}$ – время погрузки автосамосвала, ч.;
- L – расстояние перевозимого грунта, км;
- $V_{\text{ср}}$ – средняя скорость автосамосвала, км/ч, по приложению Б, таблица Б.8;
- $t_{\text{р}}$ – время разгрузки автосамосвала, ч., принимается равной 0,017 ч.;
- $t_{\text{м}}$ – продолжительность маневров транспортных средств при выгрузке или установке под погрузку, ч., принимается равной 0,017 ч.;
- $N_{\text{вр}}$ – норма машинного времени на разработку грунта ведущим экскаватором с погрузкой в транспортное средство, маш-ч, по ЕНиР /4/ или по приложению В;
- $V_{\text{к}}$ – объем кузова автосамосвала, м³, по приложению Б, таблица Б.7;
- $K_{\text{пр}}$ – коэффициент первоначального разрыхления, по приложению А, таблица А.1.

Полученное число автосамосвалов округляют до целого значения в большую сторону.

3.7 Календарный план производства земляных работ

Линейный календарный график выполняется на основании составленной калькуляции трудовых затрат по форме таблицы 3.

Таблица 3 – Календарный график производства земляных работ

Наименование работ	Объем работ		Трудоемкость работы машин, см, чел-дн	Машины и механизмы	
	ед.изм	количество		марка	количество
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы 3

Число	Норма-	Плановая	Месяцы, рабочие дни
-------	--------	----------	---------------------

смен	тивная продолжительность работ (T_n)	продолжительность работ (T_n)																
7	8	9	10															

Графы 1,2,3 заполняются из калькуляции в порядке технологической последовательности работ. Графу 4 заполняют путем перевода трудоемкости из Маш-ч, чел-ч в Маш-см, чел-дн, разделив на продолжительность смены по номе (8 часов). Количество машин в графе 6, выполняющие данный процесс, заполняют по принятому комплекту машин. Число рабочих смен принимают согласно проекту (1 или 2 смены). Нормативную продолжительность работ (T_n) в графе 8 вычисляют путем деления числа маш.-см., чел.-дн. на количество машин, звеньев и на число рабочих смен. Плановую продолжительность (T_n) в графе 9 определяют путем округления нормативной продолжительности до целого числа смен или подсмен. В графе 10 увязывают выполнение работ во времени с учетом работы машин и механизмов. Пример разработки технологического процесса по производству земляных работ приведен в приложении В.

4 Организация водоотвода, водоотлива и водопонижения грунтовых вод

Водоотвод необходим для защита котлованов и траншей от затопления их ливневыми и тальными водами. Для водоотвода используют расположенные с нагорной стороны канавы, резервы и кавальеры, воду из которых отводят в пониженные места, удаленных от строительной площадки.

Водоотлив – это предварительное осушение котлованов и траншей. При небольшом притоке грунтовых вод котлованы и траншеи разрабатывают с применением открытого водоотлива (вода откачивается с помощью насоса). Если приток значителен, и толщина водонасыщенного слоя большая, то до начала производства земляных работ уровень грунтовых вод искусственно понижают. Выбор способа строительного водопонижения зависит от вида грунта, глубины понижения УГВ и метода механизированной разработки, выемки. При выборе способа водопонижения можно использовать рекомендации, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Выбор способов водопонижения

Характеристика грунта	Коэффициент фильтрации	Рекомендуемые способы водопонижения при глубине понижения УГВ, м
-----------------------	------------------------	--

	К, м/сут	до 4...5	до 18...20	свыше 20
Глина	-	Электроосушение		
Суглинок	0,005...0,4	Легкие одно- ярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры	Многоярусные ЛИУ и эжек- торные игло- фильтры	Буровые ко- лодцы с арте- зианскими погруженны- ми насосами
Супеси	0,2...0,7			
Песок		Одноярусные ЛИУ	Легкие одно- ярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры	
Мелкозернистый	1,2...2,0			
Мелкий	2,0...10,0			
Средний	10,5...25,0	Буровые сква- жины с цен- тробежными насосами	-	
Крупный	25,0...75,0			
Гравелистый	50...100	Поверхностный водоотлив	Буровые скважины с погру- женными насосами	
Гравий				
С песком	75...100			
Чистый	100...200			

Правильное решение задач строительного водопонижения облегчает производство земляных работ по возведению сооружений в котлованах и прокладке трубопроводов в траншеях, повышает устойчивость их откосов.

4.1 Техника безопасности и контроль качества земляных работ

Вопросы техники безопасности при ведении земляных работ разрабатываются с учетом требований норм, изложенных в СНиП /6,7/. Дать положения, каким образом осуществляется контроль качества возведения земляных сооружений (виды контроля: операционный, геотехнический; допустимые отклонения геометрических параметров котлованов, траншей согласно СНиП /5/).

