

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ

Учебно-методическое пособие
к проведению практических занятий и выполнению
курсового и раздела дипломного проектов по дисциплине
«Технология строительного производства»
для студентов специальности 1-70 02 01
"Промышленное и гражданское строительство"
дневной и заочной форм обучения

Брест 2014

УДК 624.1 (07)
ББК 38.623

Рецензенты:

Профессор кафедры ТБиСМ УО БрГТУ Плосконосов В.Н.

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

П 92 В.Н. Пчелин, В.И. Юськович, В.П. Чернюк, В.П. Щербач, Т.Н. Тюшкевич,
Г.И. Юськович, П.П. Ивасюк

Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов: учебно-методическое пособие. – Брест: Издательство УО БрГТУ, 2014. – 123 с.

ISBN 978-985-493-316-0

В пособии представлены методические материалы для разработки технологической карты на производство земляных работ, устройство ленточных фундаментов и монтаж конструкций перекрытия подвала жилых и общественных зданий, необходимые для проведения практических занятий и выполнения курсового и раздела дипломного проектов по дисциплине «Технология строительного производства». В основу пособия положены действующие в Республике Беларусь нормативные и технические документы.

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

79 рис., 20 табл., 38 библ.

УДК 624.1 (07)
ББК 38.623

ISBN 978-985-493-316-0

© Коллектив авторов, 2014
© Издательство БрГТУ, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
1. Цель и задачи проектирования	5
2. Исходные данные и состав проектирования	6
3. Разработка конструктивно-планировочной схемы фундаментов здания	7
4. Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов	7
4.1. Область применения технологической карты	7
4.2. Нормативные ссылки	7
4.3. Характеристики основных применяемых материалов и изделий	8
4.4. Организация и технология производства работ	8
4.4.1. Определение номенклатуры и объемов работ	8
4.4.2. Определение объемов работ	10
4.4.2.1. Определение объемов земляных работ при разработке котлованов и траншей	10
4.4.2.2. Определение объемов работ при устройстве монолитных железобетонных столбчатых фундаментов	34
4.4.2.3. Определение объемов монтажных работ при устройстве сборных ленточных фундаментов	40
4.4.2.4. Определение объемов гидроизоляционных работ	42
4.4.3. Предварительный выбор методов производства работ	43
4.4.3.1. Предварительный выбор методов производства земляных работ	43
4.4.3.2. Предварительный выбор методов производства монтажных работ	53
4.4.3.3. Предварительный выбор методов производства железобетонных работ	53
4.4.4. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам	59
4.4.4.1. Выбор ведущих машин по рабочим параметрам для производства земляных работ	59
4.4.4.2. Выбор монтажных кранов по рабочим параметрам	60
4.4.4.3. Выбор ведущих машин и вспомогательного оборудования для производства железобетонных работ	66
4.4.5. Определение производительности ведущих машин при разработке котлованов и траншей	68
4.4.5.1. Определение производительности скреперов и бульдозеров	68
4.4.5.2. Определение производительности одноковшовых экскаваторов	68
4.4.6. Выбор вспомогательных машин для выполнения земляных работ	70
4.4.6.1. Определение размеров кавальеров	70
4.4.6.2. Определение расстояния перемещения грунта кавальеров при их формировании бульдозером	71
4.4.6.3. Определение расстояния перемещения бульдозером грунта отсыпанных экскаватором на бровку кавальеров	73
4.4.6.4. Определение расстояния перемещения грунта при обратной засыпке пазух	75
4.4.6.5. Выбор машин для засыпки грунта подсыпки под полы	77
4.4.6.6. Выбор машин и механизмов для уплотнения грунта пазух и подсыпки под полы	78
4.4.7. Подбор и расчет транспортных средств	79
4.4.7.1. Подбор транспортных средств для транспортирования грунта	79
4.4.7.2. Подбор транспортных средств для транспортирования бетонной смеси	82
4.4.8. Разработка мероприятий по производству железобетонных работ в зимнее время	86

4.4.9. Разработка складирования сборных конструкций	87
4.4.10. Расчет экскаваторных забоев и проходок	89
4.4.10.1. Расчет забоев для экскаваторов "прямая лопата"	89
4.4.10.2. Расчет проходок для экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн"	92
4.4.11. Определение коэффициента оборачиваемости опалубки	99
4.4.12. Технология и организация производства работ	101
4.4.13. Составление операционной карты	104
4.5. Калькуляция и нормирование затрат труда	106
4.5.1. Составление калькуляции затрат труда	106
4.5.2. Разбивка фронта работ на захватки	108
4.5.3. Построение календарного графика производства работ	108
4.5.4. Определение технико-экономических показателей технологической карты	115
4.6. Потребность в материально-технических ресурсах	116
4.7. Контроль качества и приемка работ	117
4.8. Охрана труда и окружающей среды	117
Список литературы	121

ВВЕДЕНИЕ

Капитальное строительство является важнейшей составляющей развития основных фондов во всех отраслях производства. В настоящее время нет такой сферы деятельности человека, где бы не требовалось участие строителей. Продукция строителей востребована везде, где живут и трудятся люди.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Настоящее учебно-методическое пособие содержит рекомендации по разработке технологических карт на производство земляных работ, устройств ленточных фундаментов и монтаж конструкций перекрытия подвала жилых и общественных зданий с учетом нормативных документов, комплексной механизации процессов и поточной организации труда и позволяет повысить качество образования будущих специалистов строительного профиля.

1. Цель и задачи проектирования

Целью проектирования является закрепление, углубление и обобщение знаний, полученных студентами в лекционном курсе и на практических занятиях, и применение этих знаний для разработки технологической карты на производство земляных работ, устройство ленточных фундаментов и монтаж конструкций перекрытия подвала жилых и общественных зданий с подвалом.

В процессе проектирования студенты должны решить следующие задачи:

- изучить типовые технологические карты;
- определить номенклатуру и объемы работ;
- выбрать основные машины и механизмы, используемые при выполнении земляных, железобетонных и монтажных работ с необходимым мотивированием и обоснованием;
- разработать мероприятия по производству работ в особых условиях (при высоком уровне грунтовых вод или производстве работ в зимнее время);
- разработать технологическую карту на комплекс работ по производству земляных работ и устройству фундаментов.

2. Исходные данные и состав проектирования

Исходные данные для проектирования выдаются индивидуально руководителем проекта. Проект состоит из графического материала и расчетно-пояснительной записки, оформляемых в соответствии с [1].

Расчетно-пояснительная записка включает следующие разделы: Оглавление. Реферат. Область применения. Нормативные ссылки. Введение. 1. Характеристика основных применяемых материалов и изделий. 2. Организация и технология производства работ: разработка конструктивно-планировочной схемы подземной части здания; определение номенклатуры и объемов работ при разработке котлованов, устройстве монолитных и монтаже сборных железобетонных ленточных фундаментов и монтаже конструкций перекрытия подвала; предварительный выбор методов производства работ; подбор и расчет системы глубинного водопонижения; разработка мероприятий по производству земляных (предохранение от замерзания или рыхлаение мерзлого грунта) и железобетонных работ (расчет метода термоса или термоса с предварительным электроразогревом, применением ускорителей твердения или противоморозных добавок) в зимнее время; подбор ведущих машин и механизмов по рабочим (техническим) параметрам; расчет производительности ведущих машин при производстве земляных работ; подбор и расчет требуемого количества транспортных средств; подбор вспомогательных машин по рабочим параметрам; определение размеров кавальеров; расчет экскаваторных забоев и проходок; описание технологии выполнения основных строительных процессов (с приведением операционной карты на выполнение указанного процесса). 3. Потребность в материально-технических ресурсах (материалах, конструкциях, машинах, механизмах, оборудовании, технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях). 4. Калькуляция и нормирование затрат труда: составление калькуляции затрат труда; разбивка подземной части на захватки; разработка календарного графика выполнения работ; определение коэффициента оборачиваемости опалубки и требуемого ее количества; определение ТЭП. 5. Разработка мероприятий по контролю качества и приемке работ. 6. Разработка мероприятий по охране труда и окружающей среды. Заключение. Список использованной литературы.

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

В графической части должны быть приведены (с соблюдением масштабов): технологическая схема разработки котлована; схемы (в плане и разрезе) экскаваторных забоев или проходов, обратной засыпки пазух и подсыпки под полы, уплотнения грунта пазух и подсыпки под полы; схемы устройства монолитных железобетонных ленточных фундаментов или монтажа конструкций ленточных сборных фундаментов с указанием мест складирования конструкций, элементов опалубки и арматуры, стоянок крана и т.д. (в плане и разрезе); схемы устройства перекрытия над подвалом; календарный график производства работ; схема опалубки монолитных железобетонных фундаментов; схемы строповки; грузовой характеристики монтажных кранов; требования к качеству и приемке работ; указания по производству работ и безопасным методам их выполнения; ТЭП.

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

3. Разработка конструктивно-планировочной схемы фундаментов здания и перекрытия над подвалом

Осуществляется согласно выданному руководителем *Заданию*.

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

- схема (в плане) ленточных фундаментов здания с указанием основных размеров и маркировки элементов;
- характерные поперечные разрезы монолитных или сборных железобетонных ленточных фундаментов с указанием гидроизоляции;
- схема (в плане) раскладки плит перекрытия над подвалом.

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

4.1. Область применения

Раздел "Область применения" должен содержать [5]: наименование технологического процесса, конструктивного элемента или части здания, сооружения; условия и особенности производства работ, в этом числе температурные, влажностные и другие, состав работ, режим труда, рекомендации по применению технологической карты.

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

Условия и особенности производства работ должны отражать ограничения температурно-влажностного режима, район строительства, применяемые строительные материалы и изделия, машины и оборудование, технологию работ, стесненность строительной площадки и т.п.

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

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

4.2. Нормативные ссылки

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

Перечень нормативных документов (ТКП, СТБ, ЕНиР, НЗТ и др.), которые могут быть использованы при разработке технологической карты, приведен в списке литературы настоящего учебно-методического пособия.

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

4.3. Характеристики основных применяемых материалов и изделий

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

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

Рекомендуемое оформление раздела.

Характеристики применяемых материалов и изделий.

1. Фундаментные железобетонные плиты и стеновые блоки – СТБ 1076-97.
2. Железобетонные многопустотные плиты перекрытия – серия Б 1.041.1-1.2000, вып.2; СТБ 1383-2003.
3. Опалубка – СТБ 1110-98.
4. Арматурные сетки – ГОСТ 23279-85.
5. Бетон строительный класса С10/12,5, С6/8 – СТБ 1544-2005.
6. Растворы строительные М100 - СТБ 1307-2002.
7. Сварочные электроды АНО-6 – СТБ П1371-2002.

В технологической карте должна быть сделана следующая запись:

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

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

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

- транспортирование грунта (изложено в разделе 4.4.7.1);
- транспортирование бетонной смеси и ее складирование на приобъектном складе (изложено в разделе 4.4.7.2).

Вопросы складирования строительных конструкций отражены в разделе 4.4.8.

4.4. Организация и технология производства работ

4.4.1. Определение номенклатуры и объемов работ

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

устройство водопонижения (при высоком уровне грунтовых вод);

разработка грунта в котловане и/или траншеях;
транспортирование грунта в отвал и/или в кавальеры;
погрузка грунта для обратной засыпки пазух котлована и/или траншей и подсыпки под полы в карьере (при вывозе всего разрабатываемого в котловане и/или траншеях суглинистого и глинистого грунтов);

транспортирование грунта обратной засыпки пазух котлована и/или траншей и подсыпки под полы из карьера на стройплощадку;

перемещение грунта кавальеров;

разработка недобора с перекидыванием грунта и зачистка дна котлована и/или траншей;

обратная засыпка грунта пазух котлована и/или траншей и подсыпки под полы;

перекидывание грунта подсыпки под полы (в случае необходимости);

разравнивание грунта обратной засыпки пазух и подсыпки под полы;

уплотнение грунта пазух и подсыпки под полы;

процессы, связанные с производством земляных работ в зимнее время:

предохранение грунта от промерзания (чаще, предварительное утепление грунта);

рыхление мерзлого грунта;

оттаивание мерзлого грунта;

утепление грунта основания и кавальеров;

снятие утеплителя с грунта основания и кавальеров и с предварительно утепленного грунта.

2. Устройство монолитных фундаментов:

устройство бетонной подготовки под монолитные фундаменты;

установка опалубки;

установка арматурных изделий;

прием, подача и укладка бетонной смеси;

разборка опалубки;

поливка бетона водой;

процессы, связанные с производством железобетонных работ в зимнее время:

утепление фундаментов;

снятие утеплителя с поверхности фундаментов.

3. Устройство сборных ленточных фундаментов:

устройство песчаной подготовки под сборные фундаменты (при глинистых и суглинистых грунтах основания);

установка фундаментных плит и стеновых блоков;

устройство монолитных участков;

установка опалубки;

прием, подача и укладка бетонной смеси;

разборка опалубки;

4. Монтаж перекрытия над подвалом:

укладка плит перекрытия над подвалом;

заливка швов плит перекрытия;

электросварка стыков при установке связей по плитам перекрытия;

антикоррозионное покрытие сварных стыков.

5. Устройство окрасочной и оклеечной гидроизоляции ленточных фундаментов.

4.4.2. Определение объемов работ.

4.4.2.1. Определение объемов земляных работ при разработке котлованов и траншей

В грунтах, расположенных выше уровня грунтовых вод, и при отсутствии вблизи подземных сооружений, разработку котлованов и траншей можно производить с вертикальными стенками в случае, если их глубина не превышает (см. [7] п.5.15):

в песчаных и крупнообломочных грунтах – 1 м;

в супесях – 1,25 м;

в суглинках и глинах – 1,5 м.

В остальных случаях котлованы и траншеи следует разрабатывать с откосами (рис. 4.4.1, 4.4.3... 4.4.7) или с вертикальными стенками (рис. 4.4.2), но с установкой креплений, двойная толщина которых $b_{кр}$ приведена в табл. П 1.1.

Коэффициент заложения откоса m для котлованов и траншей представлен в табл. П 1.2 или в [7].

Определение размеров котлованов осуществляется с учетом привязки осей фундаментов "е", а также их размеров.

При наличии подготовки под фундамент глубина котлованов и траншей составляет:

$$h_{к(тр)} = h_n + h_{под} - h_{нед}, \text{ м}, \quad (4.4.1)$$

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

$h_{под}$ – толщина недобора грунта, м;

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

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

$$h_{к(тр)} = h_n - h_{нед}, \text{ м}. \quad (4.4.2)$$

Для экскаваторов с механическим приводом, оснащенных ковшами с зубьями, $h_{нед}$ принимается равной ([8], табл. 6.3):

для экскаваторов "драглайн" – $h_{нед} = 25$ см;

для экскаваторов "прямая лопата" – $h_{нед} = 10$ см;

для экскаваторов "обратная лопата" – $h_{нед} = 15$ см.

Для экскаваторов с гидравлическим приводом, оснащенных ковшами с зубьями, $h_{нед} = 10$ см (см. [8], табл. 6.3). В случае использования гидравлического экскаваторов с планировочным ковшом (см. [5], табл. 6.3) $h_{нед} = 5$ см.

При разработке выемок бульдозерами, скреперами $h_{нед} = 10$ см (см. [8], табл. 6.3).

Под монолитные железобетонные ленточные фундаменты в любых грунтах устраивается бетонная подготовка из бетона класса С6/8 (см. [9], п.6.4.4.2). Под сборные ленточные фундаменты устраивается песчаная подготовка в глинистых и суглинистых грунтах (см. [9], п.6.4.4.2). Толщина подготовки принимается равной 100 мм. Размеры подготовки в плане должны превышать размеры фундамента не менее чем на 100 мм (см. [9], п.6.4.4.2).

А. Определение объемов земляных работ при разработке прямоугольных котлованов с одинаковой глубиной

* Таблицы с буквой "П" приведены в электронном приложении к методическим указаниям (диск «У», папка «Технология строительного производства», папка «Методические указания», файл «Приложение-земля-жд»).

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

$$V_K = \frac{h_K}{6} [a \cdot b + c \cdot d + (a+c) \cdot (b+d)], \text{ м}^3, \quad (4.4.3)$$

где h_K – глубина котлована, м;

a и b – длина и ширина котлована по дну (по низу), соответственно, м;

c и d – длина и ширина котлована по верху, соответственно, м.

$$a = a' + b_\phi + 2 \cdot (e + b_{OP} + f), \text{ м}, \quad (4.4.4, \text{ а})$$

$$b = b' + b_\phi + 2 \cdot (e + b_{OP} + f), \text{ м}, \quad (4.4.4, \text{ б})$$

где a' , b' – длина и ширина здания по крайним осям, соответственно, м;

b_ϕ – ширина подошвы фундамента;

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

e – привязка геометрических осей фундамента к крайним осям здания, м;

b_{OP} – толщина опалубки, м.

В случае сборных фундамента $b_{OP} = 0$.

При ленточных фундаментах:

$$\text{– ступенчатого сечения (рис.4.4.1)} \quad b_\phi = b_{пл}, \text{ м}, \quad (4.4.5, \text{ а})$$

$$\text{– прямоугольного сечения (рис.4.4.4)} \quad b_\phi = b_c, \text{ м}, \quad (4.4.5, \text{ б})$$

где $b_{пл}$ – ширина фундаментной плиты сборных фундамента или нижней ступени монолитных фундамента, м;

b_c – ширина фундамента прямоугольного сечения, м.

Привязка геометрических осей фундамента к крайним осям здания e принимается из условия опирания плит перекрытия на ленточные фундамента не менее чем на 100 мм. Опирание продольных кромок плит перекрытия на ленточные фундамента не допускается.

При необходимости передвижения людей в пазухах расстояние между поверхностью откоса и боковой поверхностью возводимого сооружения должно быть в свету не менее 0,6 м (см. [7], п.5.9), т.е. $f \geq 0,6$. В остальных случаях $f \geq 0,2$ (см. [8], п.6.25),

$$c = a + 2 \cdot m \cdot h_K, \text{ м}, \quad (4.4.6, \text{ а})$$

$$d = b + 2 \cdot m \cdot h_K, \text{ м}, \quad (4.4.6, \text{ б})$$

где m – коэффициент откоса (см. [7], табл. 5.1 или табл. П 1.1 при глубине выемки до 5 м).

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

$$V_K = a \cdot b \cdot h_K, \text{ м}^3. \quad (4.4.7)$$

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

$$a = a' + b_\phi + b_{KP} + 2 \cdot (e + b_{OP} + f), \text{ м}, \quad (4.4.8, \text{ а})$$

$$b = b' + b_\phi + b_{KP} + 2 \cdot (e + b_{OP} + f), \text{ м}, \quad (4.4.8, \text{ б})$$

где b_{KP} – двойная толщина креплений, м (см. табл. П 1.2).