Список использованных источников

- 1 Технология строительных процессов: Учебник для вузов / Под ред. А.А.Афанасьева, Н.Н.Данилова, В.Д.Копылова и др. – М.: Высшая школа, 2001. – 464с.
- 2 Белецкий Б.Ф. Технология строительного производства: Учебник для вузов. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2001. – 416с.
- 3 Марионков К.С. Основы проектирования строительных работ: Учебное пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1980. – 231с.
- 4 ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: Стройиздат, 1989. – 224с.
- 5 СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 128с.
- 6 СНиП III-4-80*. Техника безопасности в строительстве. – М.: Стройиздат, 1990. – 266с.
- 8 Земляные работы. Справочник строителя / Под ред. Л.В.Гриншпуна. – М.: Стройиздат, 2000. – 352с.
- 9 Воронова Л.И., Кудинов Ю.А. Определение объемов работ вертикальной планировки и средней дальности перемещения грунта с помощью ЭВМ в курсовом проекте на тему: «Земляные работы и работы по устройству монолитных фундаментов». Методические указания. – Оренбург, 2001. – 21с.
- 10 Коробков С.В. Разработка грунта в котловане. Методические указания. – Томск, 2003. – 64с.
- 11 Дубровин Е.Н., Ланцберг Ю.С. Изыскания и проектирование городских дорог. – М.: Транспорт, 1981. – 471с.

Приложение А (справочное)

Таблица А.1

Коэффициенты первоначального и остаточного разрыхления грунта

Вид грунта	Коэффициент первоначального разрыхления	Коэффициент остаточного разрыхления
Глина жирная	1,24-1,30	1,04-1,07
Растительный грунт	1,20-1,25	1,03-1,04
Лес мягкий	1,18-1,24	1,03-1,06
Песок	1,10-1,15	1,02-1,05
Суглинок легкий	1,18-1,24	1,03-1,06
Суглинок тяжелый	1,24-1,30	1,05-1,08
Супесь	1,12-1,17	1,03-1,05
Торф	1,24-1,30	1,08-1,10
Шлак	1,14-1,18	1,08-1,10

Таблица А.2

Допустимая величина недобора грунта

Рабочее оборудование экскаватора	Допустимый недобор, см, при емкости ковша экскаватора, м ³				
	0,25-0,4	0,5-0,65	0,8-1,25	1,25-2,5	3-5
Прямая лопата	5	10	10	15	20
Обратная лопата	10	15	20	-	-
Драглайн	15	20	25	30	30

Таблица А.3

Таблица значений коэффициентов откосов

Виды грунтов	Крутизна откосов при глубине выемки, м, до		
	1,5	3,	5,0
Насыпные и неуплотненные	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаные и гравийные	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:0	1:0,2	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лесс	1:0	1:0,5	1:0,5

Таблица А.4
Наименьшая ширина траншеи по дну

Способ укладки	Наименьшая ширина траншеи с вертикальными стенками по дну, м, без учета креплений, для труб		
	Стальных и пластмассовых	Раструбных чугунных, бетонных, железобетонных и асбестоцементных	Бетонных, железобетонных на муфтах и фальцах, керамических
Плетями или отдельными секциями при наружном диаметре D труб, м:			
До 0,7	D+0,3, но не менее 0,7	-	-
Более 0,7	1,5 D	-	-
Отдельными трубами при наружном диаметре D труб, м:			
До 0,5	D+0,5	D+0,6	D+0,8
От 0,5 до 1,6	D+0,8	D+1	D+1,2
От 1,6 до 3,5	D+1,4	D+1,4	D+1,4

Таблица А.5
Распределение немерзлых грунтов на группы в зависимости от трудности их разработки механизированным способом

Наименование грунта	Средняя легкость грунта, кг/м ³	Категория грунта при разработке	
		экскаватором	бульдозером
Грунт растительного слоя	1200	I	I
Лесс мягкий без примесей	1600	I	I
Песок	1600	I	II
Супесь легкая	1650	I	II
Суглинок легкий	1700	I	I
Суглинок тяжелый	1750	II	II
Глина жирная, мягкая и мягкая без примесей	1800	II	II

Таблица А.6
Расчетная глубина промерзания грунтов

Район строительства	Нормативная глубина сезонного промерзания, м
Баку	0,8
Гурьев	1,2
Ереван	0,8
Иркутск	2,4
Киев	1
Краснодар	0,8
Москва	1,4
Оренбург	1,8
Орск	1,8
Саратов	1,6
Пенза	1,6
Сургут	2,8
Тбилиси	0,8
Томск	2,2
Тула	1,4
Харьков	1,2

Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1
Справочные данные по бульдозерам