Объем в плотном теле грунта обратной засыпки пазух фундамента $V_{обр}$ при наличии подготовки, толщина которой $h_{пл} = h_{нед}$ находится по выражению:

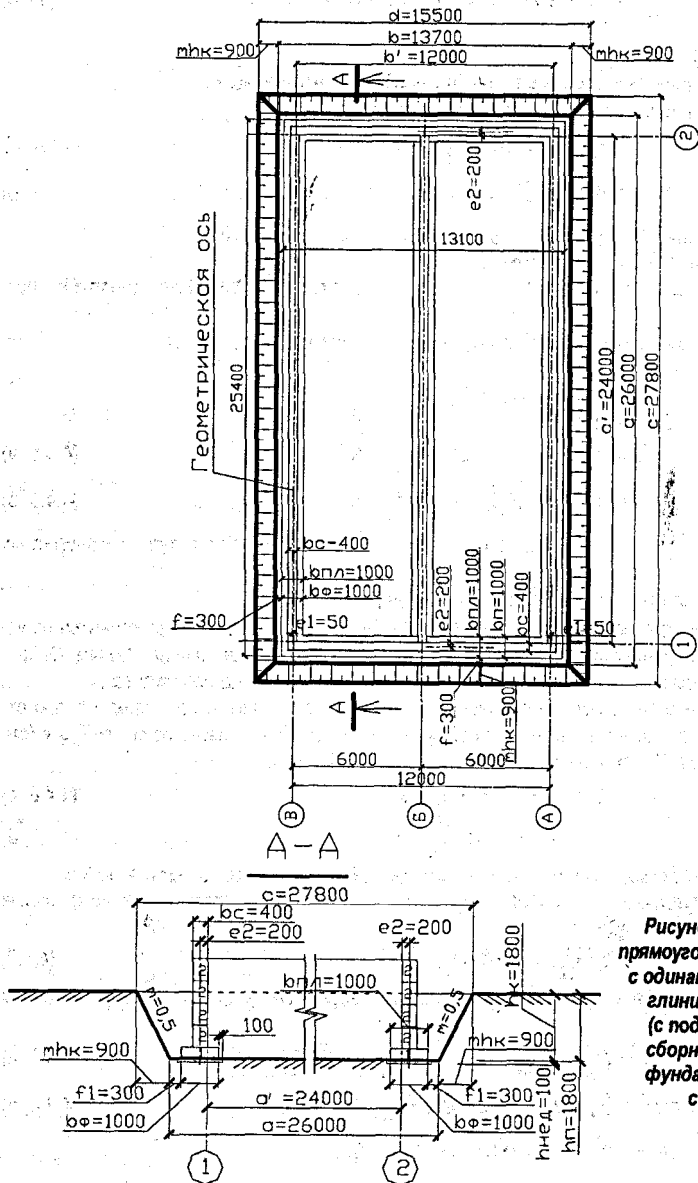


Рисунок 4.4.1 – Схема прямоугольного котлована с одинаковой глубиной в глинистых грунтах (с подготовкой) под сборные ленточные фундаменты здания с подвалом

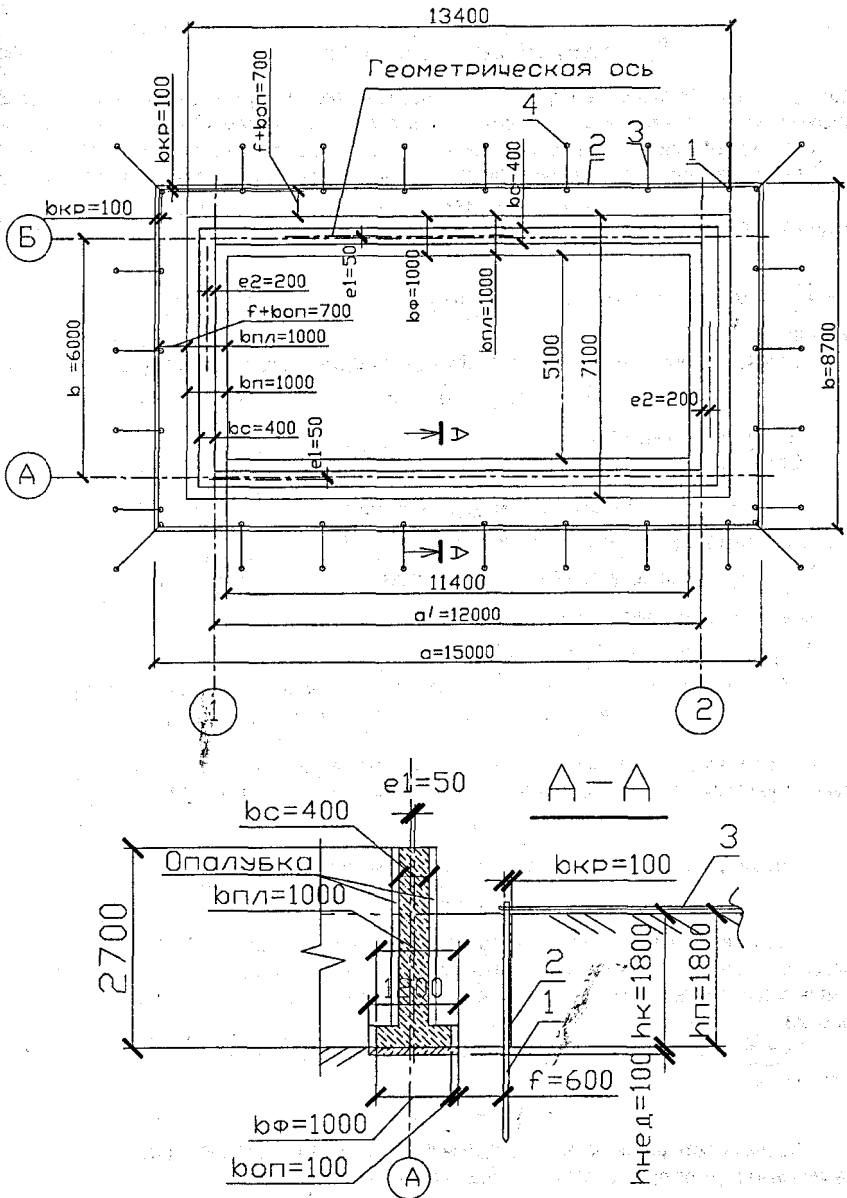


Рисунок 4.4.2 - Схема прямоугольного котлована с вертикальными стенками одинаковой глубины в глинистых и суглинистых грунтах (с подготовкой) под монолитные ленточные фундаменты здания с подвалом

$$V_{обр} = (V_K - V_\phi) / (1 + K_{ор}), \text{ м}^3, \quad (4.4.9)$$

где V_ϕ – объем фундамента в пределах котлована по периметру ленточных фундаментов (от уровня земли до дна котлована, т. е. без учета выступающей над землей части), м^3 ;

$K_{ор}$ – коэффициент остаточного разрыхления грунта в долях (см. табл. П1.3, [14], прил. 2).

Объем в плотном теле грунта обратной засыпки пазух фундамента без подготовки находится по выражению:

$$V_{обр} = \frac{V_K + V_{нед}^1 - V_\phi}{1 + K_{ор}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.10)$$

где $V_{нед}^1$ – объем части недобора грунта, выступающей за пределы наружного контура фундаментов.

Объем недобора (рис.4.4.1) под столбчатый фундамент определяется по формуле:

$$V_{нед} = F_{нед} \cdot h_{нед}, \text{ м}^3, \quad (4.4.11)$$

где $F_{нед}$ – площадь недобора, м^2 .

Объем грунта подсыпки в плотном теле под полы подвала определяется по выражению:

$$V_{подс} = (V_{нед}^2 + \sum F_{подс i} \cdot h_{подс i}) / (1 + K_{ор}), \text{ м}^3, \quad (4.4.12)$$

где $F_{подс i}$ – площадь i -го слоя подсыпки, м^2 ;

$V_{нед}^2$ – объем части недобора грунта, выступающей за пределы внутреннего контура фундаментов (учитывается в случае отсутствия подготовки под фундамент), м^3 ;

$h_{подс i}$ – толщина i -го слоя подсыпки, м .

Объем избыточного (отвозимого) песчаного и супесчаного грунта определяем по формуле:

$$V_{отв} = V_K + V_{нед} - V_{обр} - V_{подс}, \text{ м}^3. \quad (4.4.13)$$

Как правило, при глинистом и суглинистом грунте весь разрабатываемый механизированно грунт вывозится в отвал, при этом объем отвозимого грунта равен:

$$V_{отв} = V_K, \text{ м}^3. \quad (4.4.14)$$

Объем привозимого грунта (при глинистом и суглинистом грунте котлована) составляет:

$$V_{прив} = V_{обр} + V_{подс} - V_{нед}, \text{ м}^3. \quad (4.4.15)$$

В случае песчаных и супесчаных грунтов основания необходимость в привозке грунта, как правило, отсутствует. Исключение составляет случай, когда возведение подземной части здания производится в стесненных условиях и не представляется возможным разместить кавальеры вокруг котлована.

При толщине подготовки под фундаменты $h_{подг} = h_{нед}$ объем подготовки принимается равным:

$$V_{подг} = V_{нед}. \quad (4.4.16)$$

Правильность расчетов при определении объемов земляных работ в случае песчаных и супесчаных грунтов проверяется соблюдением равенства:

$$V_K + V_{нед} = V_{отв} + V_{обр} + V_{подс}. \quad (4.4.17)$$

Находим размеры котлована по верху по формулам (4.4.6, а и 4.4.6,б):

$$c = a + 2 \cdot m \cdot h_K = 26 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,8 = 27,8 \text{ м},$$

$$d = b + 2 \cdot m \cdot h_K = 13,7 + 2 \cdot 0,5 \cdot 1,8 = 15,5 \text{ м}.$$

Определяем объем котлована по формуле (4.4.3):

$$V_K = \frac{1,8}{6} [26 \cdot 13,7 + 27,8 \cdot 15,5 + (26 + 27,8) \cdot (13,7 + 15,5)] = 707,4 \text{ м}^3.$$

Предполагая разработку котлована гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, принимаем толщину недобора $h_{нед} = 0,1$ м.

Находим объем недобора по выражению (4.4.11), равный объему песчаной подготовки, для чего предварительно изображаем на плане дна котлована контуры площади недобора (рис. 4.4.3), которые отстоят от контура фундаментов на расстоянии 0,1 м (так как имеется подготовка).

$$F_{нед} = 25,6 \cdot 13,3 - 4,85 \cdot 23,2 \cdot 2 = 115,4 \text{ м}^2$$

$$V_{нед} = F_{нед} \cdot h_{нед} = 115,4 \cdot 0,1 = 11,5 \text{ м}^3$$

Находим объем подсыпки под полы по выражению (4.4.12), с учетом того, что $V_{нед}^2 = 0$, так как имеется подготовка под фундаменты:

$$V_{подс} = \frac{\sum F_{подси} \cdot h_{подси}}{1 + K_{оп}} = \frac{23,4 \cdot 5,05 \cdot 2 \cdot 0,3 + 24 \cdot 5,65 \cdot 0,1 \cdot 2}{1 + 0,04} = 94,3 \text{ м}^3.$$

$K_{оп} = 0,04 \rightarrow$ см. табл. П 1.3.

Определяем объем фундаментов в пределах котлована, который равен:

$$V_{ф} = 25,4 \cdot 13,1 \cdot 0,3 + 24,8 \cdot 12,5 \cdot 1,5 = 564,8 \text{ м}^3.$$

При этом объем обратной засыпки пазух, определяемый по формуле (4.4.10), составляет:

$$V_{обр} = \frac{V_K + V_{нед}^1 - V_{ф}}{1 + K_{оп}} = \frac{707,4 - 564,8}{1 + 0,04} = 137,1 \text{ м}^3.$$

$V_{нед}^1 = 0$, так как имеется подготовка под фундаменты.

Определяем объем отвозимого глинистого грунта по формуле (4.1.14):

$$V_{отв} = V_K = 707,4 \text{ м}^3.$$

Объем привозимого грунта, определяемый по формуле (4.4.15), составляет:

$$V_{прив} = V_{обр} + V_{подс} - V_{нед} = 137,1 + 94,3 - 11,5 = 219,9 \text{ м}^3.$$

При этом объем недобора, отсыпаемый на откосы или бровку котлована, используется для обратной засыпки пазух котлована.

Б. Определение объемов земляных работ при разработке круглых котлованов с одинаковой глубиной

Объем круглого котлована с откосами (рис. 4.4.4) определяется по формуле:

$$V_K = \frac{\pi \cdot h_K}{3} (R^2 + Z^2 + R \cdot Z), \text{ м}^3, \quad (4.4.20)$$

При этом b_{ϕ} определяется по выражениям (4.4.5,а или 4.4.5,б).

$$Z = R + m \cdot h_k, \text{ м.} \quad (4.4.22)$$

Если круглый котлован разрабатывается с вертикальными стенками его объем находится как объем цилиндра с основанием по контуру дна по формуле:

$$V_k = F_{\text{дн}} \cdot h_k, \text{ м}^3, \quad (4.4.23)$$

где $F_{\text{дн}}$ – площадь котлована по дну, м^2 .

$$F_{\text{дн}} = \pi \cdot R^2, \text{ м}^2. \quad (4.4.24)$$

При этом R находится по формуле:

$$R = r + e + b_{\phi} / 2 + b_{\text{оп}} + f + b_{\text{кр}} / 2, \text{ м.} \quad (4.4.25)$$

$V_{\text{обр}}, V_{\text{нед}}, V_{\text{подс}}, V_{\text{отв}}, V_{\text{прив}}, V_{\text{подг}}$ определяются аналогично прямоугольному котловану по формулам (4.4.10 ... 4.4.16).

Пример 2. Определение объемов земляных работ при разработке изображенного на рис.4.4.4 круглого котлована.

Исходные данные:

- грунт – песок,
- глубина залегания подошвы фундаментов - $h_n = 1,8 \text{ м}$;
- ленточные фундаменты – монолитные;
- толщина стен ленточного фундамента - $b_c = 0,5 \text{ м}$;
- привязка стен, на которые опираются плиты перекрытия - $e = 0$;
- радиус фундаментов по крайним осям - $r = 8 \text{ м}$;
- толщина подсыпки под полы относительно подошвы фундаментов - $h_{\text{подс}} = 0,4 \text{ м}$;
- контуры площади недобора отстоят от края фундаментов на $0,2 \text{ м}$.

Принимаем расстояние от подошвы откоса до фундамента $f = 0,3 \text{ м}$ (более $0,2 \text{ м}$), так как необходимости в расположении рабочих между фундаментом и откосами нет.

Находим радиус котлована по дну по формуле (4.4.21), приняв $b_{\phi} = b_c = 0,4 \text{ м}$:

$$R = r + e + b_{\phi} / 2 + b_{\text{оп}} + f = 8 + 0,5 / 2 + 0,1 + 0,3 = 8,65 \text{ м.}$$

Под монолитные фундаменты устраивается бетонная подготовка, поэтому

$$h_k = h_n = 1,8 \text{ м.}$$

По табл. П 1.1 принимаем коэффициент откоса для песка $m = 1$.

Находим радиус котлована по верху по формуле (4.4.22):

$$Z = R + m \cdot h_k = 8,65 + 1 \cdot 1,8 = 10,45 \text{ м.}$$

Определяем объем котлована по формуле (4.4.20):

$$V_k = \frac{\pi \cdot h_k}{3} (R^2 + Z^2 + R \cdot Z) = 3,14 \cdot 1,8 (8,65^2 + 10,45^2 + 8,65 \cdot 10,45) / 3 = 517 \text{ м}^3.$$

Предполагая разработку котлована гидравлическими одноковшовыми экскаваторами принимаем толщину недобора $h_{\text{нед}} = 0,1 \text{ м}$.

Находим объем недобора по выражению (4.4.11), равный объему бетонной подготовки, для чего предварительно изображаем на плане дна котлована контуры площади недобора, которые отстоят от контура фундаментов на расстоянии $0,1 \text{ м}$ (так как имеется подготовка).

$$F_{нед} = \pi \left[(r + b_{\phi}/2 + 0,1)^2 - (R - b_{\phi}/2 - 0,1)^2 \right] = 3,14 \left[(8 + 0,25 + 0,1)^2 - (8 - 0,25 - 0,1)^2 \right] = 35,2 \text{ м}^2$$

$$V_{нед} = F_{нед} \cdot h_{нед} = 35,2 \cdot 0,1 = 3,5 \text{ м}^3$$

Находим объем подсыпки под полы по выражению (4.4.12), с учетом того, что $V_{нед}^2 = 0$, так как имеется подготовка под фундаменты:

$$V_{подс} = \frac{\sum F_{подси} \cdot h_{подси}}{1 + K_{ор}} = \frac{\pi (r - b_{\phi}/2)^2 \cdot h_{подс}}{1 + 0,04} = \frac{3,14 (8 - 0,25)^2 \cdot 0,3}{1,04} = 54,9 \text{ м}^3.$$

$K_{ор} = 0,03 \rightarrow$ см. табл. П 1.3.

Определяем объем фундаментов в пределах котлована, который равен:

$$V_{\phi} = \pi (r + b_{\phi}/2)^2 \cdot h_{\kappa} = 3,14 (8 + 0,25)^2 \cdot 1,8 = 384,7 \text{ м}^3.$$

При этом объем обратной засыпки пазух, определяемый по формуле (4.4.10), составляет:

$$V_{обр} = \frac{V_{\kappa} + V_{нед}^1 - V_{\phi}}{1 + K_{ОР}} = \frac{517 - 384,7}{1 + 0,03} = 132,3 \text{ м}^3.$$

$V_{нед}^1 = 0$, так как имеется подготовка под фундаменты.

Определяем объем отвозимого песчаного грунта по формуле (4.1.13):

$$V_{отв} = V_{\kappa} + V_{нед} - V_{обр} - V_{подс} = 517 + 3,5 - 54,9 - 132,3 = 333,3 \text{ м}^3.$$

Объем привозимого грунта, определяемый по формуле (4.4.15), составляет:

$$V_{прив} = V_{обр} + V_{подс} - V_{нед} = 137,1 + 94,3 - 11,5 = 219,9 \text{ м}^3.$$

При этом объем недобора, отсыпаемый на дно котлована, используется для засыпки подсыпки под полы.

Выполняем проверку правильности расчетов в случае песчаных грунтов соблюдением равенства (4.4.17): $517 + 3,5 = 333,3 + 132,3 + 54,9$; $520,5 = 520,5$.

Расчеты выполнены правильно.

В. Определение объемов земляных работ при разработке котлованов сложной формы в плане с одинаковой глубиной

В случае сложной конфигурации в плане котлован расчленяем на простые фигуры, при этом общий объем котлована находим как сумму объемов простых фигур (см. рис.4.4.5):

$$V_{\kappa} = V_1 + n_2 \cdot V_2 + n_3 \cdot V_3 + V_4, \text{ м}^3. \quad (4.4.26)$$

где V_1 – объем призмы с основанием по контуру подошвы откоса, м^3 ;

V_2 – объем углового откоса при наружном угле, м^3 ;

n_2 – количество наружных углов, шт.;

V_3 – объем углового откоса при внутреннем угле, м^3 ;

n_3 – количество внутренних углов, шт.;

V_4 – объем боковых откосов, м^3 .

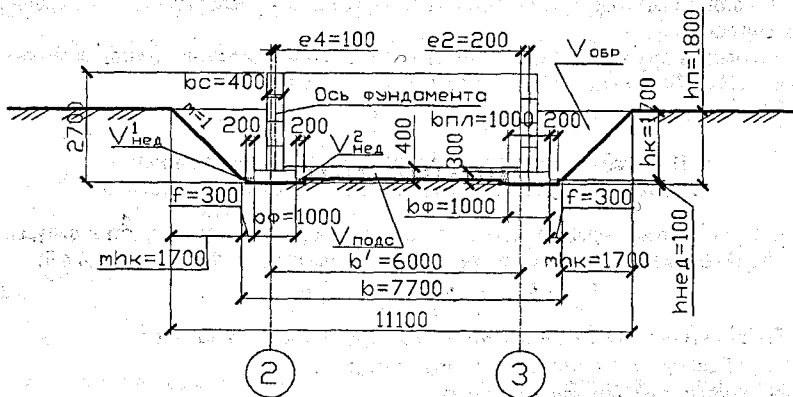
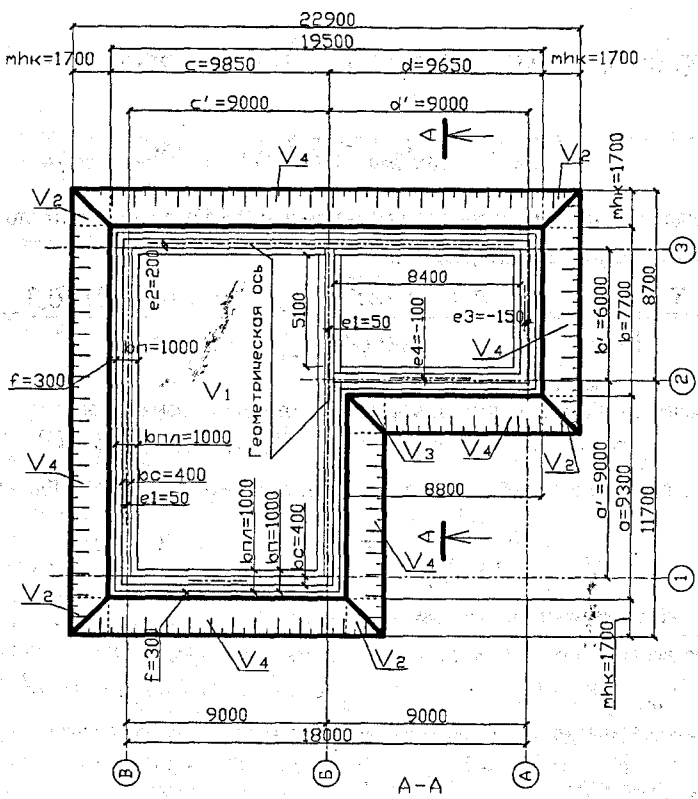


Рисунок 4.4.5 – Схема к определению объемов земляных работ при разработке сложного котлована с одинаковой глубиной под сборные ленточные фундаменты ступенчатого сечения в песчаных грунтах

$$V_1 = F_{\text{дн}} \cdot h_{\text{к}}, \text{м}^3, \quad (4.4.27)$$

где $F_{\text{дн}}$ – площадь котлована по дну, м^2 .

$$V_2 = m^2 h_{\text{к}}^3 / 3, \text{м}^3, \quad (4.4.28)$$

$$V_3 = 2 \cdot m^2 h_{\text{к}}^3 / 3, \text{м}^3, \quad (4.4.29)$$

$$V_4 = m h_{\text{к}}^2 \cdot \Sigma L / 2, \text{м}^3, \quad (4.4.30)$$

где ΣL – суммарная длина боковых откосов, м.