Наименование	Бульдозеры с неповоротным отвалом						
	ДЗ-104	ДЗ-35С	ДЗ-110А	ДЗ-53	ДЗ-118	ДЗ-42	ДЗ-101А
Базовая машина	Т-4А100	Т-180Г	Т-130ДП1	Т-100М	ДЭТ-250М	ДТ-75	Т-4АП1
Тяговое усилие, кН	98,8	150	121,4	100	250	67,9	98,8
Ширина отвала, м	3,28	3,64	3,22	4,12	4,31	2,56	2,86
Стоимость маш-ч, руб	257,5	380,6	303,1	260	703	205	257,5
Затраты труда на 1 час работы, чел-ч, маш-ч	1,1	1,44	1,25	1,37	2,35	1,1	1,1

Таблица Б.2
Определение емкости ковша экскаватора

Объем грунта в котловане, м ³	Емкость ковша экскаватора, м ³	Объем грунта в котловане, м ³	Емкость ковша экскаватора, м ³
До 500	0,15	6100...11000	0,8
600...1500	0,25 и 0,3	11100...13000	1,0
1600...3000	0,5	13100...15000	1,25
310...6000	0,63 и 0,65	Более 15000	1,5...2,0

Таблица Б.3
Справочные данные по экскаваторам прямая лопата

Марка экскаватора	Емкость ковша, м ³	Наибольший радиус копания, м	Максимальная высота копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Радиус копания на уровне стоянки (R _{ст}), м	Стоимость маш-ч, руб	Затраты труда на 1 час работы, чел-ч / маш-ч
ЭО-1621	0,15	4,10	1,80	2,60	2,40	200	1,65
ЭО-2621А	0,25	4,7	4,6	3,3	2,7	253	1,65
ЭО-2621В	0,25	5,0	2,85	2,5	2,7	253	1,65
ЭО-3322	0,4	5,9	6,2	4,3	3,0	300	1,65
ЭО-3323А	0,63	6,8	7,66	4,2	6,5	358	2,63
ЭО-3122	0,63	6,8	7,3	4,1	6,5	358	2,63
ЭО-652Б	0,65	7,8	7,1	4,5	4,7	358	2,63
ЭО-4321	0,8	7,45	7,9	5,67	5	358	2,7
ЭО-10011Б	1	9	6,7	5,1	5	358	2,86
ЭО-4124Б	1	7,1	7,3	5,05	2,9	358	2,86
ЭО-4321Б	1	7,5	7,9	4,7	7,3	358	2,86
ЭО-12526	1,25	9,9	7,8	5,1	6,3	576,8	2,86
ЭО-4125А	1,25	7,9	8,33	5,5	3,4	576,8	2,86
ЭО-4121А	1,5	8,6	7,4	5,0	2,8	795,5	1,63
ЭО-5124	1,6	8,9	9,6	5,1	8,5	883	1,7
ЭО-6122	2,5	10,2	10,7	5,95	9,65	1040	2,86

Таблица Б.4
Справочные данные по экскаваторам обратная лопата

Марка экскаватора	Емкость ковша, м ³	Наибольший радиус копания, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Стоимость маш-ч, руб	Затраты труда на 1 час работы, чел-ч / маш-ч
ЭО-1621	0,15	4,10	2,2	1,7	200	
ЭО-2621А	0,25	5,0	3,0	2,2	253	1,65
ЭО-2621В	0,25	5,3	4,15	3,2	253	1,65
ЭО-304Г	0,4	7,8	3,0	3,0	300	1,65
ЭО-3322	0,5	9,2	5,6	1,7	325,2	1,65
ЭО-3323А	0,63	7,9	4,8	6,05	358	2,63
ЭО-3122	0,63	8,1	5,2	5,7	358	2,63
ЭО-3221	0,63	7,9	4,9	5,05	358	2,63
ЭО-652Б	0,65	9,2	4,0	2,3	358	2,63
ЭО-4321Б	0,8	8,85	5,5	5,5	358	2,7
ЭО-10011Б	1	10,2	6,7	6,18	358	2,86
ЭО-4322	1	9,0	5,85	5,5	358	2,86
ЭО-4125А	1	9,3	6,0	5,15	358	2,86
ЭО-1252Б	1,25	9,4	6,0	5,0	576,8	2,86
ЭО-5124	1,6	10,0	6,5	5,5	883	2,86

Таблица Б.5
Справочные данные по экскаваторам драглайн

Марка экскаватора	Емкость ковша, м ³	Наибольший радиус копания, м	Максимальная глубина копания, м	Наибольшая высота выгрузки, м	Стоимость маш-ч, руб	Затраты труда на 1 час работы, чел-ч / маш-ч
ЭО-304Г	0,4	10,2	7,8	6,0	300	1,65
ЭО-3211Е	0,5	11,1	7,6	6,3	325,2	1,65
ЭО-4112А	0,65	11,1	7,3	5,5	358	2,63
ЭО-625Б	0,8	10,2	5,6	5,5	358	2,63
ЭО4112А	1,0	14,3	10,0	8,0	358	2,86
ЭО-5111Б	1,0	13,5	9,4	6,6	358	2,86
ЭО-1252Б	1,25	12,9	7,5	6,5	576,8	2,86