$V_{\text{обр}}, V_{\text{нед}}, V_{\text{подс}}, V_{\text{отв}}, V_{\text{прив}}, V_{\text{подг}}$ определяются по формулам (4.4.10 ... 4.4.16).

Пример 3. Определение объемов земляных работ при разработке изображенного на рис. 4.4.5 котлована сложной формы.

Исходные данные:

- грунт – песок,
- глубина залегания подошвы фундаментов - $h_n = 1,8$ м;
- ленточные фундаменты – сборные;
- толщина стен ленточного фундамента – $b_c = 0,4$ м;
- ширина фундаментных плит – $b_{\text{пл}} = 1$ м;
- привязки стен указаны на рис. 4.4.5;
- размеры фундаментов по осям: $a' = 9$ м; $b' = 6$ м; $c' = 9$ м; $d' = 9$ м;
- толщина подсыпки под полы относительно подошвы фундаментов – $h_{\text{подс}} = 0,4$ м;
- контуры площади недобора отстоят от края фундаментов на $0,2$ м.

Для получения контура котлована по дну от осей наружу отступаем расстояние, равное: $e + b_{\text{ф}}/2 + f$. Принимаем расстояние от подошвы откоса до фундамента $f = 0,3$ м (более $0,2$ м), так как необходимости в расположении рабочих между фундаментом и откосами нет.

По табл. П 1.1 принимаем коэффициент откоса для песка $m = 1$.

Предполагая разработку котлована гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, принимаем толщину недобора $h_{\text{нед}} = 0,1$ м.

Так как фундамент устраивается без подготовки $h_{\text{к}} = h_n - h_{\text{нед}} = 1,8 - 0,1 = 1,7$ м.

Площадь котлована по дну равна:

$$\begin{aligned} F_{\text{дн}} &= (c' + d' + e_1 - e_3 + b_{\text{ф}} + 2f)(a' + b' + 2e_2 + b_{\text{ф}} + 2f) - \\ &- (d' - e_3 + b_{\text{ф}}/2 + f - e_1 - b_{\text{ф}}/2 - f)(a' + e_2 + b_{\text{ф}}/2 + f + e_4 - b_{\text{ф}}/2 + f) = \\ &= (9 + 9 + 0,05 - 0,15 + 1 + 2 \cdot 0,3)(9 + 6 + 2 \cdot 0,2 + 1 + 2 \cdot 0,3) - \\ &- (9 - 0,15 - 0,05)(9 + 0,2 + 0,1) = 249,7 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

$$V_1 = F_{\text{дн}} \cdot h_{\text{к}} = 249,7 \cdot 1,7 = 424,4 \text{ м}^3$$

Для построения линии бровки откосов (см. рис. 4.4.5) от контура дна котлована откладываем заложение откосов $m \cdot h_{\text{к}} = 1,7$ м.

$$V_2 = m^2 h_{\text{к}}^3 / 3 = 1^2 \cdot 1,7^3 / 3 = 1,6 \text{ м}^3, \quad n_2 = 5.$$

$$V_3 = 2m^2 h_k^3 / 3 = 2 \cdot 1^2 \cdot 1,7^3 / 3 = 3,2 \text{ м}^3, \quad n_3 = 1.$$

$$\Sigma L = 2(19,5 + 17) - 2mh_k = 2(19,5 + 17) - 2 \cdot 1 \cdot 1,7 = 69,6 \text{ м}$$

$$V_4 = m \cdot h_k^2 \cdot \Sigma L / 2 = 1 \cdot 1,7^2 \cdot 69,6 / 2 = 100,6 \text{ м}^3$$

$$V_k = V_1 + 5 \cdot V_2 + n_1 \cdot V_3 + V_4 = 424,4 + 5 \cdot 1,6 + 3,2 + 100,6 = 536,2 \text{ м}^3$$

Находим объем недобора по выражению (4.4.11), для чего предварительно изображаем на плане дна котлована контуры площади недобора (рис. 4.4.6), которые отстоят от контура фундаментов на расстоянии 0,2 м (для удобства производства монтажных работ).

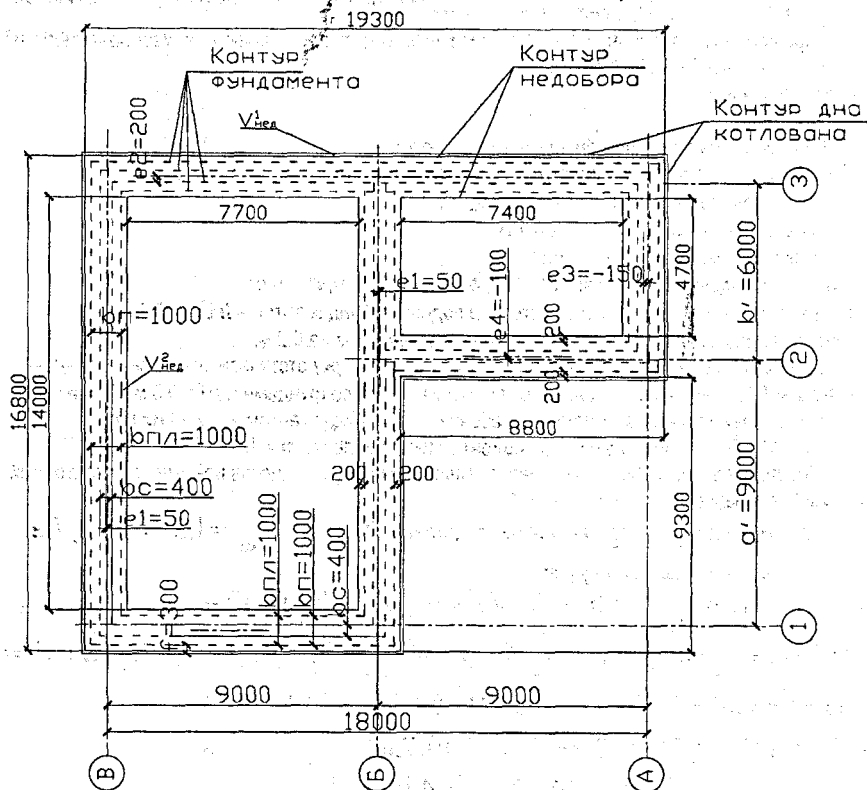


Рисунок 4.4.6 – Схема к определению объема грунта недобора котлована сложной формы для фундаментов, представленных на рис.4.4.5

$$F_{нед} = 16,8 \cdot 19,3 - 8,8 \cdot 9,3 - 7,7 \cdot 14 - 7,4 \cdot 4,7 = 99,8 \text{ м}^2$$

$$V_{нед} = F_{нед} \cdot h_{нед} = 99,8 \cdot 0,1 = 10 \text{ м}^3$$

Находим объем подсыпки под полы по выражению (4.4.12).

$$V_{нед}^2 = (8,1 \cdot 14,4 - 7,7 \cdot 14 + 7,8 \cdot 5,1 - 7,4 \cdot 4,7) \cdot 0,1 = 1,4 \text{ м}^3$$

$$V_{подс} = (1,4 + 8,1 \cdot 14,4 - 0,2 + 7,8 \cdot 5,1 - 0,2 + 8,7 \cdot 15 \cdot 0,1 + 8,4 \cdot 5,7 \cdot 0,1) / 1,03 = 49,1 \text{ м}^3$$

Кор = 0,03 → см. табл. П 1.3.

Определяем объем фундаментов в пределах котлована.

$$V_{\Phi} = (16,4 \cdot 18,9 - 8,8 \cdot 9,3) \cdot 0,2 + (15,8 \cdot 18,3 - 8,8 \cdot 9,3) \cdot 1,5 = 359,5 \text{ м}^3$$

$$V_{нед}^1 = (16,8 \cdot 19,3 - 8,8 \cdot 9,3 - 16,4 \cdot 18,9 + 8,8 \cdot 9,3) \cdot 0,1 = 1,4 \text{ м}^3$$

При этом объем обратной засыпки пазух, определяемый по формуле (4.4.10), составляет:

$$V_{обр} = \frac{V_K + V_{нед}^1 - V_{\Phi}}{1 + K_{OP}} = \frac{536,2 + 1,4 - 359,5}{1 + 0,03} = 172,9 \text{ м}^3.$$

Определяем объем отвозимого песчаного грунта по формуле (4.1.13):

$$V_{отв} = V_K + V_{нед} - V_{обр} - V_{подс} = 536,2 + 10 - 172,9 - 49,1 = 324,2 \text{ м}^3.$$

При этом объем недобора, отсыпаемый на дно котлована, используется в качестве подсыпки под полы.

Выполняем проверку правильности расчетов в случае песчаных грунтов соблюдением равенства (4.4.17): $536,2 + 10 = 324,2 + 172,9 + 49,1$; $546,2 = 546,2$.

Расчеты выполнены правильно.

Г. Определение объемов земляных работ при разработке котлованов сложной формы в плане с переменной глубиной

В случае сложной конфигурации в плане котлован расчленяем на простые фигуры, при этом общий объем котлована находим как сумму объемов простых фигур (см. рис.4.4.7):

$$V_K = \Sigma V_{1,i}^0 + \Sigma V_{1,k}^0 + \Sigma V_{2,m}^0 + \Sigma V_{3,n}^0, \text{ м}^3. \quad (4.4.31)$$

где $V_{1,i}^0$ – объем i -го призматоида в пределах контура дна котлована, м^3 ; $V_{1,k}^0$ – объем k -го углового откоса при наружном угле, м^3 ; $V_{2,m}^0$ – объем m -го углового откоса при внутреннем угле, м^3 ; $V_{3,n}^0$ – объем n -го линейного откоса, м^3 .

$$V_{1,i} = F_{\text{дни}} \cdot h_{ki}^{\text{ср}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.32)$$

где $F_{\text{дни}}$ – площадь i -го призматоида в плане, м^2 ; $h_{ki}^{\text{ср}}$ – средняя глубина котлована по контуру i -го призматоида, м .

$$h_{k,i}^{\text{ср}} = \Sigma h_{k,i,j} / n_{y,j}, \text{ м}, \quad (4.4.33)$$

где $h_{k,i,j}$ – глубина i -го призматоида в j -ом углу призматоида, м ; $n_{y,i,j}$ – количество углов в i -ом призматоиде, шт.

$$V_{1,k}^0 = m^2 h_{1,k}^3 / 3, \text{ м}^3, \quad (4.4.34)$$

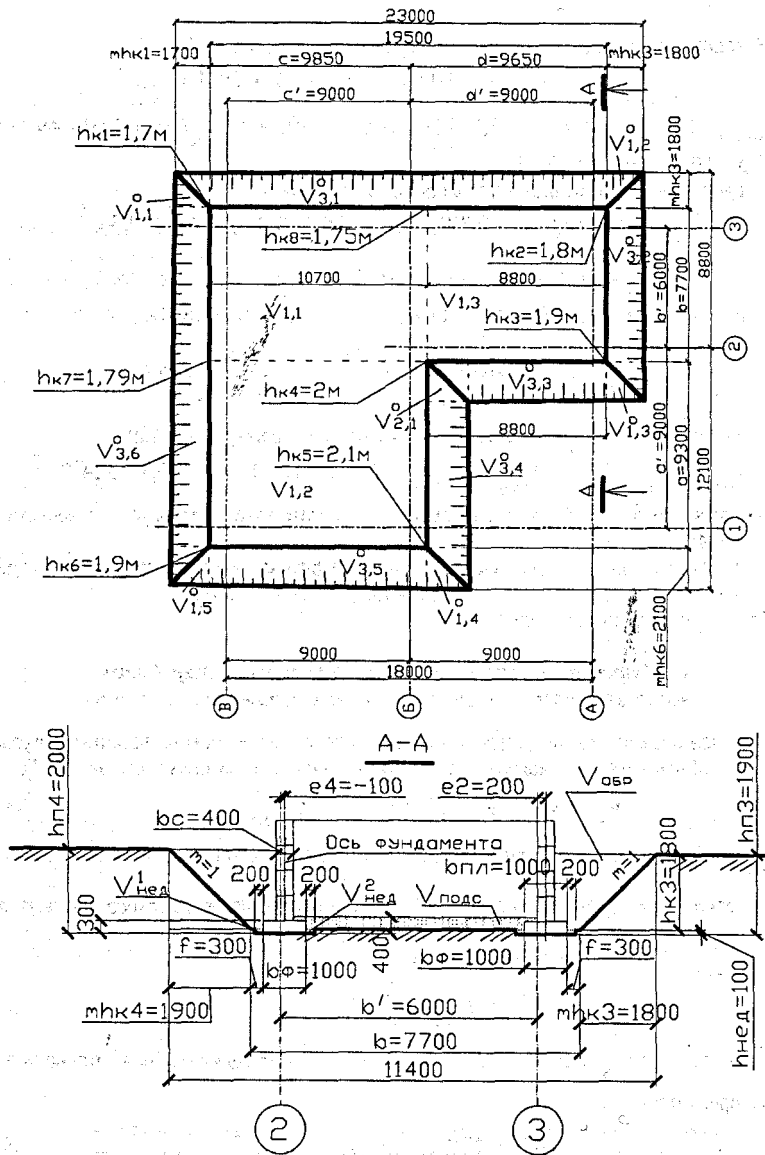


Рисунок 4.4.7 – Схема к определению объемов земляных работ при разработке сложного котлована с разной глубиной по периметру под сборные ленточные фундаменты ступенчатого сечения в песчаных грунтах

где $h_{1,k}$ глубина котлована k -го углового откоса при наружных углах котлована, м.

$$V_{2,m}^0 = 2m^2 h_{2,m}^3 / 3, \text{ м}^3, \quad (4.4.35)$$

где $h_{2,m}$ глубина котлована m -го углового откоса при внутренних углах котлована, м.

$$V_{3,n}^0 = \frac{L_n \cdot m}{4} (h_{к,п,1}^2 + h_{к,п,2}^2) \cdot \text{м}^3, \quad (4.4.36)$$

где L_n – длина n -го линейного откоса, м;

$h_{к,п,1}, h_{к,п,2}$ – глубина котлована на границах n -го линейного откоса, м.

$V_{обр}, V_{нед}, V_{подс}, V_{отс}, V_{прив}, V_{подг}$ определяются по формулам (4.4.10 ... 4.4.16).

Пример 4. Определение объемов земляных работ при разработке изображенного на рис.4.4.7 котлована сложной формы с разной глубиной по периметру, при этом план фундамента представлен на рис.4.4.5.

Исходные данные:

- грунт – песок,
- глубина котлована в его углах по периметру, равная глубине залегания подошвы фундаментов за вычетом толщины недобора, представлена на рис.4.4.7;
- ленточные фундаменты – сборные;
- толщина стен ленточного фундамента – $b_c = 0,4$ м;
- ширина фундаментных плит – $b_{пл} = 1$ м;
- привязки стен указаны на рис. 4.4.5;
- размеры фундаментов по осям: $a' = 9$ м; $b' = 6$ м; $c' = 9$ м; $d' = 9$ м;
- толщина подсыпки под полы относительно подошвы фундаментов – $h_{подс} = 0,4$ м;
- контуры площади недобора отстоят от края фундаментов на $0,2$ м.

Для получения контура котлована по дну от осей наружу отступаем расстояние, равное: $e + b_{ф}/2 + f$. Принимаем расстояние от подошвы откоса до фундамента $f = 0,3$ м (более $0,2$ м), так как необходимости в расположении рабочих между фундаментом и откосами нет.

По табл. П 1.1 принимаем коэффициент откоса для песка $m = 1$.

Предполагая разработку котлована гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, принимаем толщину недобора $h_{нед} = 0,1$ м.

Площадь дна котлована разбиваем на три участка.

Интерполяцией определяем промежуточные значения глубины котлована участков.

$$h_{к,7} = h_{к,1} + \frac{h_{к,6} - h_{к,1}}{17} \cdot 7,7 = 1,7 + \frac{1,9 - 1,7}{17} \cdot 7,7 = 1,79 \text{ м}$$

$$h_{к,8} = h_{к,1} + \frac{h_{к,2} - h_{к,1}}{19,5} \cdot 10,7 = 1,7 + \frac{1,9 - 1,7}{19,5} \cdot 10,7 = 1,75 \text{ м}$$

Определяем объемы призматоеидов:

$$\text{– призматоеид №1: } h_{к,1}^{cp} = (1,7 + 1,75 + 2 + 1,79) / 4 = 1,81 \text{ м};$$

$$F_{дн1} = 10,7 \cdot 7,7 = 82,4 \text{ м}^2;$$

$$V_{1,1} = 82,4 \cdot 1,81 = 149,1 \text{ м}^3;$$

- призматойд №2: $h_{к,2}^{cp} = (1,79 + 2 + 2,1 + 1,9) / 4 = 1,95 \text{ м};$

$$F_{дн2} = 10,7 \cdot 9,3 = 99,5 \text{ м}^2;$$

$$V_{1,2} = 99,5 \cdot 1,95 = 194 \text{ м}^3;$$

- призматойд №3: $h_{к,3}^{cp} = (1,75 + 2 + 1,8 + 1,9) / 4 = 1,86 \text{ м};$

$$F_{дн3} = 8,8 \cdot 7,7 = 67,8 \text{ м}^2;$$

$$V_{1,3} = 67,8 \cdot 1,86 = 126,1 \text{ м}^3.$$

Общий объем призматойдов равен:

$$V_1 = V_{1,1} + V_{1,2} + V_{1,3} = 149,1 + 194 + 126,1 = 469,2 \text{ м}^3.$$

Для построения линии бровки откосов (см. рис.4.4.7) от контура дна котлована откладываем заложение откосов $m \cdot h_1$. Например в точке №1 $m \cdot h_1 = 1 \cdot 1,7 = 1,7 \text{ м}$, в точке №2 - $m \cdot h_2 = 1 \cdot 1,8 = 1,8 \text{ м}$ и т.д.

Определяем объемы откосов в наружных углах котлована:

$$V_{1,1}^o = m^2 h_{к1}^3 / 3 = 1^2 \cdot 1,7^3 / 3 = 1,6 \text{ м}^3; V_{1,2}^o = 1^2 \cdot 1,8^3 / 3 = 1,9 \text{ м}^3;$$

$$V_{1,3}^o = 1^2 \cdot 1,9^3 / 3 = 2,3 \text{ м}^3; V_{1,4}^o = 1^2 \cdot 2,1^3 / 3 = 3,1 \text{ м}^3;$$

$$V_{1,5}^o = 1^2 \cdot 1,9^3 / 3 = 2,3 \text{ м}^3.$$

Общий объем равен: $\Sigma V_{1,к}^o = 1,6 + 1,9 + 2,3 + 3,1 + 2,3 = 11,2 \text{ м}^3.$

Определяем объемы откосов во внутренних углах котлована:

$$V_{2,1}^o = 2m^2 h_{к1}^3 / 3 = 2 \cdot 1^2 \cdot 2^3 / 3 = 5,3 \text{ м}^3. \Sigma V_{2,м}^o = 5,3 \text{ м}^3.$$

Определяем объемы линейных откосов:

$$V_{3,1}^o = \frac{L_{1,2} \cdot m}{4} (h_{к,1}^2 + h_{к,2}^2) = \frac{19,5 \cdot 1}{4} (1,7^2 + 1,8^2) = 29,9 \text{ м}^3;$$

$$V_{3,2}^o = \frac{7,7 \cdot 1}{4} (1,8^2 + 1,9^2) = 13,2 \text{ м}^3; V_{3,3}^o = \frac{(8,8 - 2) \cdot 1}{4} (1,9^2 + 2^2) = 12,9 \text{ м}^3;$$

$$V_{3,4}^o = \frac{(9,3 - 2) \cdot 1}{4} (2^2 + 2,1^2) = 15,3 \text{ м}^3; V_{3,5}^o = \frac{10,7 \cdot 1}{4} (2,1^2 + 1,9^2) = 21,5 \text{ м}^3;$$

$$V_{3,6}^o = \frac{17,1}{4} (1,9^2 + 1,7^2) = 27,6 \text{ м}^3.$$

$$\Sigma V_{3,л}^o = 29,9 + 13,2 + 12,9 + 15,3 + 21,5 + 27,6 = 120,4 \text{ м}^3.$$

$$V_K = 469,2 + 11,2 + 5,3 + 120,4 = 606,1 \text{ м}^3.$$

$V_{нед} = 10 \text{ м}^3$, $V_{нед}^2 = 1,4 \text{ м}^3$, $V_{нед}^1 = 1,4 \text{ м}^3$, $V_{подс} = 49,1 \text{ м}^3$ принимаем из примера 3 (рис.4.4.6), так как фундаменты и вид грунта в примерах 3 и 4 одинаковы.