Таблица Б.6
Количество ковшей экскаватора, вмещающихся в кузов автосамосвала

Емкость ковша, м ³	ГАЗ-335	ЗИЛ-ММЗ 4502	МАЗ 5549	КАМАЗ-5510	КрАЗ 256Б1
0,4	6	8	12	15	20
0,5	5	6	10	12	16
0,65	4	5	7	9	12
1,0	2	3	5	6	8
1,25	-	3	4	5	6

Таблица Б.7
Справочные данные по автосамосвалам

Характеристика автосамосвала	Марка автосамосвала				
	ГАЗ-335	ЗИЛ-ММЗ 4502	МАЗ 5549	КрАЗ 256Б1	КАМАЗ-5510
Грузоподъемность, т	3,5	5,8	8,0	12,0	10,0
Вместимость кузова, м ³	2,5	3,9	5,1	6,0	7,2
Стоимость маш-ч, руб	124,51	122,65	184,01	166,06	153,06
Затраты труда на 1 час работы, чел-ч / маш-ч	1,42	1,48	1,79	1,99	2,18

Таблица Б.8
Расчетные скорости автосамосвалов при перевозке грунта

Расстояние перевозки грунта, км	Скорость движения автосамосвалов (км/ч) при грузоподъемности		
	до 2,25 т	от 3,5 до 7 т	более 10 т
Дороги усовершенствованные, щебеночные и грунтовые			
1	20	17	15
5	24	21	19
Более 10	24	21	19

Нумерация параграфов соответствует их нумерации, данной в ЕНиРе /4/.

Номы времени и расценки на механизированные работы /4/.

§Е2-1-5. Срезка растительного слоя бульдозерами

Машинист VI разряда.

Таблица Б.9

Нормы времени и расценки на 1000 м² поверхности

Марка трактора	Марка бульдозера	Группа грунта		
		I	II	
Т-100	ДЗ-8 (Д-271А)	$\frac{0,84(0,84)}{0-89}$	$\frac{1,8(1,8)}{1-91}$	1
	Д-269, ДЗ-18 (Д-493А)	$\frac{0,69(0,69)}{0-73,1}$	$\frac{1,5(1,5)}{1-59}$	2
Т-130	ДЗ-28 (Д-533), ДЗ—104	$\frac{0,66(0,66)}{0-70}$	$\frac{1,4(1,4)}{1-48}$	3
Т-180	ДЗ-24А (Д-521А) ДЗ-35С (Д-575С) ДЗ-9 (Д-275А0)	$\frac{0,6(0,6)}{0-63,6}$	$\frac{1,3(1,3)}{1-38}$	4
	ДЗ-25 (Д-522) Д-290	$\frac{0,48(0,48)}{0-50,9}$	$\frac{1,1(1,1)}{1-17}$	5
		а	б	№

§Е2-1-22. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами

Состав рабочих

Для бульдозеров на тракторах ДТ-75, Т-74

Машинист V разряда.

Для бульдозеров на тракторах Т-100, Т-4АП1, Т-130, Т-180 и ДЭТ-250

Машинист VI разряда.

Таблица Б.10

Норма времени и расценки на 100 м³ грунта

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта				
		до 10 м		добавлять на каждые 10 м		
		Группы грунта				
		I	II	I	II	
ДТ-75, Т-74	ДЗ—42	<u>0,94(0,94)</u>	<u>1,1(1,1)</u>	<u>0,87(0,87)</u>	<u>0,94(0,94)</u>	1
	ДЗ—29	0 – 85,5	1 – 00	0 – 79,2	0 – 85,5	
Т-100	ДЗ—8	<u>0,55(0,55)</u>	<u>0,68(0,68)</u>	<u>0,48(0,48)</u>	<u>0,54(0,54)</u>	2
	ДЗ—19	0 – 58,3	0 – 72,1	0 – 50,9	0 – 57,2	
Т-100	ДЗ—18	<u>0,5(0,5)</u>	<u>0,62(0,62)</u>	<u>0,43(0,43)</u>	<u>0,49(0,49)</u>	3
	ДЗ—53	0 – 53	0 – 65,7	0 – 45,6	0 – 51,9	
	ДЗ—54С					
Т-4АП1	ДЗ—101	<u>0,88(0,88)</u>	<u>1(1)</u>	<u>0,74(0,74)</u>	<u>0,84(0,84)</u>	4
	ДЗ—104	0 – 93,3	1 – 06	0 – 78,4	0 – 89	
Т-130	ДЗ—27	<u>0,35(0,35)</u>	<u>0,41(0,41)</u>	<u>0,3(0,3)</u>	<u>0,33(0,33)</u>	5
	ДЗ—110А	0 – 37,1	0 – 43,5	0 – 31,8	0 – 35	
	ДЗ—28					

Приложение В (справочное)

Контрольный пример

Разработать технологический процесс земляных работ при устройстве траншеи с одним железобетонным трубопроводом диаметром 500 мм, длиной 500 м в условиях городской застройки (г.Орск).