Находим объем подсыпки под полы по выражению (4.4.12).

Определяем объем фундаментов в пределах котлована, предварительно определив средневзвешенную по площади глубину котлована по выражению:

$$h_K^{cp} = \sum h_{k,i}^{cp} \cdot F_{k,i} / \sum F_{k,i}, \text{ м.} \quad (4.4.37)$$

$$h_K^{cp} = \sum h_{k,i}^{cp} \cdot F_{k,i} / \sum F_{k,i} = (1,81 \cdot 82,4 + 1,95 \cdot 99,5 + 1,86 \cdot 67,8) / (82,4 + 99,5 + 67,8) = 1,88 \text{ м}$$

$$V_{\Phi} = (16,4 \cdot 18,9 - 8,8 \cdot 9,3)0,2 + (15,8 \cdot 18,3 - 8,8 \cdot 9,3)(1,88 - 0,2) = 393,9 \text{ м}^3$$

При этом объем обратной засыпки пазух, определяемый по формуле (4.4.10), составляет:

$$V_{обр} = \frac{V_K + V_{нед}^1 - V_{\Phi}}{1 + K_{OP}} = \frac{606,1 + 1,4 - 393,9}{1 + 0,03} = 207,4 \text{ м}^3.$$

Определяем объем отвозимого песчаного грунта по формуле (4.1.13):

$$V_{отв} = V_K + V_{нед} - V_{обр} - V_{подс} = 606,1 + 10 - 207,4 - 49,1 = 359,6 \text{ м}^3.$$

При этом объем недобора, отсыпaeмый на дно котлована, используется в качестве подсыпки под полы.

Выполняем проверку правильности расчетов в случае песчаных грунтов соблюдением равенства (4.4.17): $606,1 + 10 = 359,6 + 207,4 + 49,1$; $616,1 = 616,1$.

Расчеты выполнены правильно.

Возможно также определение объема котлована сложной формы с разной глубиной по

контур по формуле: $V_K = (F_{дн} + F_{пов} + F_{дн} \cdot F_{пов}) \frac{h_K}{3}, \text{ м}^3, \quad (4.4.38)$

где $F_{дн}$ - площадь котлована по дну, м^2 ; $F_{пов}$ - то же по верху, м^2 .

Если котлован разрабатывается с вертикальными стенками его объем находится по формуле: $V_K = h_K^{cp} \cdot F_{дн}, \text{ м}^3. \quad (4.4.39)$

При этом h_K^{cp} находится по формуле (4.4.37).

Д. Определение объемов земляных работ при разработке траншей

Производим в следующем порядке:

1. По выражению (4.4.1) определяем глубину траншеи.

а) Определяем $b_{тр}$ траншеи по выражению:

$$b_{тр} = b_{\Phi} + 2b_{он} + f_1 + f_2 + b_{кр}, \text{ м,} \quad (4.4.40)$$

где f_1 и f_2 - минимально допустимые расстояния от подошвы откоса до фундамента (опалубки фундамента), м.

В случае траншеи с откосами $b_{кр}$ принимается $b_{кр} = 0$.

Если расположение рабочих предполагается только с одной из сторон фундаментов, то принимают обычно $f_1 = 0,3 \text{ м}$, что больше $0,2 \text{ м}$, а $f_2 = 0,6 \text{ м}$.

2. По длине траншею разбиваем на участки, при этом границы участков определяются изменением глубины и ширины траншеи, уклонов поверхности земли (рис.4.4.8).

3. В точках границ участков интерполяцией по отметкам горизонталей находятся отметки поверхности земли H_i .

Например, отметка земли в точке «4» для траншеи на рис.4.4.8 составляет:

$$H_4 = 25,5 + \frac{26 - 25,5}{8,9} \cdot 0,5 = 25,53 \text{ м.}$$

4. Определяется по рабочим чертежам фундаментов глубина залегания подошвы фундамента относительно поверхности земли: $h_{ni} = H_i - H_n$, м, (4.4.41)

где H_n – абсолютная отметка подошвы фундамента (устанавливается по рабочим чертежам фундаментов), м.

5. Определяется глубина траншеи h_{mpi} в точках границ участков по формулам (4.4.1, 4.4.2).

6. Находим объемы участков $V_{i,i+1}$ траншеи между точками разбивки $i, i+1$, в пределах которых поверхность земли меняется по одному закону, по формуле Мурзо:

$$V_{i,i+1} = L_{i,i+1} \left(F_0 + \frac{m(h_{mpi} - h_{mpi+1})^2}{12} \right), \text{ м}^3, \quad (4.4.42)$$

где $L_{i,i+1}$ – длина участка траншеи между точками $i, i+1$; м;

F_0 – площадь среднего сечения участка траншеи между точками $i, i+1$; м²;

$$F_0 = (b_{mp} + m \cdot h_{cpi,i+1}) h_{cpi,i+1}, \text{ м}^2. \quad (4.4.43)$$

где $h_{cpi,i+1}$ – глубина траншеи в среднем сечении участка траншеи между точками $i, i+1$, м.

$$h_{cpi,i+1} = (h_{cpi} + h_{cpi+1}) / 2, \text{ м}, \quad (4.4.44)$$

где h_{cpi} и h_{cpi+1} – глубина траншеи на границах участка $i, i+1$ траншеи, м.

Объем участков траншеи с вертикальными стенками определяется по формуле:

$$V_{i,i+1} = L_{i,i+1} \cdot b_{mp} \cdot \frac{h_{mpi} + h_{mp,i+1}}{2}, \text{ м}^3, \quad (4.4.45)$$

7. Находим общий объем траншеи по выражению:

$$V_{mp} = \sum V_{i,i+1} + \sum V^0, \text{ м}^3, \quad (4.4.46)$$

где $\sum V^i$ – суммарный объем откосов в торцах траншеи, м³.

$$\sum V^0 = \sum V_{1,i}^0 + \sum V_{3,i}^0, \text{ м}^3, \quad (4.4.47)$$

где $V_{1,i}^0$ – объем i -го углового откоса в торцах траншеи, м³;

$V_{3,i}^0$ – объем i -го линейного откоса в торцах траншеи, м³.

$$V_{1,i}^o = m^2 \cdot h_{mpi}^3 / 3, \text{ м}^3, \quad (4.4.48)$$

$$V_{3,i}^o = m \cdot h_{mpi}^2 \cdot L_i / 2, \text{ м}^3, \quad (4.4.49)$$

где h_{mpi} – глубина траншеи в i -м торце, м;

L_i – длина линейного откоса траншеи в i -м торце, равная ширине траншеи b_{mp} , м.

$V_{обр}, V_{нед}, V_{отв}, V_{прив}, V_{подг}$ определяются так же, как для котлованов, по форму-

лам (4.4.10, 4.4.11, 4.4.13 ... 4.4.16), при этом в указанных формулах $V_{отв} = 0$ (так как подсыпка в случае размещения фундаментов в траншеях; как правило, отсутствует).

Пример 5. Определение объемов земляных работ при разработке траншеи под ленточный монолитный железобетонный фундамент, изображенный на рис. 4.4.8, 4.4.9.

Исходные данные:

- грунт – песок;
- горизонтали по дине траншеи указаны на рис. 4.4.8;
- абсолютная отметка подошвы фундамента $H_n = 23,8$ м;
- толщина стен ленточного фундамента – $b_c = 0,4$ м;
- ширина фундаментных плит – $b_{пл} = 1$ м;
- привязка ленточного фундамента равна 0;
- общая длина траншеи $L = 26,05$ м;
- контуры площади недобора отстоят от края фундаментов на 0,1 м.

Для определения размеров траншеи по дну от края фундаментов отступаем:

- со стороны расположения в траншее рабочих – $f_2 + b_{он} = 0,6 + 0,1 = 0,7$ м;
- с противоположной стороны – $f_1 + b_{он} = 0,3 + 0,1 = 0,4$ м;
- в торцах фундамента – $f_1 + b_{он} = 0,3 + 0,1 = 0,4$ м.

Так как уклон рельефа неравномерный, траншею разбиваем на три участка, границами которых являются точки пересечения горизонталей с осью фундаментов (рис. 4.4.8).

Ширину фундаментов принимаем равной ширине подошвы фундамента $b_\phi = 1$ м.

Находим ширину траншеи по дну по формуле (4.4.40):

$$b_{mp} = b_\phi + 2b_{он} + f_1 + f_2 + b_{кр} = 1 + 2 \cdot 0,1 + 0,3 + 0,6 = 2,1 \text{ м}.$$

По табл. П 1.1 принимаем коэффициент откоса для песка $m = 1$.

Предполагая разработку котлована гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, принимаем толщину недобора $h_{нед} = 0,1$ м.

Интерполяцией определяем абсолютные отметки поверхности земли в точках «1» и «4».

$$H_1 = 26,5 + \frac{27-26,5}{9} \cdot 7,35 = 26,9 \text{ м}; H_4 = 25,5 + \frac{26-25,5}{8,9} \cdot 0,5 = 25,53 \text{ м}.$$

По формуле (4.4.41) определяем глубину залегания подошвы фундаментов относительно поверхности земли на границах участков:

$$h_{n1} = H_1 - H_n = 26,9 - 23,8 = 3,1 \text{ м}; h_{n2} = 26,5 - 23,8 = 2,7 \text{ м};$$

$$h_{n3} = 26 - 23,8 = 2,2 \text{ м}; h_{n4} = 25,53 - 23,8 = 1,73 \text{ м}.$$

Так как под монолитный железобетонный фундамент устраивается бетонная подготовка, глубина траншеи на границах участков равна:

$$h_{mp1} = h_{n1} = 3,1 \text{ м}; h_{mp2} = 2,7 \text{ м}; h_{mp3} = h_{n1} = 2,2 \text{ м}; h_{mp4} = 1,73 \text{ м}.$$

Для построения линии бровки откосов (см. рис.4.4.8) от контура дна траншеи откладываем заложение откосов $m \cdot h_{mpi}$. Например в точке №1 $m \cdot h_{mp1} = 1 \cdot 3,1 = 3,1$ м, в точке №2 - $m \cdot h_{mp2} = 2,7$ м и т.д.

Определяем объемы участков траншеи по формулам (4.4.42...4.4.43):

$$- \text{участок «1,2»}: h_{cp1,2} = (h_{mp1} + h_{mp2}) / 2 = (3,1 + 2,7) / 2 = 2,9 \text{ м};$$

$$F_O = (b_{mp} + m \cdot h_{cp1,2}) h_{cp1,2} = (2,1 + 1 \cdot 2,9) 2,9 = 14,5 \text{ м}^2;$$

$$V_{1,2} = L_{1,2} \left(F_O + \frac{m(h_{mp1} - h_{mp2})^2}{12} \right) = 7,35 \left(14,5 + \frac{1(3,1 - 2,9)^2}{12} \right) = 106,6 \text{ м}^3;$$

$$- \text{участок «2,3»}: h_{cp2,3} = (2,7 + 2,2) / 2 = 2,45 \text{ м}; F_O = (2,1 + 1 \cdot 2,45) 2,45 = 11,15 \text{ м}^2;$$

$$V_{2,3} = 10,2 \left(11,15 + \frac{1(2,7 - 2,2)^2}{12} \right) = 113,9 \text{ м}^3;$$

$$- \text{участок «3,4»}: h_{cp3,4} = (2,2 + 1,73) / 2 = 1,965 \text{ м};$$

$$F_O = (2,1 + 1 \cdot 1,965) 1,965 = 7,99 \text{ м}^2; V_{3,4} = 8,4 \left(7,99 + \frac{1(2,2 - 1,73)^2}{12} \right) = 67,3 \text{ м}^3.$$

Находим объемы угловых откосов в торцах траншеи по формуле (4.4.48):

$$V_{1,1}^O = m^2 \cdot h_{mp1}^3 / 3 = 1 \cdot 3,1^3 / 3 = 9,9 \text{ м}^3; V_{1,4}^O = 1 \cdot 1,73^3 / 3 = 1,7 \text{ м}^3.$$

Находим объемы линейных откосов в торцах траншеи по формуле (4.4.49):

$$V_{3,1}^O = m \cdot h_{mp1}^2 \cdot L_1 / 2 = 1 \cdot 3,1^2 \cdot 2,1 / 2 = 10,1 \text{ м}^3; V_{3,4}^O = 1 \cdot 1,73^2 \cdot 2,1 / 2 = 3,1 \text{ м}^3.$$

Находим общий объем траншеи:

$$V_{mp} = \sum V_{i,i+1} + \sum V^O = 106,6 + 113,9 + 67,3 + 2 \cdot 9,9 + 2 \cdot 1,7 + 10,1 + 3,1 = 324,2 \text{ м}^3.$$

Определяем объем фундаментов:

$$V_{\phi} = 1(7,35 + 10,2 + 8,4 - 0,4 \cdot 2) 0,3 + 0,4(7,35 - 0,7) \frac{3,1 + 2,7}{2} + 0,4 \cdot 10,2 \frac{2,7 + 2,2}{2} + 0,4(8,4 - 0,7) \frac{2,2 + 1,73}{2} = 31,3 \text{ м}^3.$$

Определяем объем недобора, равный объему подготовки:

$$V_{нед} = 1,2 \cdot (7,35 + 10,2 + 8,4 - 0,4 \cdot 2 + 0,2) 0,1 = 3 \text{ м}^3.$$

При этом объем обратной засыпки пазух, определяемый по формуле (4.4.10), составляет:

$$V_{обр} = \frac{V_{тр} - V_{\Phi}}{1 + K_{OP}} = \frac{324,2 - 31,3}{1 + 0,03} = 284,4 \text{ м}^3$$

Определяем объем отвозимого песчаного грунта по формуле (4.1.13):

$$V_{отв} = V_{тр} + V_{нед} - V_{обр} = 324,2 + 3 - 284,4 = 42,8 \text{ м}^3.$$

При этом объем недобора, отсыпaeмый на откосы или бровку траншеи, используется в качестве грунта обратной засыпки пазух котлована.

Выполняем проверку правильности расчетов в случае песчаных грунтов соблюдением равенства (4.4.17): $324,2 + 3 = 284,4 + 42,8$; $327,2 = 327,2$.

Расчеты выполнены правильно.

Е. Определение объемов земляных работ при разработке въездных траншей

Въездные (выездные) траншеи устраиваются в случае разработки выемок одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием «прямая лопата», скреперами или бульдозерами.

Объем въездной (выездной) траншеи определяется по выражению (рис. 4.4.10):

$$V_B = \frac{h_B^2}{6} (3b_B + 2 \cdot m \cdot h_B \frac{m_2 - m}{m_2}) \cdot (m_2 - m), \text{ м}^3, \quad (4.4.50)$$

где h_B – глубина выемки (котлована или траншеи), м; b_B – ширина въезда, м; m_2 – котангенс угла въезда.

При разработке въездов экскаватором «прямая лопата» и в случае заезда транспорта на дно выемок $m_2 = 6 \dots 7$, а ширина въезда принимается $b_B = 3,5$ м при одностороннем въезде и $b_B = 7$ м – при двухстороннем въезде.

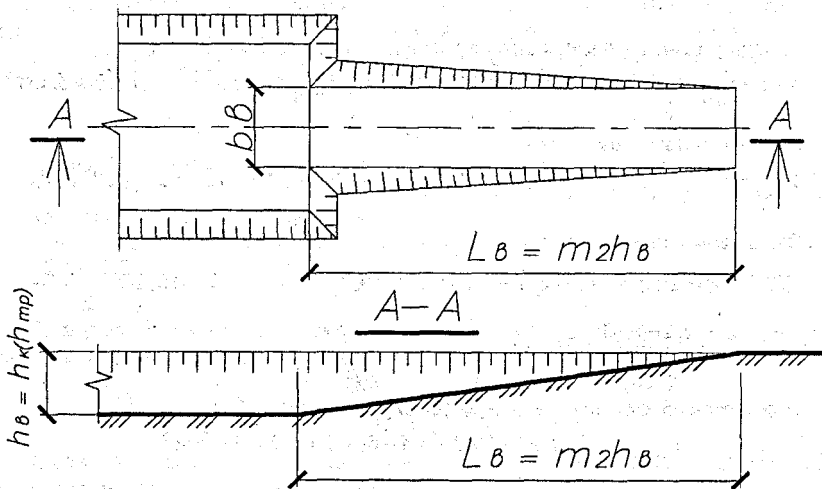
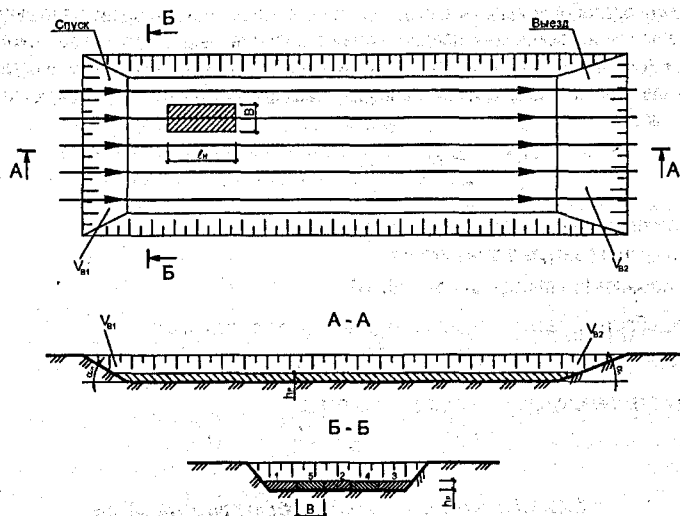


Рисунок 4.4.10 – Схема к определению объема въездной траншеи при разработке котлованов экскаватором со сменным оборудованием «прямая лопата»



$\alpha_{сп}$ – угол спуска; $\alpha_п$ – угол подъема

Рисунок 4.4.11 – Схема разработки прямоугольного котлована скрепером

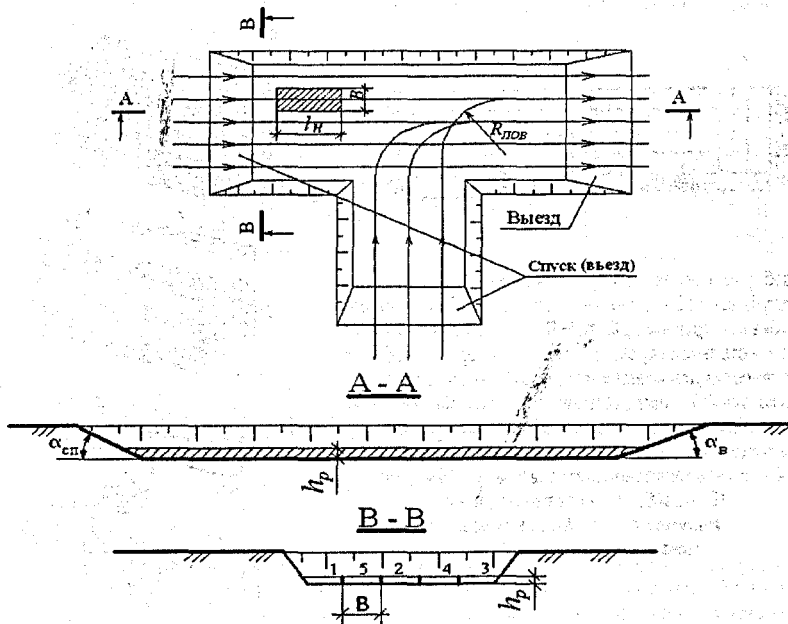


Рисунок 4.4.12 – Схема разработки котлована сложной формы скрепером

В случае разработки выемок бульдозерами или скреперами количество въездов и выездов определяется на основании предварительно составленных схем разработки котлованов или траншей (см. рис. 4.4.11, 4.4.12 или [2], рис. 4.4.10), при этом m_2 принимается по табл. П 1.4.