1 Исходные данные:

- район строительства – г.Орск – глубина сезонного промерзания грунтов равна 1,8 м согласно приложению А, таблица А.6;
- продольный (вертикальный масштаб 1:500, горизонтальный 1:5000, величина пикета 100 м по /11/) и поперечный профиль траншеи (см. приложение В, рисунок В.1);
- тип грунта – суглинок легкий I категории, плотность 1700 кг/м^3 по приложению А, таблица А.5;
- уровень грунтовых вод УГВ на отметке (-4,5 м);
- расстояние перевозки груза – 5,8 км;
- работы по устройству траншеи ведутся в стесненных условиях (подземные коммуникации, наземные предметы), в летнее время, в одну смену.

2 Назначение размеров траншеи под трубопровод

Глубина заложения труб ($h_{\text{тр}}$) должна быть на 0,5 м больше расчетной глубины промерзания грунтов, следовательно, проектируемая глубина траншеи составляет $1,5+0,5=2,3$ м.

Глубина выемки 2,3 м, следовательно, делается с заложением откосов 1:m – 1:0,5 в зависимости от вида грунта (см. приложение А, таблица А.3).

Ширина траншеи поверху определяется крутизной ее откосов ($B_{\text{тр}} + 2mh$) в зависимости от конкретной глубины (см. приложение В, рисунок В.1).

Расчетная глубина копания (h_p) с учетом подбора грунта (h_n) при разработке траншеи экскаватором обратная лопата $h_n = 10$ м (см. приложение А, таблица А.2) составляет:

$$h_p = h_{\text{тр}} - h_n = 2,3 - 0,1 = 2,2 \text{ м}$$

3 Подсчет объемов земляных работ

Площадь срезки растительного слоя грунта

$$F = [(1+2 \cdot 0,5 \cdot 2,3)+20] \cdot 500 = 11650 \text{ м}^2$$

Объем срезанного слоя

$$V_{\text{сл}} = 11650 \cdot 0,15 = 1747,5 \text{ м}^3$$

Дальность транспортирования срезанного растительного слоя

$$L = [(1+2 \cdot 0,5 \cdot 2,3)+20]/2=11,650 \text{ м}$$

Принимаем $L = 10 \text{ м}$.

Подсчет объемов грунта по разработке траншеи производим в табличной форме согласно отметкам (см.приложение В, рисунок В.1).

При расчетах берутся отметки h_p и $B_{тр.р}$

Таблица В.1
Объем грунта в траншее

№ пи-кета	$h_p(h_{тр.р})$, м	$B_{тр.р}(B_{тр.р})$, м	м	$F, \text{ м}^2$	$0,5(F_1+F_2), \text{ м}^2$	L, м	$V_{тр.р}, \text{ м}^3$
1	2	3	4	5	6	7	8
0	2,2(2,3)	1,1(1,0)	0,5	4,84	5,54	100	554
1	2,6(2,7)	1,1(1,0)	0,5	6,24	5,88	100	588
2	2,4(2,5)	1,1(1,0)	0,5	5,52	5,7	100	570
3	2,5(2,6)	1,1(1,0)	0,5	5,88	6,06	100	606
4	2,6(2,7)	1,1(1,0)	0,5	6,24	6,43	100	643
5	2,7(2,8)	1,1(1,0)	0,5	6,62			

$$\Sigma=500 \quad \Sigma=2961$$

Графа 5 считается по формуле площади трапеции, равной произведению полусуммы оснований на высоту.

Объем грунта по зачистке дна траншеи вручную

$$V_{з.тр} = 1 \cdot 500 \cdot 0,1 = 50 \text{ м}^3$$

Объем работ по устройству приемков, которые отрывают за 1-2 дня до укладки труб (т.к. диаметр больше 300 мм), размером согласно /5/ длина 0,5 м, ширина $D=0,5 \text{ м} = 1,0 \text{ м}$, глубина 0,2 м для железобетонной раструбной трубы диаметром 0,5 м, длина трубы 5 м, вручную

$$V_{п} = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 0,2 \cdot 500 / 5 = 10 \text{ м}^3$$