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

$$V_B^O = \sum_{i=1}^n V_{Bi}, \text{ м}^3, \quad (4.4.51)$$

где i – порядковый номер въезда или выезда;

n – количество въездов и выездов, шт.;

V_{Bi} – объемов i -го въезда или выезда, м^3 .

Объем обратной засыпки въездов принимается по выражению:

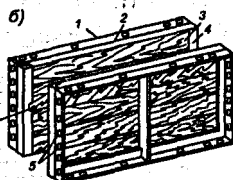
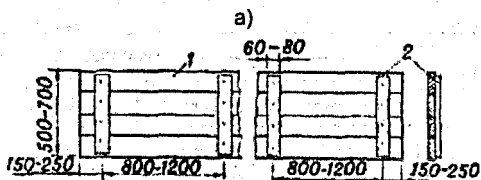
$$V_{B,обр}^O = V_B^O / (1 + K_{оп}), \text{ м}^3, \quad (4.4.52)$$

Объем отвозимого грунта въездов составляет:

$$V_{B,отв}^O = V_B^O - V_{B,обр}^O, \text{ м}^3. \quad (4.4.53)$$

4.4.2.2. Определение объемов работ при устройстве монолитных железобетонных ленточных фундаментов.

А. Выбор конструкции опалубки



а) разборно-переставная щитовая деревянная опалубка:

1 – палуба щита; 2 – шпильная планка; б) комбинированная опалубка конструкции ЦНИИОМТП: 1 – щит с обшивкой из досок; 2 – стальной каркас; 3 – доски; 4 – торцевая обойма;

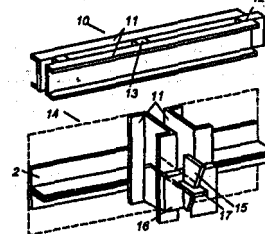
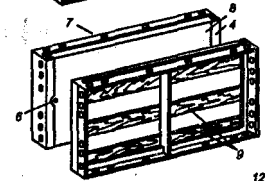
5 – отверстия для соединения щитов; 6 – отверстия для пропуска тяжей; 7 – щит с обшивкой из водостойкой фанеры;

8 – обшивка из фанеры; 9 – обрешетка из досок; 10 – схватка; 11 – швеллеры; 12 – косынка; 13 – прокладка;

14 – деталь крепления щитов к схватке; 15 – клин;

16 – шайба; 17 – натяжной крючок

Рисунок 4.4.13 – Конструкции инвентарных опалубок



Индустриальные методы строительства обуславливают применение инвентарной опалубки унифицированной конструкции

Инвентарная опалубка бывает деревянной (рис. 4.4.13,а), металлической или комбинированной (рис. 4.4.13,б; 4.4.14). Применение инвентарной опалубки позволяет сократить затраты труда на опалубочных работах в 1,5...2 раза и снизить расход материалов.

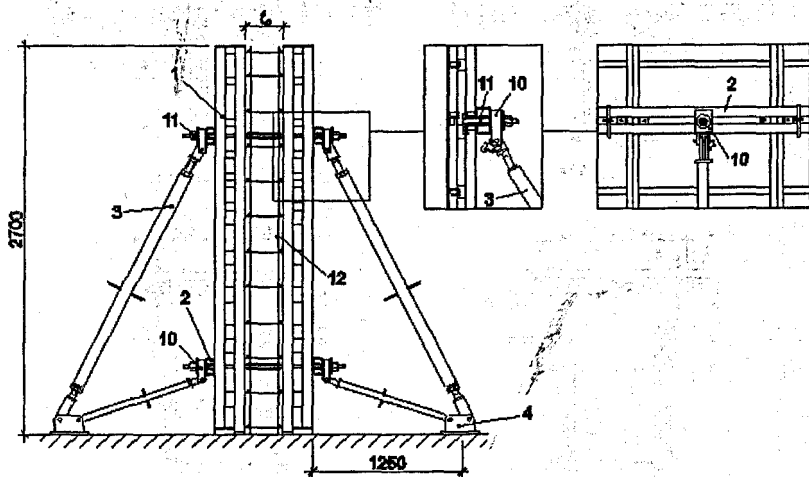
Опалубка может быть выполнена из отдельных щитов, укрупненных пространственных блоков, панелей и арматурно-опалубочных блоков.

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

Разборно-переставная щитовая деревянная опалубка может быть выполнена из мелких (рис. 4.4.13,а) и крупных щитов. Оборачиваемость ее не более 5...7 циклов. Опалубку из мелких щитов на шивных планках применяют при устройстве мелких и средних по объему ленточных фундаментов. Щиты опалубки крепят к ребрам гвоздями или планками и штырями. Для восприятия бокового давления бетонной смеси щиты крепят проволоочными скрутками или болтами.

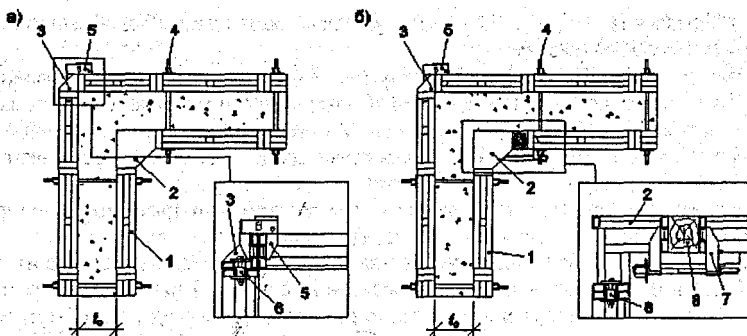
Щиты комбинированной опалубки конструкции ЦНИИОМТП (рис. 4.4.13,б) с модулем 600 мм состоят из стального каркаса, сваренного из уголков, и палубы из досок. Крепление щитов производится быстроразъемными соединениями. В комплект опалубки входят: основные щиты восьми типоразмеров, схватки четырех типоразмеров, а также монтажные уголки, несущие фермы, инвентарные приспособления для сборки щитов. Оборачиваемость опалубки 100-кратная.

Определенный интерес представляет достаточно широко используемая в РБ мелкощитовая опалубка "МОДОСТР" и "МОДОСТР-КОМБИ", подробные сведения о которой представлены в [10... 12] (см. рис. 4.4.14... 4.4.16).



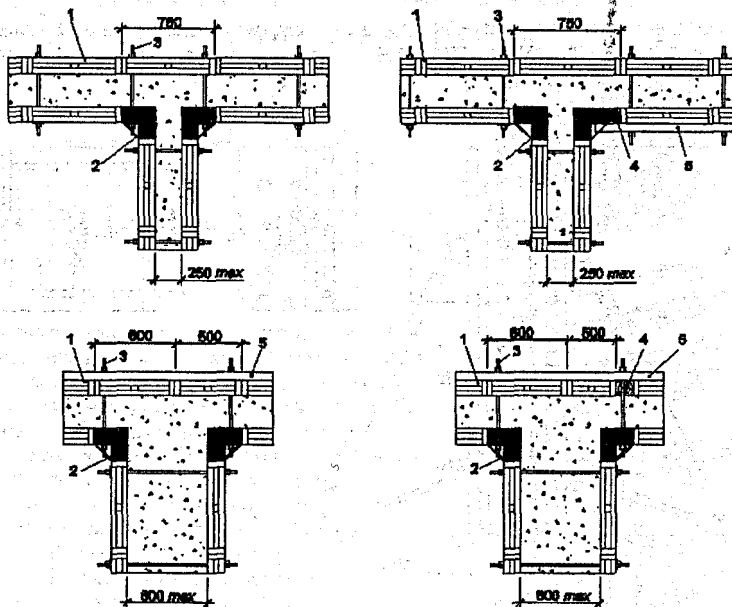
- 1 – щит; 2 – выравнивающая балка; 3 – регулируемый подкос; 4 – подпятник; 5 – замок-сухарь; 6 – регулируемый замок; 7 – замок-зажим; 8 – винтовой замок; 9 – деревянная вставка; 10 – элемент крепления регулируемого подкоса; 11 – винт элемента крепления с гайкой; 12 – арматурный каркас

Рисунок 4.4.14 — Каркасная опалубка для стен ленточных фундаментов системы «МОДОСТР»



а) с применением внутреннего и наружного углов; б) с применением внутреннего и наружного углов и деревянной вставки; в) с применением внутреннего угла и перфорированного щита; г) с применением внутреннего угла, перфорированного щита и деревянной вставки: 1 – щит; 2 – внутренний угол; 3 – наружный угол; 4 – винтовой тяг; 5 – замок-зажим; 6 – замок-сухарь; 7 – регулируемый замок; 8 – деревянная вставка; 9 – перфорированный щит; 10 – винтовой замок; 11 – выравнивающая балка

Рисунок 4.4.15 – Схемы устройства опалубки «МОДОСТР» прямых углов стен



1 – щит; 2 – внутренний угол; 3 – винтовой тяг;

4 – деревянная вставка; 5 – выравнивающая балка

Рисунок 4.4.16 – Схемы устройства опалубки «МОДОСТР»

T-образного примыкания стен

Монтируют опалубку вручную или краном. Основными элементами опалубки являются базовые щиты высотой 2500 и 2700 мм при ширине от 100 до 600 мм с модулем 50 мм. При этом охватывается практически весь диапазон размеров реальных конструкций. Доборные щиты выполнены двух типоразмеров по высоте 1200 и 1500 мм при ширине от 100 до 900 мм. Щит состоит из стального каркаса и нашивной палубы из водостойкой ламинированной фанеры. Комплект опалубки включает также угловые элементы, шарнирные углы, компенсаторы, выравнивающие балки, крепежные элементы, замки, тяжи. Технические параметры опалубки приведены в таблице 4.4.1. Для выравнивания щитов в плоскости стены устанавливают один или два ряда балок-схваток. Для опалубки "МОДОСТР-КОМБИ" устанавливают, как правило, балки-схватки под нижний и верхний ряды тяжей. Шаг установки тяжей в горизонтальном направлении принимают равным ширине щита (для щитов шириной 400 мм и более).

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

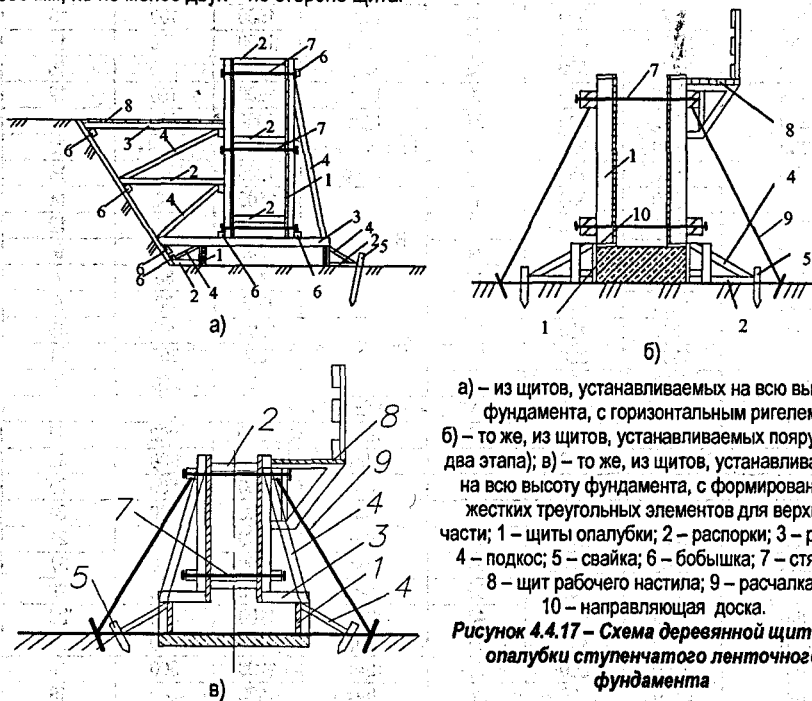
Таблица 4.4.1 – Основные конструктивные элементы мелкощитовой опалубки "МОДОСТР" и «МОДОСТР-КОМБИ»

Наименование	Габаритные размеры, мм		Масса, кг	Наименование	Габаритные размеры, мм		Масса, кг
	Высота	Ширина			Высота	Ширина	
1	2	3	4	1	2	3	4
Опалубка «Модостр»							
Щит	1200	900	44	Щит	1500	150	14
Щит	900	900	34	Щит	1500	100	13
Щит	1500	600	37	Щит	1200	300	17
Щит	1500	500	32	Щит	1200	200	16
Щит	1500	400	26	Щит	1200	150	12
Щит	1500	300	21	Щит	1000	100	11
Щит	1500	200	17	Щит-компенсатор	1500	100-300	20
Щит	1500	150	15		1200	100-300	16
Щит	1200	600	30	Наружный угол	1800	80	14
Щит	1200	500	27		1500	80	12
Щит	1200	400	24		1200	80	9
Щит	1200	300	17		900	80	7
Щит	1200	200	16		600	80	5
Щит	1200	150	12		1800	200	36
Щит	1500	300	21	Внутренний угол	1500	200	31
Щит	1500	200	17		1200	200	25
Опалубка «МОДОСТР-КОМБИ»							
Щит	2700	600	57	Щит	1500	900	43
Щит	2700	500	47	Щит	1500	600	33
Щит	2700	400	41	Щит	1500	500	23
Щит	2700	300	35	Щит	1500	400	24
Щит	2700	250	32	Щит	1500	300	21
Щит	2500	750	61	Щит	1200	900	37
Щит	2500	600	52	Щит	1200	600	28
Щит	2500	500	43	Щит	1200	500	23
Щит	2500	400	38	Щит	1200	400	21
Щит	2500	300	30	Щит	1200	300	18
Щит	2500	250	28	Щит	1500	200	16

Продолжение табл.4.4.1

1	2	3	4	1	2	3	4
Щит	2700	200	30	Щит	1500	150	15
Щит	2700	150	26	Щит	1500	100	14
Щит	2700	100	24	Щит	1200	200	14
Щит	2500	200	29	Щит	1200	150	12
Щит	2500	150	26	Щит	1200	100	10
Щит	2500	100	25	Регулируемый подкос	-	-	18
Опалубка «МОДОСТР» И «МОДОСТР-КОМБИ»							
Балка-схватка	2500	-	23	Замок 3-2	-	-	1,2
	2200	-	21	Клин	-	-	0,5
	1900	-	18	Винтовой тяз с двумя гайками	900	-	3,0
	1500	-	14	Навесной кронштейн подмостей	800	-	2,8
	700	-	8		700	-	2,6
Замок 3-1	-	-	0,6	-	-	-	20
Подвеска	100	-	0,6	-	-	-	-

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



- а) – из щитов, устанавливаемых на всю высоту фундамента, с горизонтальным ригелем;
 б) – то же, из щитов, устанавливаемых поярусно (в два этапа); в) – то же, из щитов, устанавливаемых на всю высоту фундамента, с формированием жестких треугольных элементов для верхней части; 1 – щиты опалубки; 2 – распорки; 3 – ригель; 4 – подкос; 5 – свайка; 6 – бобышка; 7 – стяжка; 8 – щит рабочего настила; 9 – расчалка; 10 – направляющая доска.

Рисунок 4.4.17 – Схема деревянной щитовой опалубки ступенчатого ленточного фундамента

Опалубка ленточного фундамента с прямоугольным поперечным сечением представлена на рис.4.4.14, а со ступенчатым поперечным сечением – на рис. 4.4.17.

Опалубку ленточного ступенчатого фундамента собирают по двум технологическим схемам.

По первой схеме вначале устанавливают щиты ступени и бетонируют ее. Затем на затвердевший бетон ставят опалубку стен (см.рис.4.4.17,б).

По второй схеме собирают опалубку сразу на всю высоту фундамента (см. рис. 4.4.17,а,в).

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

В табл.4.4.2 количество элементов принимается с учетом определения потребности в опалубке на основании коэффициента ее оборачиваемости (см. раздел 4.4.11)

Таблица 4.4.2 – Спецификация элементов опалубки монолитных фундамента

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

Б. Выбор способа армирования конструкций

Арматуру ленточных фундамента ступенчатого сечения, как правило, устанавливают в опалубку из готовых арматурных изделий в виде сеток. Арматуру монтируют до установки опалубки или совместно с опалубкой.

При отсутствии в задании готовой спецификации арматурных изделий принимается армирование сетками из арматуры диаметром 18 мм, установленной с шагом 200×200 мм, при этом масса 1 м² сетки составляет 20 кг/м².

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

В плане сетки устанавливаются с нахлестом не менее 200...300 мм.

В пояснительной записке приводится спецификация арматурных изделий в форме табл. 4.4.3.

Таблица 4.4.3 - Спецификация арматурных изделий

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

В. Определение объемов железобетонных работ

Объемы работ подсчитывают по конструктивным элементам и по видам работ.

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

Объем арматурных работ определяется в зависимости от вида арматурных изделий (для сеток в штука, для арматурных стержней в тоннах).

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

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

Например, для фундамента, изображенного на рис. 4.4.2, объемы железобетонных работ составляют:

при установке и разборке опалубки:

$$F_{\text{оп}} = (13,4 + 7,1 + 5,1 + 1,4)2 \cdot 0,3 + (12,8 + 6,5 + 5,7 + 12)2 \cdot 2,4 = 199,8 \text{ м}^2;$$

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

$$V_{\text{ф}} = (13,4 \cdot 7,1 + 5,1 \cdot 1,4)0,3 + (12,8 \cdot 6,5 + 5,7 \cdot 12)2,4 = 46,6 \text{ м}^3;$$

при установке арматурных сеток размером 3x0,95 м по подошве фундамента с учетом нахлеста 0,3 м: $N_c = (13,4 \cdot 2 + 5,1 \cdot 2) / (3 - 0,3) = 13,7 \text{ шт.}$

Принимаем $N_c = 14 \text{ шт.}$

4.4.2.3. Определение объемов монтажных работ.

А. При устройстве сборных ленточных фундаментов

Определение объемов монтажных работ осуществляется в соответствии с заданием на проектирование.

Предварительно разрабатываются схемы раскладки (развертки) фундаментных плит и стеновых блоков ленточных фундаментов. Пример разверток ленточных фундаментов, изображенных на рис. 4.4.1, представлен на рис. 4.4.18.

Подбор фундаментных плит и стеновых блоков производится по каталогам сборных конструкций промышленных и гражданских зданий или по табл. П 1.5.

При монтаже сборных ленточных фундаментов, как правило, возникает необходимость в устройстве монолитных участков (рис. 4.4.18).

Объем монолитных участков определяется на основании разверток (раскладки) фундаментных плит и стеновых блоков.