Площадь сечения грунтового ложе (выкружки) с углом охвата 120°

$$F_n = \frac{0,25^2}{2} \left(\frac{3,14 \cdot 120^\circ}{180^\circ} - \text{Sin}120^\circ \right) = 0,0366 \text{ м}^2$$

Объем земляных работ по устройству ложе вручную

$$V_{\text{л}} = 0,0366 \cdot 500 = 18,3 \text{ м}^3$$

Объем грунта, вытесняемый трубопроводом и вывозимый за пределы строительной площадки

$$V_m = 1,05 \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} \cdot 500 = 103 \text{ м}^3$$

Объем грунта обратной засыпки траншеи

$$V_{\text{об.з}} = \frac{2961 - 103}{1,05} = 2722 \text{ м}^3$$

Общий объем земляных работ в траншее составляет

$$V = V_{\text{мех}} + V_{\text{руч}}$$

Объем ручных земляных работ в траншее составляет

$$V_{\text{руч}} = 50 + 10 + 18,3 = 78,3 \text{ м}^3$$

Общий объем грунта составит:

$$V = 2961 + 78,3 = 3039,3 \text{ м}^3$$

Объем лишнего грунта равен $3039,3 - 2722 = 317,3 \text{ м}^3$, который вывозится за пределы строительной площадки.

4 Подбор комплекта машин для разработки грунта в траншее.

Для выполнения рабочих операций по разработке грунта в траншее из приложения Б подбирается комплект механизмов. Срезку растительного слоя грунта и его транспортирование выполняет легкий бульдозер ДЗ-42 при транспортировании грунта до 10 м (см. приложение Б, таблицы Б.1, Б.9, Б.10).

Для разработки грунта в траншее подобран ведущий одноковшовый экскаватор обратная лопата с гидравлическим приводом марки ЭО3322 с емкостью ковша $0,5 \text{ м}^3$ (см. приложение Б, таблицы Б.2, Б.4). Отвоз грунта осуществляется автосамосвалом ЗИЛ-ММЗ грузоподъемностью $Q=5,8 \text{ т}$ (см. приложение Б, таблицы Б.6, Б.7).

Обратная засыпка пазух траншеи осуществляется экскаватором-планировщиком Э-4010 и бульдозером ДЗ-42.

5 Составление ведомости объемов земляных работ

Таблица В.2

Ведомость объёмов земляных работ

Наименование строительных процессов	Единица измерения по ЕНиР	Количество единиц измерения
Срезка растительного слоя грунта I категории бульдозером ДЗ-42	1000 м ²	1,65
Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I категории бульдозером на расстояние 10 метров	100 м ³	17,47
Разработка грунта I категории в траншее экскаватором обратная лопата с емкостью ковша 0,5 м ³ навывмет	100 м ³	29,61
Разработка грунта I категории в траншее экскаватором обратная лопата с емкостью ковша 0,5 м ³ с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	3,173
Разработка грунта I категории в траншее вручную (недобор, приямки, ложе)	1 м ³	78,3
Обратная засыпка пазух траншеи грунтом I категории экскаватором-планировщиком с емкостью ковша 0,4 м ³ с перемещением грунта до 10 м	100 м ³	27,22

6 Калькуляция трудовых затрат

Калькуляция трудовых затрат составляется на основании ведомости объемов земляных работ при использовании ЕНиРа /4/.

Таблица В.3
Калькуляция трудовых затрат

Наименование строительных процессов	Обоснование, ЕНиР	Объем работ		Состав звена	Норма времени	Трудоемкость
		Ед.изм	Кол-во			
Срезка растительного слоя грунта I категории бульдозером ДЗ-42	§Е2-1-5, №2-а	1000 м ²	11,65	машинист V разряда	0,68 маш-ч	8,04
Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта I категории бульдозером на расстояние 10 метров	§Е2-1-22, т.2. №1-а	100 м ³	17,47	машинист V разряда	0,94 маш-ч	16,42
Разработка грунта I категории в траншее экскаватором обратная лопата с емкостью ковша 0,5 м ³ навывмет	§Е2-1-11, т.7. №3-ж	100 м ³	29,61	машинист VI разряда	2,2 маш-ч	65,14
Разработка грунта I категории в траншее экскаватором обратная лопата с емкостью ковша 0,5 м ³ с погрузкой в транспортное средство	§Е2-1-11, т.7. №3-а	100 м ³	3,173	машинист VI разряда	2,8 маш-ч	8,88
Выполнение ручных земляных работ в траншее (недобор, приямки, ложе)	§Е2-1-47, т.1. №1-д	1 м ³	78,3	землекоп II разряда	0,85 чел-ч	66,56
Обратная засыпка пазух траншеи грунтом I категории экскаватором-планировщиком с емкостью ковша 0,4 м ³ от отметки -2,3 до отметки -1,3	§Е2-1-14, №2-а	100 м ³	11,83	машинист VI разряда, помощник машиниста V разряда	3,2 маш-ч	37,86
и бульдозером ДЗ-42 от отметки -1,3 до отметки 0	§Е2-1-34, №1 а+г	100 м ³	15,39	машинист V разряда	1,03 маш-ч	15,85

Уплотнение грунта при обратной засыпке нижней части траншеи от отметки -2,3 до отметки -1,3 производится ручным или электрическим трамбовками одновременно с обеих сторон на расстоянии 0,1 м от стенок труб.

Уплотнение грунта при обратной засыпке верхней части траншеи от отметки -1,3 до отметки 0 производится катками или трамбовочными плитами при разравнивании грунта бульдозером.

Разграничение процесса уплотнения указано в таблице В.3.

7 Календарный план производства земляных работ

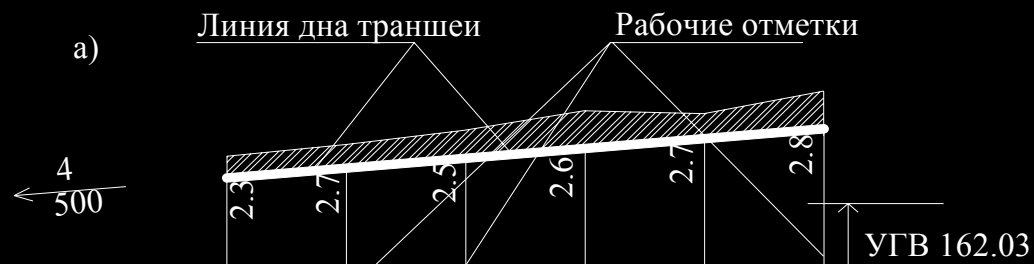
Календарный план производства земляных работ (таблица В.4) построен на разработку грунта в траншее с учетом совмещения технологических операций во времени для машин и ручного труда.

Таблица В.4 - Календарный план производства земляных работ

Наименование работ	Объем работ		Трудоёмкость работ маш-см, чел-дн	Машины и механизмы		Число смен	Нормативная продолжительность работ, Т _н	Плановая продолжительность работ, Т _п	Месяцы, рабочие дни															
	Ед.изм	Кол-во		Марка	Кол-во				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	2	3	4	5	6	7	8	9																
Срезка растительного слоя грунта I категории бульдозером	1000 м ²	11,65	1,00	ДЗ-42	1	1	1	1																
Транспортирование ранее разработанного растительного слоя грунта бульдозером на расстояние 10 метров	100 м ³	17,47	2,05	ДЗ-42	1	1	2,05	2																
Разработка грунта в траншее экскаватором обратная лопата навывмет	100 м ³	29,61	8,14	ЭО-3322	1	1	8,14	8,0																
Разработка грунта в траншее экскаватором обратная лопата с погрузкой в транспортное средство	100 м ³	3,173	1,11	ЭО-3322	1	1	1,11	1,0																

Продолжение таблицы В.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9																														
Выполнение ручных земляных работ в траншее (недобор, приямки, ложе)	1 м ³	78,3	8,32	землекоп П р	1	1	8,32	8,0																														
Монтаж ж/б труб трубопровода диаметром 0,5 м				трубоукладчик																																		
Обратная засыпка пазух траншеи экскаватором-планировщиком	100 м ³	11,83	4,73	Э-4010	1	1	4,73	5																														
Обратная засыпка пазух траншеи бульдозером	100 м ³	15,39	1,98	ДЗ-42	1	1	1,98	2																														
Послойное уплотнение грунта обратной засыпки				трамбовка, каток																																		



Красные отметки дна траншеи	164.23	164.63	165.03	165.43	165.83	166.23
Чёрные отметки поверхности земли	166.53	167.33	167.53	168.03	168.53	169.03
Расстояния	100	100	100	100	100	
Пикеты	0	1	2	3	4	5