Объемы работ при устройстве монолитных участков для фундаментов, развертки которых представлены на рис. 4.4.18, составляют:

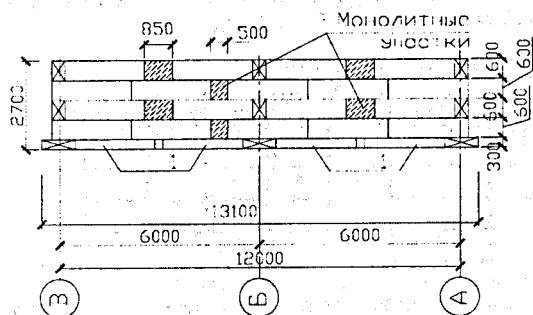
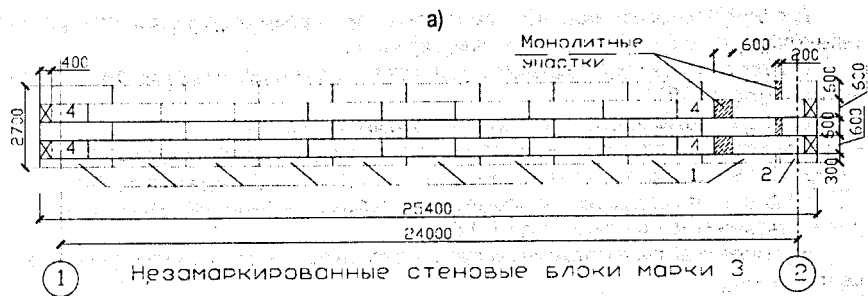
при приеме, подаче и укладке бетонной смеси (объем монолитных участков):

$$V_{\text{му}} = (0,6 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 0,2 \cdot 0,4 \cdot 2)3 + (0,85 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 4 + 0,5 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 2)2 = 3,3 \text{ м}^3;$$

– при установке и разборке опалубки (деревянной мелкощитовой):

$$F_{\text{оп}} = \frac{2 \cdot V_{\text{му}} \cdot V_{\text{н}}}{b_{\text{ст}} \cdot 0,4} = \frac{2 \cdot 3,3 \cdot 1,1}{0,4} = 18,2 \text{ м}^2.$$

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



а) развертка по осям «А,Б,В»;
 б) развертка по осям «1,2»
 Рисунок 4.4.18 – Развертки ленточных сборных фундаментов, план которых представлен на рис.4.4.1

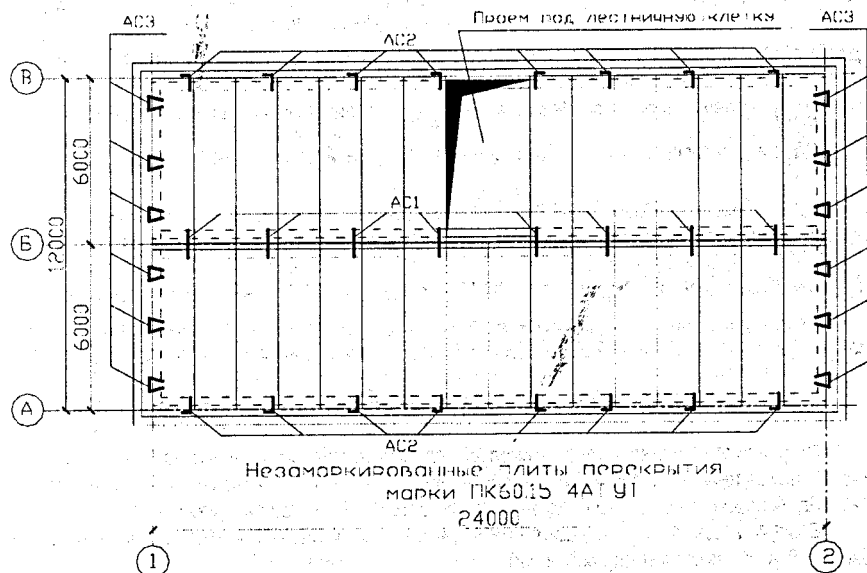


Рисунок 4.4.19 – Пример раскладки плит перекрытия над подвалом, фундаменты которого представлены на рис.4.4.1

Для определения объемов работ при монтаже плит перекрытия над подвалом предварительно разрабатывается план раскладки плит перекрытия.

Пример раскладки плит перекрытия над подвалом для фундаментов на рис. 4.4.1 изображен на рис. 4.4.19.

При раскладке необходимо соблюдать следующие требования:

- величина опирания плит на несущие стены фундаментов должна быть не менее 0,1 м;
- опирание плит перекрытия продольными кромками на стены подвала не допускается.

Подбор плит перекрытия производится по каталогам сборных конструкций промышленных и гражданских зданий или по табл. П 1.6.

На основе подбора конструкций составляется спецификация сборных конструкций в форме табл. 4.4.4.

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

Таблица 4.4.4 – Спецификация сборных конструкций

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

Объем работ по заливке швов плит перекрытия определяется их длиной по выражению:

$$L_{ш} = \sum L_{прод i} \cdot n_{прод i} + \sum L_{поп j} \cdot n_{поп j}, \text{ м}, \quad (4.4.54)$$

где $L_{прод i}$ – длина продольного i -го шва, м; $n_{прод i}$ – количество продольных i -х швов, шт.

$L_{поп j}$ – длина поперечного j -го шва, м; $n_{поп j}$ – количество поперечных j -х швов, шт.

Объем электросварочных работ определяется длиной сварного шва:

$$L_{св} = \sum L_{св i} \cdot n_{св i}, \text{ м}, \quad (4.4.55)$$

где $L_{св i}$ – длина i -го электросварочного шва (на один анкер или связь примерно можно принять

$L_{св i} = 0,04 \dots 0,05$ м); $n_{св i}$ – количество i -х анкеров или связей, шт.

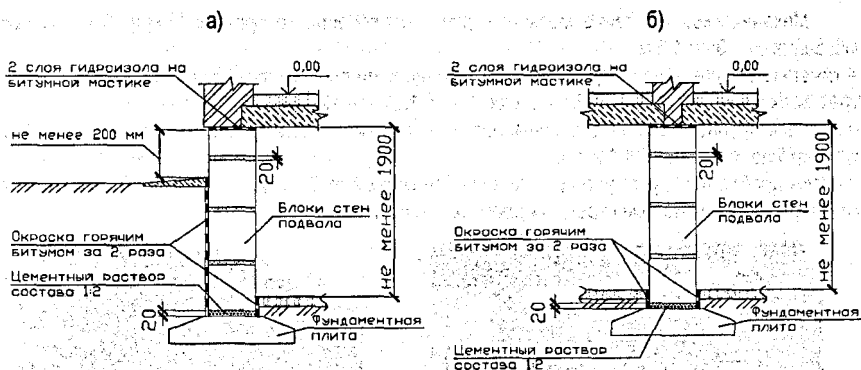
Объем работ по антикоррозионному покрытию сварных швов определяется их количеством, при этом на связи АС1, АС3 принимается два электросварочных шва, а на АС2 – один.

4.4.2.4. Определение объемов гидроизоляционных работ

Гидроизоляцию стен подвала следует устраивать по типовым схемам (серия 2.110-1, вып.1), приведенным на рис.4.4.20, при этом в случае высокого изначального уровня грунтовых вод на период эксплуатации здания устраивается горизонтальный дренаж.

В случае монолитных фундаментов горизонтальная гидроизоляция из цементного раствора 1:2 устраивается толщиной 30 мм.

Объем работ по устройству окрасочной, цементно-песчаной и оклеечной изоляции определяется площадью изолируемой поверхности.



а) наружных стен; б) внутренних стен

Рисунок 4.4.20 – Схема устройства гидроизоляции стен подвала из сборных элементов при отсутствии напора грунтовых вод

4.4.3. Предварительный выбор методов производства работ.

4.4.3.1. Предварительный выбор методов производства земляных работ.

А. Разработка мероприятий по защите выемок от грунтовых вод

В случае, если уровень грунтовых вод превышает уровень дна выемки, необходимо разработать специальные мероприятия по защите ее от грунтовых вод на период строительства.

При расположении дна выемки на или в водоупорном слое (совершенная выемка) возможно применение открытого водоотлива (см. [20], с.17...18). Более широко в строительстве используется глубинное водопонижение, которое подробно отражено в [3], раздел 6 или [20].

В случае котлованов применяется контурная водопонижительная система, а в случае траншей – линейная с односторонним или двухсторонним расположением иллофильтров.

Б. Разработка мероприятий по производству земляных работ в зимнее время

Грунт устойчиво замерзает через 5...20 суток после наступления периода с отрицательными температурами. Скальные грунты практически не замерзают, сухие песчаные замерзают мало.

Эффективность разработки грунтов зимой в значительной степени зависит от правильного выбора способа разработки (см. [4], глава 1), который определяется объемом работ, местными метеорологическими и гидрогеологическими условиями, наличием необходимых машин и механизмов, энергоресурсов.

В первую очередь предпочтение следует отдавать предохранению грунта от промерзания и рыхлению мерзлого грунта. Довольно широко применяется рыхление мерзлого грунта взрывом и механическое рыхление. В значительно меньшей степени в строительстве применяется непосредственная разработка мерзлого грунта и его оттаивание.

Наименьшее удорожание земляных работ получается, если своевременно, до наступления зимы, выполнить меры по предохранению грунта от промерзания, которые проводятся глубокой осенью после окончания дождей и наступления первых морозов (см. [2], раздел 2).

Механическое рыхление мерзлого грунта целесообразно применять при глубинах промерзания от 0,3 до 1,5 м:

- тяжелыми одно-, двух- и трехстойковыми навесными рыхлителями статического действия на тракторах мощностью до 221 кВт и более (рис.4.4.21, 4.4.22);
- методом крупного скола – дизель-молотами с клиньями, трех- и одноклинными рыхлителями ударного действия (рис. 4.4.23, б...д);
- путем дробления грунта ударом – клин-бабой массой от 0,85 до 3,5 т, навешиваемой на экскаваторы, оборудованные стрелами драглайна (рис.4.4.23,а).

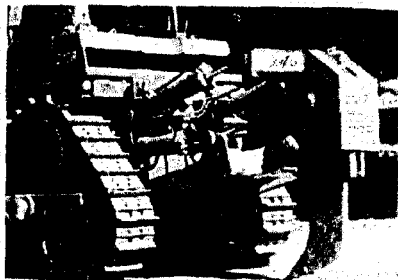


Рисунок 4.4.21 – Компоновка одностоечного рыхлительного оборудования на гусеничном тягаче

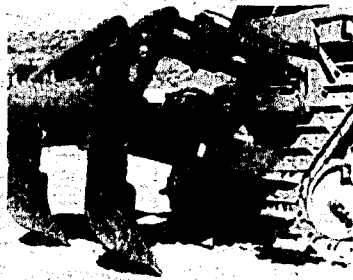


Рисунок 4.4.22 – Рыхлитель с двумя рыхлящими зубьями

Конструктивно рыхлители выпускают с трех- и четырехзвенной навеской с жестким или шарнирным креплением зубьев.

За один проход навесные рыхлители РМГ-3 и ДЗ-34С (на базе трактора ДЭТ-250) могут разрыхлять мерзлый грунт на глубину 0,4...0,7 м. При глубине рыхления до 50-60 см и температуре выше -7... -8 °С: производительность рыхлителей доходит до 250...300 м³/ч. Однако при глубине промерзания грунта до 1,3 м (требуется несколько проходов) и температуре -10...-12 °С производительность составляет 80...100 м³/ч. Технические характеристики навесных рыхлителей приведены в [4], табл. 21.

Механическое рыхление динамическим воздействием на грунт осуществляется его раскалыванием или сколом молотами свободного падения и направленного действия (рис. 4.4.23). Для этой цели используют свободно падающие клин-молоты и шар-молоты (рис.4.4.23,а), падающие по направляющим клиновые рабочие органы (рис.4.4.23,б...д), забиваемые (рис.4.4.23, б), вибрационные (рис.4.4.23,в...д) и виброударные (рис. 4.4.23, д) рабочие органы.

Свободно падающие клин-молоты и шар-молоты широко применялись в недалеком прошлом в качестве дополнительного рабочего оборудования экскаваторов с механическим (канатным) приводом (рис. 4.4.23,а). Это было обусловлено простотой конструкции и тем, что их можно было изготовить в строительных организациях.

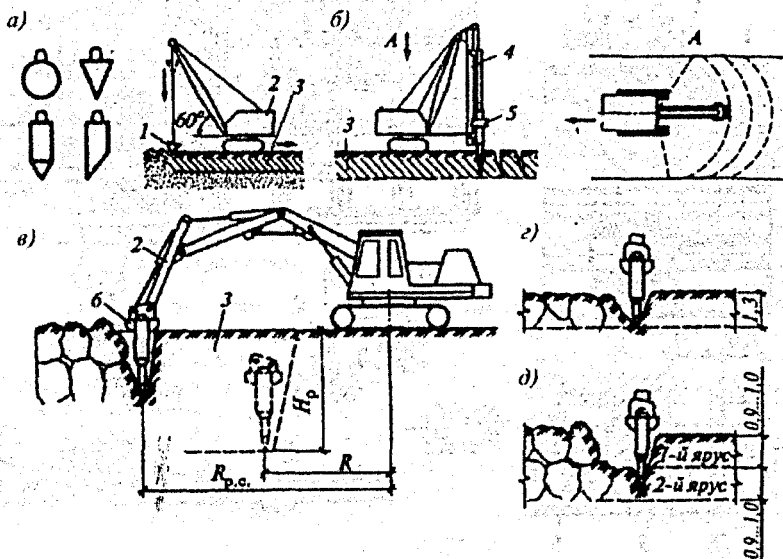
Молоты массой до 5 т сбрасываются высоты 5...8 м: молот в форме шара рекомендуется применять при рыхлении песчаных и супесчаных грунтов, а клин-молоты - для глинистых грунтов (при глубине промерзания 0,5...0,7 м).

В качестве недостатков, сдерживающих их распространение, следует отметить высокие динамические нагрузки на базовые машины, сильные сейсмические колебания грунта вокруг забоя, невысокую эффективность удара. При довольно высокой энергии удара (150 - 300 кДж)

производительность машин со свободно падающими рабочими органами очень низкая из-за больших затрат на ненаправленные удары и значительного рассеивания энергии.

При рыхлении крупным сколом рекомендуются следующие параметры рабочего оборудования: угол заострения клина в пределах $20...30$ градусов, ширина клина $200...300$ мм, отношение массы клина к массе ударного груза следует принимать в пределах $0,2...0,4$. При этом возможно рыхление грунта с глубиной промерзания до $1,5$ м.

Технические характеристики машин для рыхления крупным сколом приведены в [4], параграф 26.



а – схема рыхления молотом свободного падения (дробление ударом); б – рыхление дизель-молотом (рыхление крупным сколом); в – то же, вибромолотом; г – то же, при глубине промерзания до $1,5$ м; д – то же, при глубине промерзания более $1,5$ м; 1 – молот; 2 – экскаватор; 3 – мерзлый слой грунта; 4 – направляющая штанга; 5 – дизель-молот; 6 – вибромолот
Рисунок 4.4.23 – Рыхление мерзлого грунта динамическим воздействием

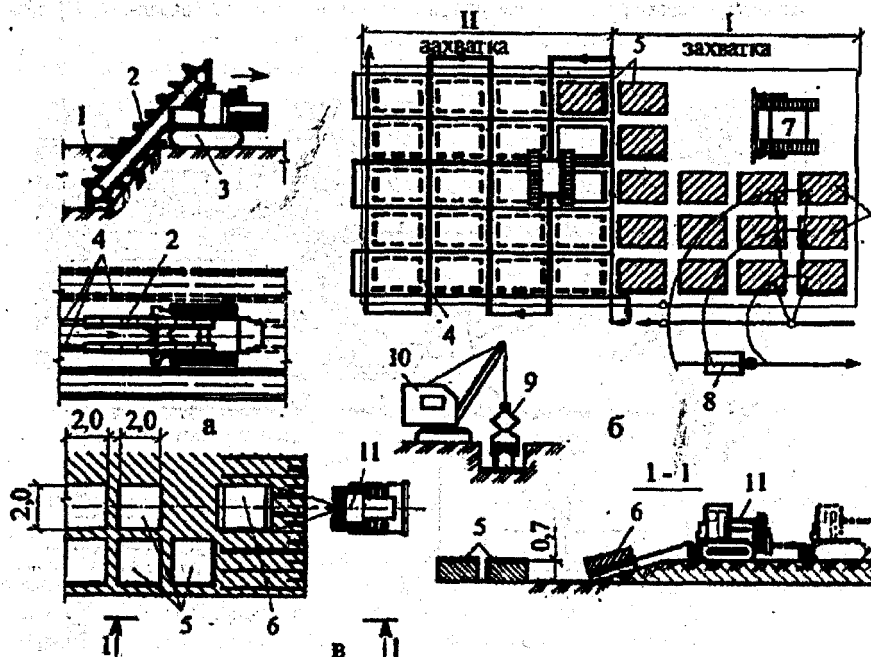
Взрывной способ рыхления мерзлого грунта используется на открытых, незастроенных участках строительной площадки при глубине промерзания свыше $1...1,3$ м (см. [4], параграф 1).

Непосредственная разработка мерзлого грунта (без предварительного рыхления) ведется двумя методами: блочным (рис.4.4.24) и механическим (рис.4.4.27, 4.4.28).

При блочном методе монолит мерзлого грунта разрезается на блоки землерезными машинами (по взаимно перпендикулярным направлениям), после чего блоки удаляют экскаватором при мелкоблочном методе (рис.4.4.24,а) и строительным краном или трактором - при крупноблочном методе (рис. 4.4.24,б,в).

При мелкоблочном методе и глубине промерзания до $0,6$ м достаточно сделать только продольные разрезы, а при большей глубине – продольные и поперечные разрезы. Глубина прорезаемых щелей в мерзлом слое составляет $0,8h_{пр}$ ($h_{пр}$ – глубина промерзания), так как ос-

лабленный слой на границе мерзлой и талой зон не препятствует отрыву блоков от массива. Расстояние между нарезанными щелями зависит от размеров кромки ковша экскаватора (размеры блоков должны быть на 10-15 % меньше ширины зева ковша экскаватора). Для отгрузки блоков применяют экскаваторы с ковшом вместимостью 0,5 м³ и выше, оборудованные преимущественно обратной лопатой, так как выгрузка блоков из ковша прямой лопатой сильно затруднена.



а – нарезка щелей баровой машиной; б – метод разработки котлована с извлечением блоков из забоя строительным краном; в – то же, с извлечением блоков трактором; 1 – мерзлый грунт; 2 – режущие цепи (бары); 3 – экскаватор; 4 – щели в мерзлом грунте; 5 – нарезанные блоки; 6 – удаляемые блоки; 7 – стоянка крана; 8 – транспортное средство; 9 – клещевой захват; 10 – строительный кран; 11 – трактор

Рисунок 4.4.24 – Схема блочной разработки мерзлого грунта (размеры в метрах)

При методе разработки выемок с извлечением блоков из забоя глубину прорезаемых щелей принимают не менее глубины промерзания грунта.

Землерезные машины применяют для нарезания щелей шириной до 0,3 м представляют собой баровое, цепное и дискофрезерное рабочее оборудование, которое навешивается на серийные цепные траншейные экскаваторы (вместо основного рабочего органа), на гусеничные и пневмоколесные тракторы, дооборудованные гидромеханическими ходоуменьшителями, механизмами привода рабочих органов и гидравлическими подъемными механизмами для управления навесным оборудованием.

Главный параметр землерезных машин – максимальная глубина нарезаемой щели. Баровые рабочие органы – цепные бары от угольных врубовых машин или комбайнов в виде бесконечной цепи с режущими, обгачивающей плоскую раму с приводной и натяжной звездочками. Баровыми рабочими органами, прорезающими щели шириной 0,14 м, оборудуются цепные траншейные экскаваторы. Барами прорезают вертикальные продольные щели в однородных мерзлых грунтах на глубину до 2,0 м. На одну базовую машину могут быть навешены индивидуально гидроуправляемые один, два или три бара.



Рисунок 4.4.25 – Траншейный цепной экскаватор ЗЦУ-150-10W на базе трактора Беларус-82.1 (баровая установка)

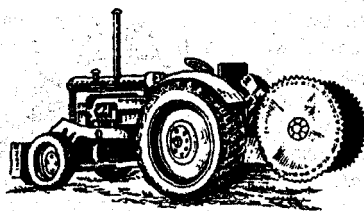


Рисунок 4.4.26 – Дискофрезерная машина

Основными достоинствами цепных и баровых землерезных машин являются простота конструкции и удобство в эксплуатации, небольшая металлоемкость и достаточно высокая (до $70 \text{ м}^3/\text{ч}$) производительность, недостатки – большие затраты мощности (до 60% от всей потребляемой) на измельчение грунта и преодоление трения в цепях, низкая долговечность рабочего органа, работающего в абразивной среде.

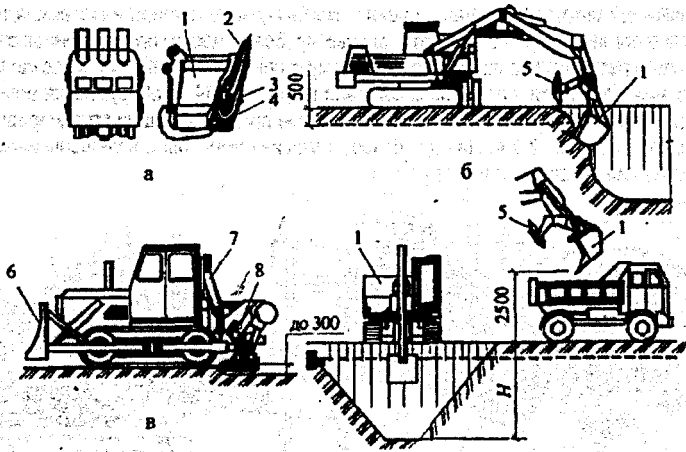
Дисковые щелерезные (дискофрезерные) машины нарезают в мерзлых грунтах щели шириной 80... 120 мм на глубину до 1...2 м с помощью одного или двух оснащенных режущими дисками (роторов) диаметром до 3 м (рис.4.4.26). Эти машины применяют также для рытья узких траншей прямоугольного профиля под кабели электропередач и связи, трубопроводов малых диаметров, а также вскрытия асфальтовых дорожных покрытий.

Дисковым рабочим оборудованием оснащаются траншейные экскаваторы и гусеничные тракторы, оборудованные ходоуменьшителями и бульдозерными отвалами. Привод рабочего органа может быть механическим и гидравлическим. Скорость резания составляет 2...3 м/с.

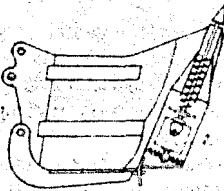
Основные достоинства дискофрезерных машин по сравнению с баровыми и цепными – пониженная энергоемкость процесса резания за счет малого количества трущихся поверхностей ротора, более высокая производительность и долговечность (в 2...3 раза) жесткого рабочего органа; основные недостатки – высокая металлоемкость и ограниченная глубина копания, составляющая примерно 0,5 диаметра ротора. Технические характеристики землерезных машин приведены в [4], параграф 28.

Механический метод основан на силовом (иногда в сочетании с ударным или вибрационным) воздействии на массив мерзлого грунта. Реализуется применением как обычных землеройных и землеройно-транспортных машин, так и машин, оборудованных специальными рабочими органами.

Обычные машины применяют при небольшой глубине промерзания грунта: экскаваторы с прямой и обратной лопатой с ковшем вместимостью до $0,65 \text{ м}^3$ – при промерзании 0,25 м; то же с ковшем вместимостью до $1,6 \text{ м}^3$ – 0,4 м; экскаваторы-драглайны – до 0,15 м; бульдозеры и скреперы – 0,05-0,1 м.

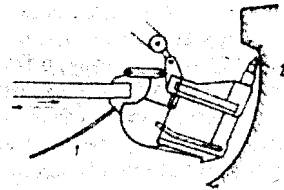


а – ковш экскаватора с активными зубьями; б – схема разработки выемки экскаватором, оборудованным обратной лопатой и захватно-клещевым устройством; в – землеройно-фрезерная машина; 1 – ковш; 2 – зуб ковш; 3 – ударник; 4 – вибратор; 5 – захватно-клещевое устройство; 6 – бульдозер; 7 – гидроцилиндр для подъема и опускания рабочего органа; 8 – рабочий орган
Рисунок 4.4.27 – Механический метод непосредственной разработки мерзлого грунта



1 – ковш; 2 – вибратор

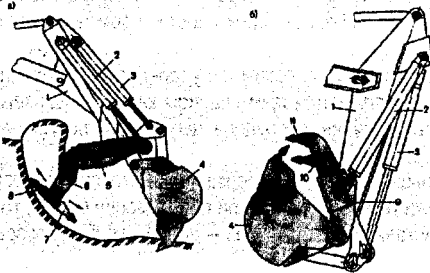
Рисунок 4.4.28 – Ковш экскаватора с виброударными зубьями



1 – воздушный шланг;

2 – пневмоударные зубья

Рисунок 4.4.29 – Ковш экскаватора с пневмоударными зубьями



1 – рукоять; 2,3 – гидроцилиндры; 4 – ковш;

5 – двулучный рычаг; 6 – клык-рыхлитель;

7 – передний зуб; 8 – задний зуб;

9 – коромысло

Рисунок 4.4.30 – Оборудование захватно-клещевого типа с однозубым (а) и трехзубым (б) рыхлителями

Расширение использования в зимнее время одноковшовых экскаваторов возможно при применении специального оборудования – ковшей с виброударными активными зубьями (рис. 4.4.28), пневмозубьями активного действия (рис. 4.4.27,а; 4.4.29) и ковшей с захватно-клевцевым устройством (рис. 4.4.27,б; 4.4.30). За счет избыточного режущего усилия одноковшовые экскаваторы могут послойно разрабатывать массив мерзлого грунта, объединяя процессы рыхления и экскавации.

Оборудование захватно-клевцевого типа (рис. 4.4.30) навешивается на гусеничные гидравлические экскаваторы 4-й и 5-й размерных групп и предназначено для рыхления мерзлых грунтов, взламывания асфальтобетонных дорожных покрытий, разборки старых зданий, снятия и укладки дорожных плит, труб, установки колодцев, погрузки негабаритов и т. п. Это оборудование, выпускаемое в двух исполнениях (с одно- и трехзубым рыхлителем-захватом), устанавливают вместо ковша и рукояти обратной лопаты. В комплект одностороннего рыхлителя (рис. 4.4.30, а) входят: двусторонний клык-рыхлитель со сменными передним и задним зубьями, шарнирно прикрепленный к двуплечему рычагу, ковш обратной лопаты и пара гидроцилиндров поворота рычага с рыхлителем относительно рукояти, взаимозаменяемых с гидроцилиндрами ковша обратной лопаты. Разработка грунта осуществляется при перемещении рукояти с клыком-рыхлителем к экскаватору или поворотом клыка в обе стороны относительно рукояти гидроцилиндрами, работающими от гидросистемы машины. При разрушении грунта передним зубом клык-рыхлитель движется к опирающемуся на грунт зубьями ковша, прорезая в грунте щель. Возникающие при этом усилия на зубьях рыхлителя и ковша направлены навстречу друг другу, чем значительно снижается передача нагрузки на базовую машину. Задний зуб клыка-рыхлителя, движущийся снизу вверх к экскаватору, используется как при рыхлении мерзлого грунта, так и при взламывании дорожных покрытий и погрузочно-разгрузочных работах.

Для послойной срезки мерзлого грунта можно использовать землеройно-фрезерные машины (рис.4.4.27,в; 4.4.31).

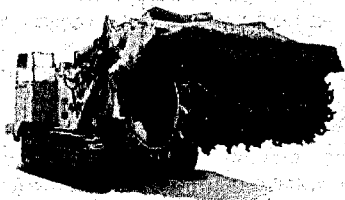


Рисунок 4.4.31 – Землеройно-фрезерная машина

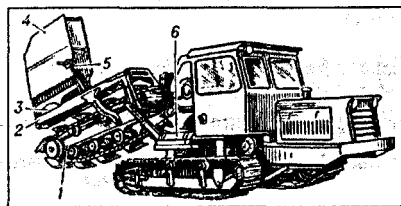


Рисунок 4.4.32 – Схема цепного траншейного многоковшового экскаватора

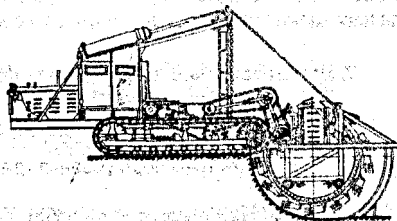


Рисунок 4.4.33 – Схема роторного многоковшового экскаватора

При разработке мерзлых грунтов в траншеях глубиной до 2 м в строительстве применяются также многоковшовые экскаваторы, которые представляют собой навесные или полупри-

цепное землеройное оборудование к гусеничным и пневмоколесным тягачам. Для обеспечения разработки мерзлого грунта применяют специальный режущий инструмент в виде клыков, зубьев или коронок со вставками из твердого металла, укрепляемых на ковшах.

Различают цепные (рис.4.4.32) и роторные (рис. 4.4.33) траншейные экскаваторы. Рабочим органом цепных является однорядная или двухрядная бесконечная цепь, огибающая наклонную раму и несущая на себе ковши или скребки. Рабочим органом роторных экскаваторов является жесткий ротор (колесо) с ковшами или скребками, вращающийся на роликах.

При производстве земляных работ в зимнее время разрабатывать и отвозить грунт необходимо сразу же после его подготовки (рыхления или оттаивания) во избежание повторного смерзания.

Снег или утепляющий материал с площади разработки грунта должен удаляться в случае, если разрабатываемый грунт предназначается для отсыпки полезных насыпей, не на всей площади сразу, а небольшими участками, площадь которых определяется:

- при утепленных забоях - суточной производительностью экскаватора при температуре наружного воздуха $t_{не} \geq -10$ °С и сменной производительностью при $t_{не} < -10$ °С;
- при не утепленных забоях - величиной фронта буровзрывных или иных работ, обеспечивающих сменную производительность экскаватора.

Если грунт направляется в отвал, то его можно разрабатывать вместе с уборкой снега и утепляющих материалов.

Котлованы и траншеи должны разрабатываться с применением мер против промерзания грунта в основании под закладываемые на нем фундаменты. Большие котлованы следует разрабатывать по секциям, площадью не более 300 м² (см.[8], п.6.3). После окончания разработки грунта в секции немедленно начинают последующие работы.

Грунт, используемый в дальнейшем для обратной засыпки, необходимо укладывать в кавальеры возможно большего размера по высоте и ширине для уменьшения его промерзания. Дно котлована или траншеи следует зачищать непосредственно перед закладкой фундаментов.

Котлованы и траншеи должны засыпаться грунтом с соблюдением следующих требований: – количество мерзлых комьев в грунте обратной засыпки пазах не должно превышать 20% для наружных пазух;

- при засылке пазух внутри зданий и грунта подсыпки под полы применение мерзлого грунта не допускается.

Для обеспечения разработки мерзлого грунта скреперами должно быть произведено перекрестное рыхление (в двух направлениях) грунта навесными рыхлителями.

Оттаивание мерзлого грунта, как наиболее дорогой способ, применяется в тех случаях, когда невозможно использование других способов (см. [4]).

В. Предварительный выбор методов разработки котлованов и траншей

Исходными данными являются: дальность перемещения грунта из котлована на площадку $L_{сп}^K$; дальность транспортирования грунта в отвал L и/или кавальеры; глубина котлована h_k ; заданный срок производства работ T_z ; условия производства работ; гидрогеологические условия; принятые методы защиты от подземных вод; вид грунта; принятые методы производства земляных работ в зимнее время.

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

Таблица 4.4.5 – Возможные методы производства земляных работ при разработке строительных выемок.

Виды земляных работ	Чем рекомендуется выполнять
1	2
А. Разработка котлованов	
1. При глубине до 3 м: а) с использованием грунта для вертикальной планировки площадки;	Бульдозерами при L_{cp}^K до 100...150 м; скреперами при L_{cp}^K до 3...5 км; одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с погрузкой грунта в транспорт и последующим его разравниванием в насыпи ($L_{cp}^K > 100...150$ м) и/или с отсыпкой грунта на бровку (работа навывмет) с последующим его перемещением в насыпь бульдозером ($L_{cp}^K < 100...150$ м).
б) с отвозкой грунта за пределы стройплощадки	Скреперами при L_{cp}^K до 3...5 км; одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) со сменным оборудованием «обратная лопата» и «драглайн» с разработкой грунта в транспорт и навывмет (при отсыпке грунта кавальеров) или «прямая лопата» с разработкой грунта в транспорт.
2. При глубине свыше 3 м: а) с ярусной разработкой грунта: – верхний ярус (h_k до 3 м); – нижний ярус; б) с разработкой на всю глубину	В соответствии с п. А), 1, а, б. Одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с погрузкой грунта в транспорт. Одноковшовыми экскаваторами (погрузчиками) с разработкой грунта в транспорт и навывмет (сменное оборудование – «обратная лопата» и «драглайн») или только в транспорт (сменное оборудование – «прямая лопата»).
Б) Разработка траншей	
1. Прямолинейные траншеи большой протяженности при ширине по низу до 2,5 м и глубине до 3,5 м.	Многоковшовыми экскаваторами (цепными, роторными, траншеекопателями).
2. Прямолинейные и ломаные в плане: – глубиной до 4...5 м. – глубиной более 4...5 м.	Одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием «обратная лопата» и «драглайн» (при любой ширине) или «прямая лопата» (при ширине траншей > 3 м). То же, со сменным оборудованием «драглайн»

Примечания:

1. В случае использования открытого водоотлива при высоком уровне грунтовых вод выемки более целесообразно разрабатывать одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием «драглайн», «обратная лопата» или многоковшовыми экскаваторами, так же, как и в случае применения глубинного водопонижения в глинистых и суглинистых грунтах.
2. Одноковшовый экскаватор «прямая лопата» предпочтительно работает только в транспорт.

Г. Предварительный выбор технологии выполнения вспомогательных земляных работ

Разработку недобора выполняют вручную и с использованием экскаваторов-планировщиков (если позволяют условия).

Зачистку дна котлованов и траншей производят вручную.

Формирование кавальеров, предназначенных для хранения грунта обратной засыпки пазух и грунта подсыпки под полы, можно производить путем:

- отсыпки грунта одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием «обратная лопата» и «драглайн» на бровку при работе последних навывмет;
- отсыпки грунта автосамосвалами; загружаемыми одноковшовыми экскаваторами или погрузчиками;
- разработки и перемещения грунта в верхней части котлована бульдозером или скрепером, что возможно при выполнении работ в летнее время в случае, когда срезаемая толщина грунта, суммированная с запасом порядка 0,5 м, не превышает глубины залегания грунтовых вод.

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

Перемещение грунта кавальеров после его отсыпки экскаваторами на бровку чаще выполняется бульдозерами. Возможно также использование для этих целей и одноковшовых экскаваторов.

Засыпку грунта подсыпки под полы, устраиваемую после устройства фундаментов, чаще выполняют одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием «обратная лопата», «драглайн» или «грейфер». Реже применяются краны с использованием грейферного ковша или система транспортеров. Предпочтение следует отдавать экскаваторам «грейфер», обеспечивающим минимальный риск с точки зрения повреждения фундаментов.

Обратную засыпку пазух котлованов и траншей можно производить бульдозерами, а также одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием «обратная лопата», «драглайн» или «грейфер».

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

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

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

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

Послойное разравнивание грунта пазух и подсыпки можно выполнять:

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

4.4.3.2. Предварительный выбор методов производства монтажных работ

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

При возведении подземной части зданий в открытых котлованах средства механизации (монтажные краны) могут располагаться:

– на бровке котлована, при ширине котлована по верху до 18...24 м и большой насыщенности фундаментами (см. рис. 2.3);

– на дне котлована при его ширине более 18...24 м (см. рис. 2.6, 2.7).

Для сооружений, имеющих в плане сложную форму и значительные размеры, возможно комбинированное расположение средств механизации, т.е. как в котловане, так и за его пределами (на бровке).

При наличии в основании мелких песков, пылевато-глинистых грунтов, насыщенных водой, ленточных глин не рекомендуется установка монтажных механизмов в котловане во избежание нарушения грунта основания.

Сборные элементы подземной части зданий и сооружений по последовательности установки можно монтировать:

– раздельным методом, при котором фундаментные плиты, стеновые блоки, плиты перекрытия, лестничные марши и площадки монтируются отдельными потоками (данный метод чаще применяется при размещении монтажных механизмов на бровке выемок);

– комплексным методом, при котором одновременно в одном потоке монтируются сразу все элементы (рекомендуется использовать в случае монтажа конструкций методом "на себя" при нахождении монтажного крана на дне выемки);

– комбинированным методом, при котором часть конструкций монтируется раздельным методом, а часть – комплексным (рационально применять при комбинированном расположении монтажных средств).

Монтаж сборных конструкций подземной части зданий выполняют, чаще всего, самоходными стреловыми кранами и реже – башенными кранами на рельсовом ходу.

При размещении монтажных кранов в котлованах целесообразно использовать легкие мобильные монтажные машины (автомобильные, пневмоколесные и гусеничные краны, а также краны-экскаваторы).

Если монтажные механизмы располагаются вне котлована, то в этом случае используют более мощные самоходные стреловые краны или башенные краны.

При расположении крана с одной стороны котлована существенно сокращается площадь склада и протяженность подъездных путей, однако при этом увеличивается требуемая мощность кранов.

При сложной конфигурации, когда монтажные механизмы располагаются как в котловане, так и вне котлована, могут быть использованы мобильные стреловые и башенные краны.

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

4.4.3.3. Предварительный выбор методов производства монолитных железобетонных работ

Выбор типа опалубки следует производить в соответствии с разделом 4.4.2.2,А, табл.4.4.1.

Наиболее массовой опалубкой при возведении ленточных фундаментов и стен подвалов является разборно-переставная опалубка из унифицированных элементов, которая может быть:

- мелкощитовой с установкой отдельных щитов вручную;
- крупнощитовой из щитов с размерами по длине от 2,1 до 5,7 м (модуль 0,3 м) и по высоте 2,8 и 3 м, которую устанавливают кранами.

Арматурные сетки, каркасы устанавливают до установки стяжек, которыми соединяют опалубочные плоскости.

Арматурные сетки подошвы, ступени ленточных фундаментов устанавливают, как правило, до установки опалубки.

Арматурные сетки, каркасы массой до 100 кг можно устанавливать вручную, а при массе равной более 100 кг – монтажными кранами с помощью четырехветвевых стропов.

В зависимости от конструктивных особенностей ленточные фундаменты бетонируют в один, два или три этапа.

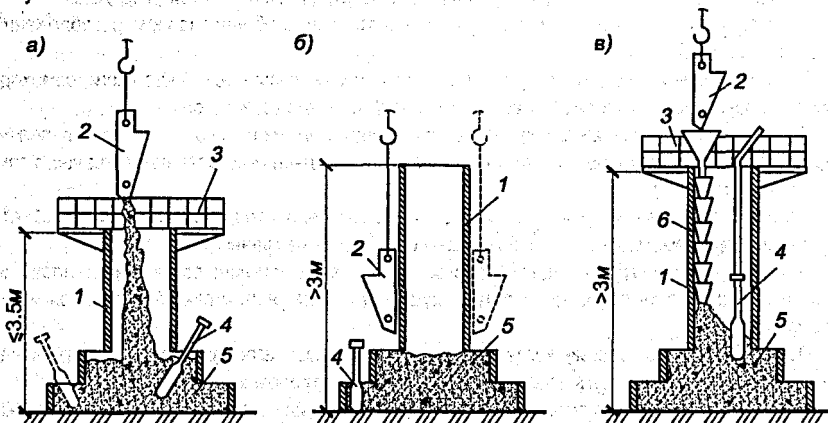
Одноэтапное послойное бетонирование применяется при устройстве фундаментов прямоугольного сечения или переменного сечения при его площади менее 3 м² (рис.4.34, а).

При площади переменного поперечного сечения более 3 м² бетонирование производят в два этапа, сначала бетонируют ступень, а затем – стену (рис.4.34, б).

В три этапа бетонируют ленточные фундаменты с подколонниками, применяемые в каркасных зданиях.

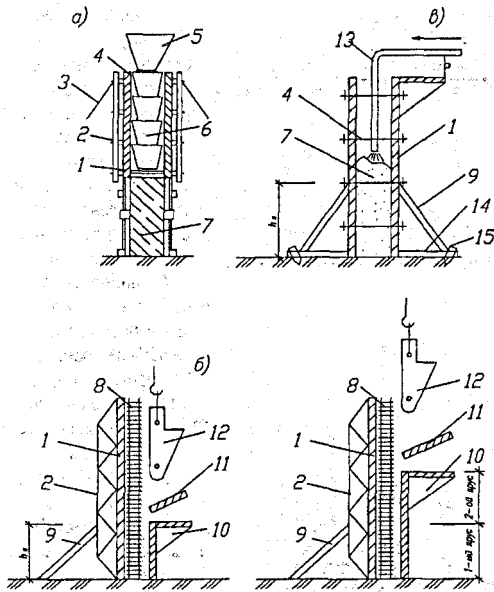
Чтобы предотвратить образование усадочных трещин при двухэтапном бетонировании массивных ступеней по окончании бетонирования ступеней делают технологический перерыв для набора прочности бетоном и его усадки.

Принимаемый способ бетонирования зависит также от толщины и высоты стен, вида опалубки.



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

Рисунок 4.4.34. Схемы бетонирования (а...в) ступенчатых ленточных фундаментов с подачей бетонной смеси краном в бадьях



- а) стен толщиной 0,5 м и более и высотой более 3 м; б) тонких стен; в) послойное бетонирование стен бетононасосами; 1 – щиты опалубки; 2 – связь жесткости; 3 – расчалка; 4 – стяжка; 5 – воронка; 6 – звеньевой хобот; 7 – телескопические стойки; 8 – арматурный каркас; 9 – подкос; 10 – подмости; 11 – направляющий щит; 12 – бадья; 13 – рукав бетононасоса; 14 – распорка; 15 – свайка.

Рисунок 4.4.35 – Схемы бетонирования стен ленточных фундаментов

Стены фундаментов высотой до 10 м должны бетонироваться участками высотой не более 3 м. Спуск бетонной смеси в опалубку с высоты более 3 м должен производиться через звеньевые хоботы (рис.4.4.34, в) или концевой шланг бетоновода (рис.4.4.35, в). При высоте спуска более 10 м используются виброхоботы.