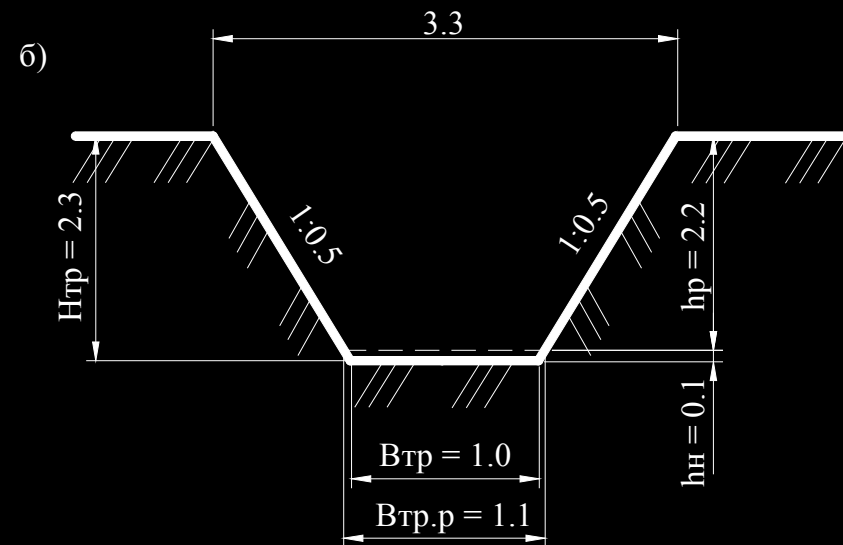


Рисунок В.1 – Разработка траншеи: а) продольный профиль; б) поперечный разрез на ГК 0+00

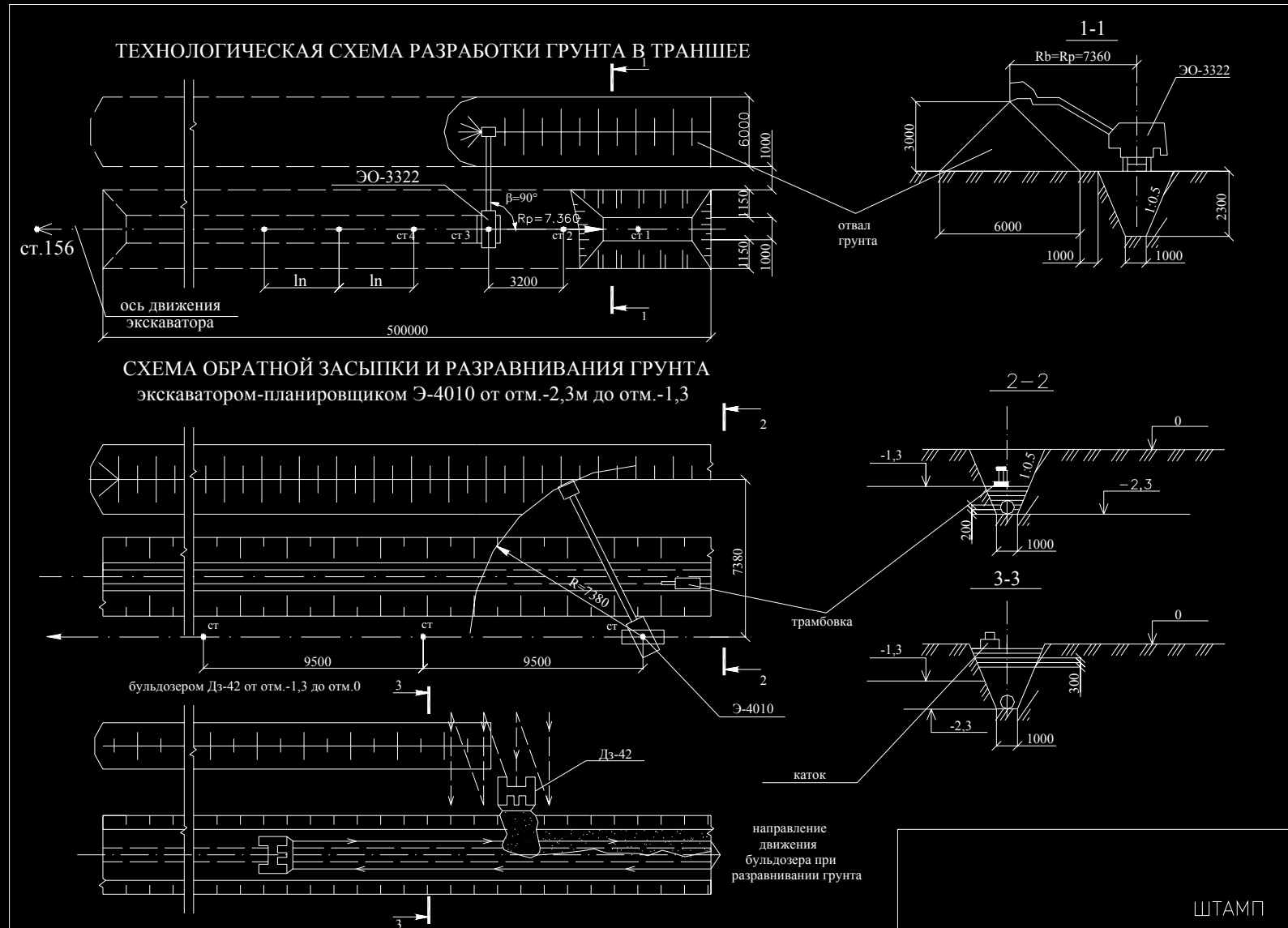


Рисунок В.2 – Технологическая схема разработки грунта в траншее