Тонкие стены толщиной менее 150 мм следует бетонировать ярусами высотой до 2 м (рис.4.4.35, б). Опалубка при этом возводится с одной стороны на всю высоту фундамента, а с другой – поярусно.

В особых случаях, требующих одновременного возведения сторон опалубки на всю высоту фундаментов, допускается укладка бетонной смеси через окна или проемы в опалубке.

Бетонная смесь в опалубку может подаваться кранами в бадьях (рис.4.4.39), бетоноукладчиками (рис.4.4.36, а), виброконвейерным транспортом (рис.4.4.36, б) а также бетононасосами (рис.4.4.36, в) и ленточными конвейерами (рис.4.4.37).

Возведение монолитных фундаментов и стен должно выполняться комплексномеханизированным способом, при котором все процессы выполняют с помощью специально подобранных комплектов машин (см.[12] или табл. 4.4.6).

Ведущим процессом при устройстве фундаментов является бетонирование.

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

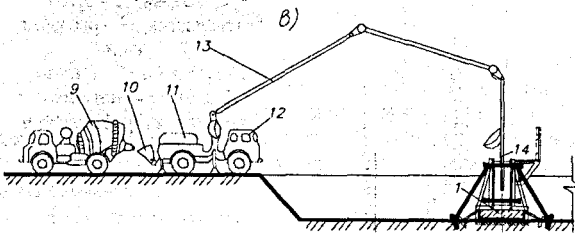
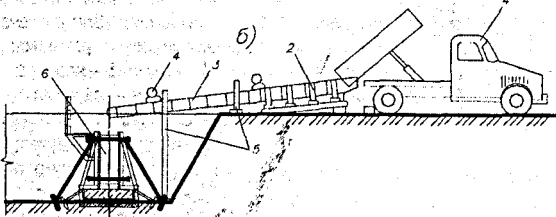
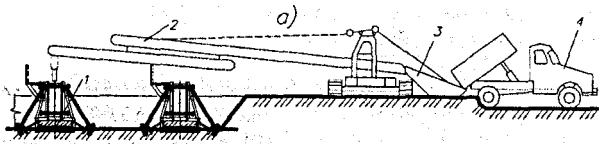
Требуемый темп укладки бетонной смеси можно ориентировочно определить по выражению:

$$V_{\text{ЗСМ}}^{\text{ТР}} = \frac{K \cdot V_{\text{е}}}{T_{\text{ТР}}}, \text{ м}^3 / \text{см} \quad (4.4.56)$$

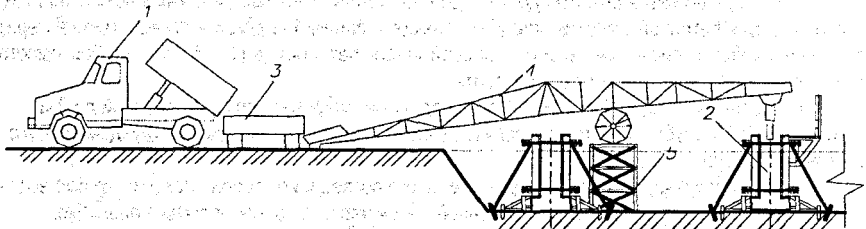
где $V_{\text{е}}$ – объем бетона, подлежащий укладке в опалубку, м^3 ;

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

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



- а) самоходными бетоноукладчиками;
 б) виброконвейерным транспортом;
 в) автобетононасосами;
 1 – бетонлируемые фунда-менты;
 2 – телескопическая стрела бетоноукладчика;
 3 – бетоноукладчик;
 4 – автосамосвал;
 5 – виброжелоб;
 6 – стойка; 7 – вибратор;
 8 – вибропитатель;
 9 – автобетоносмеситель;
 10 – приемный бункер;
 11 – бетононасос;
 12 – базовый автомобиль;
 13 – стрела;
 14 – гибкий рукав
Рисунок 4.4.36 – Технологические схемы бетонирования фундаментов



- 1 – автосамосвал; 2 – бетонлируемая конструкция;
 3 – вибропитатель; 4 – ленточный конвейер; 5 – передвижная эстакада
Рисунок 4.4.37 – Схема подачи бетонной смеси при устройстве фундаментов ленточным конвейером

$$T_{\text{пр}} = T_3 \cdot m \cdot K_c, \text{ см.} \quad (4.4.57)$$

где T_3 – заданный срок производства работ в днях;

m – принятое количество смен в дне;

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

В соответствии с размерами фундаментов и требуемым темпом бетонирования машину для укладки бетона (рис.4.4.36, 4.4.37) принимают по табл. 4.4.6, 4.4.7.

Таблица 4.4.6 – Комплектование машин для комплексного выполнения бетонных работ

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

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

Интенсивность подачи бетонной смеси, м ³ /см	Ширина здания (конструкция), м	Типы и типоразмеры машин для подачи и укладки бетонной смеси
1	2	3
До 25	До 15	Краны стреловые автомобильные грузоподъемностью 6,3...10 т. Виброконвейеры длиной 4...6 м. Автобетононасос производительностью 40 м ³ /ч с распределительной стрелой.
	15-30	Краны стреловые автомобильные грузоподъемностью 10...16 т. Краны стреловые пневмоколесные грузоподъемностью 16...25 т. Краны стреловые гусеничные грузоподъемностью 16...25 т. Виброконвейеры длиной 6 м. Автобетононасос производительностью 40 м ³ /ч с распределительной стрелой.
25-50	До 15	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 25...40 т. Бетоноукладчик ленточный производительностью 20 м ³ /ч с распределительной стрелой. Автобетононасос производительностью 40 м ³ /ч с распределительной стрелой.
	15-30	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 25...63 т. Бетоноукладчик ленточный производительностью 20 м ³ /ч с распределительной стрелой 21 м. Автобетононасос производительностью 40 м ³ /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 20 м ³ /см с автономной распределительной стрелой.
50-100	До 30	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 40...63 т. Бетоноукладчик ленточный производительностью 20 м ³ /ч с распределительной стрелой 21 м. Автобетононасос производительностью 40 м ³ /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 20 м ³ /см с автономной распределительной стрелой.
	30...60	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 40...63 т. Автобетононасос производительностью 40 м ³ /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 20 м ³ /см с автономной распределительной стрелой.
100-200	До 30	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 40...63 т. Автобетононасос производительностью 60 м ³ /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 20...40 м ³ /см с автономной распределительной стрелой.
	30...60	Краны стреловые пневмоколесные и гусеничные грузоподъемностью 63 т. Автобетононасос производительностью 60 м ³ /ч с распределительной стрелой. Бетононасос прицепной производительностью 40 м ³ /см с автономной распределительной стрелой.

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

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

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

4.4.4. Выбор ведущих машин и механизмов по рабочим параметрам.

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

А. Подбор скреперов и бульдозеров

В случае разработки котлованов и траншей скреперами или бульдозерами их подбор по рабочим параметрам производится по методике, изложенной в разделе 7 [13], однако при этом необходимо учесть дополнительные объемы земляных работ, связанные с необходимостью устройства въездов и выездов.

Объемы въездов и выездов определяются на основании предварительно составленных схем разработки котлованов или траншей (см. рис.4.4.11,12) по формуле (4.4.50), в которую m' подставляется из табл. П1.4.

Б. Подбор одноковшовых экскаваторов

Ёмкость ковша экскаватора подбирается из следующих условий:

а) Условие наполнения ковша "с шапкой" за одно черпание.

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

Данное условие выдерживается при соблюдении неравенств:

– для рабочего оборудования «прямая и обратная лопата»

$$h_k \geq h_{\min}, \quad (4.4.58)$$

– для рабочего оборудования «драглайн»

$$l_e \geq l_{e\min}, \quad (4.4.59)$$

где h_{\min} – наименьшая высота (глубина) забоя, обеспечивающая наполнение ковша "с шапкой" за одно черпание (см. табл. П2.1, П2.2);

l_e – длина пути волочения ковша драглайна, м (см. рис.4.4.38);

$l_{e\min}$ – нормальная длина пути волочения, обеспечивающая заполнение ковша драглайна, м (см. табл. П2.3).

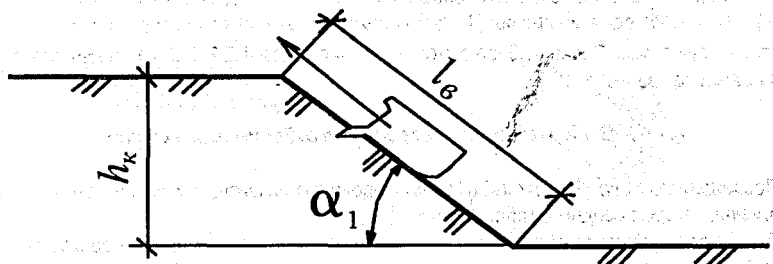


Рисунок 4.4.38 – Схема к определению длины пути волочения ковша экскаватора «драглайн»

Группа грунта устанавливается по [14], с.6...14 или прил., табл. П2.5 (следует на этапе выбора емкости ковша экскаватора рассматривать немерзлый грунт).

$$l_e = h_k / \sin \alpha_i, \text{ м.} \quad (4.4.60)$$

где α_i – угол внутреннего откоса экскаваторного забоя, град (см. табл. П2.4).

б) Условие выполнения работ в заданные сроки.

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

Для обеспечения данного условия необходимо соблюдение неравенства

$$H_{\text{мер}} \leq H_{\text{мер}}^{\text{тп}}, \quad (4.4.61)$$

где $H_{\text{мер}}$ – норма машинного времени, соответствующая принятой ёмкости ковша, маш-час;

$H_{\text{мер}}^{\text{тп}}$ – требуемая норма машинного времени, маш-час.

$$H_{\text{мер}}^{\text{тп}} = \frac{E \cdot T_{\text{тп}}}{V} \cdot t_{\text{см}} \cdot n_{\text{зв}}, \text{ маш-час,} \quad (4.4.62)$$

где $T_{\text{тп}}$ – требуемая продолжительность выполнения процесса, см (см. формулу (1.5));

E – единица измерения объёма работ (при разработке грунта одноковшовыми экскаваторами $E = 100 \text{ м}^3$);

t – количество смен в дне (при механизированной разработке чаще принимается $t = 2$ см);

$n_{\text{зв}}$ – принятое количество звеньев (машин), шт;

V – объём грунта, разрабатываемый экскаватором, м^3 .

$H_{\text{мер}}$ принимается по [14], Е 2-1-8, Е 2-1-11, Е 2-1-13 (для прямой и обратной лопаты при разработке котлованов и траншей, соответственно) или Е 2-1-10 (для драглайна).

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

в) Обеспечение заданной ширины выемки по дну.

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

$$b_{\text{тп}} \geq b_{\text{min}}, \text{ м,} \quad (4.4.63)$$

где b_{min} – наименьшая ширина по дну забоя экскаватора м (см. табл. П2.6).

Определяющими при выборе ёмкости ковша экскаватора являются условия (4.4.58, 4.4.59, 4.4.60). Условие (4.4.61) легко обеспечивается путем изменения количества звеньев (машин). При несоблюдении условия (4.4.63) необходимо выполнить перерасчёт объёма траншеи, приняв $b_{\text{тп}} = b_{\text{min}}$. После выбора ёмкости ковша по табл. П2.7, 2.8, 2.9 принимается конкретная марка экскаватора.

4.4.4.2. Выбор монтажных кранов по рабочим параметрам

Предварительно по [22] или табл.П2.10 подбираем захватные и вспомогательные приспособления, которые сводим в таблицу 4.4.8.

Для укладки фундаментных плит и блоков стен, плит перекрытия длиной до 6 м, бетонной смеси в бадьях, арматурных сеток чаще используется четырехветвевая строп. Установку фундаментных блоков стен, укладку бетонной смеси в бадьях можно также выполнять двухветвевым стропом. При монтаже плит перекрытия длиной более 6 м целесообразно использовать траверсы.

Таблица 4.4.8 – Ведомость захватных и вспомогательных приспособлений

№ п/п	Наименование, марка	Эскиз	Грузоподъёмность, т	Параметры		Назначение
				Q _с , т	h _с , м	
1	2	3	4	5	6	7
2						

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

Подбор крана производим по следующим параметрам:

а) Требуемая грузоподъёмность, Q_{mp} .

$$Q_{mp} = g_3 + g_c, \text{ т.} \quad (4.4.64)$$

где g_3 – масса элемента, т;

g_c – масса захватного приспособления, т.

При подаче бетонной смеси в бадьях масса элемента принимается равной

$$g_3 = q_6 + V_6 \cdot \gamma_6 + g_c, \text{ т.} \quad (4.4.65)$$

где q_6 – масса бадьи, т;

V_6 – объем бадьи, м³;

γ_6 – плотность бетонной смеси, т/м³ ($\gamma_6 = 2,4 \dots 2,5 \text{ т/м}^3$).

б) Требуемая высота подъёма крюка H_{mp} (см. рис.4.4.39, 4.4.40)

$$H_{mp} = h + h_3 + h_2 + h_c, \text{ м,} \quad (4.4.66)$$

где h – превышение уровня опирания конструкции над уровнем стоянки крана, м;

h_3 – 0,5 м – высота запаса, м;

h_2 – монтажная высота элемента, м;

h_c – расчётная высота строповки, м.

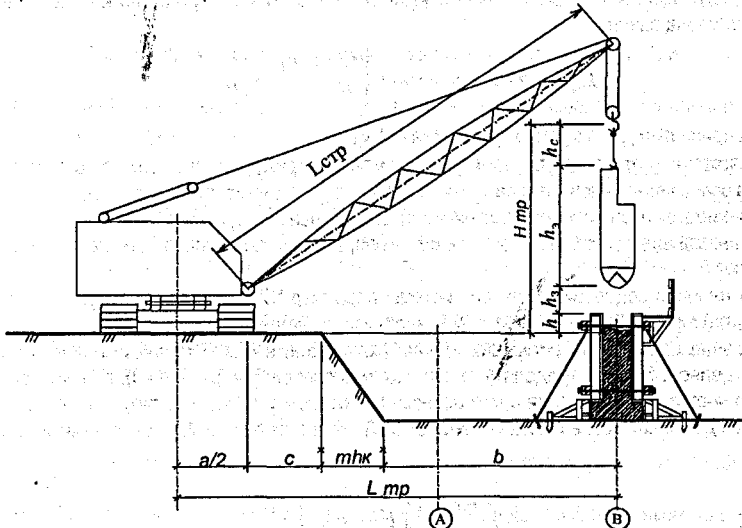


Рисунок 4.4.39 – Схема к определению H_{mp} и L_{mp} при подаче бетонной смеси краном в бадью

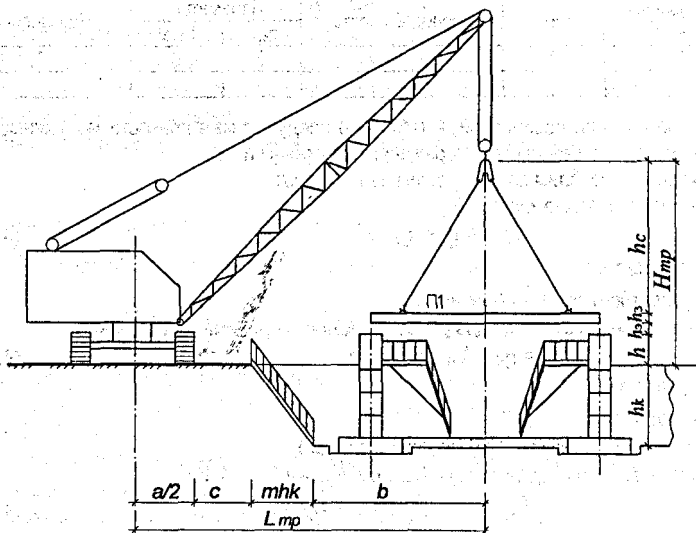


Рисунок 4.4.40 – Схема к определению H_{mp} и L_{mp} при монтаже плиты перекрытия с расположением крана на бровке

в) Требуемый вылет стрелы крана L_{mp} (см. рис.4.4.39, 4.4.40) при расположении крана на бровке котлована равен:

$$L_{mp} = a/2 + c + \max \left\{ \frac{C + mh_k}{F} \right\}, \text{ м.} \quad (4.4.67)$$

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

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

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

F – минимально допустимое расстояние от опоры крана до подошвы откоса, м (см. [6] или табл. П2.11).

При наличии водопонизительной системы параметр "С" принимается из условия, чтобы между коллектором и ближайшей опорой крана было не менее 0,5 м.

В случае сложной конфигурации здания (котлована) в плане требуемый вылет стрелы крана L_{mp} целесообразно определять графическим способом (см. рис.4.4.40), для чего строго в масштабе чертится план здания с котлованом, на котором указаны монтируемые краном элементы. Ось движения крана располагается от бровки на расстоянии Z , определяемом по выражению

$$Z = \frac{a}{2} + \max \left\{ \frac{C}{F - mh_k} \right\}, \text{ м.} \quad (4.4.68)$$

Для рассматриваемого элемента находится положение крана, при котором будет требоваться минимальный требуемый вылет, величина которого определяется путем замера линейкой.

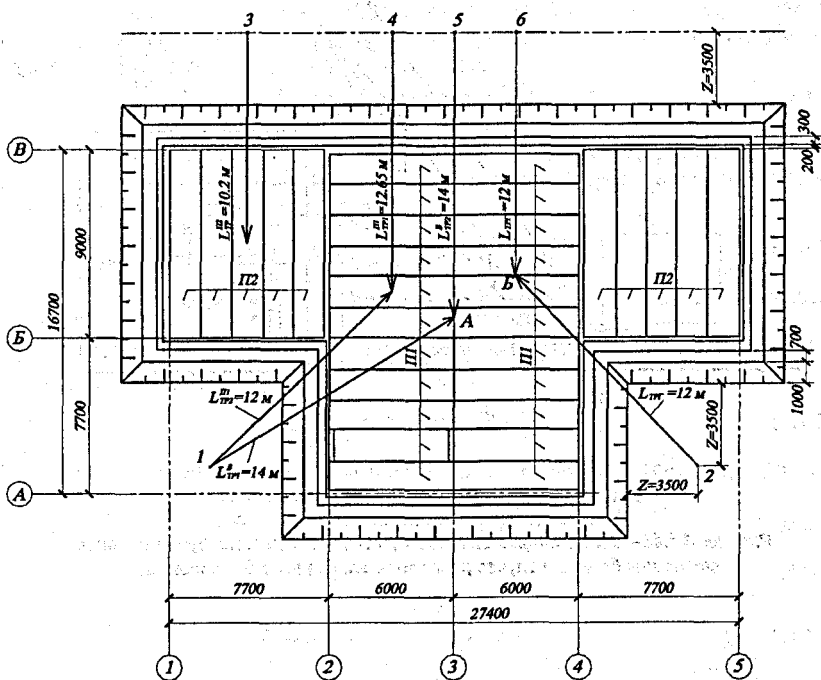


Рисунок 4.4.41 – Схема к определению L_{mp} графическим способом

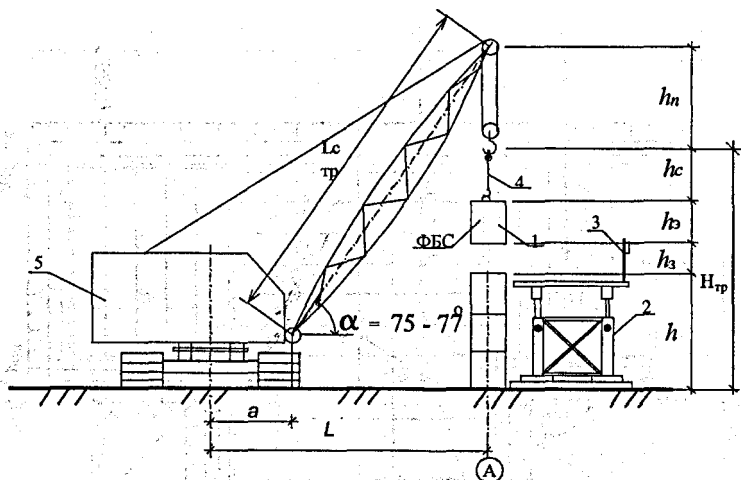
При монтаже плиты перекрытия П1 на рис.4.4.41 в случае расположения крана вдоль оси "В" (стоянка №4) требуемый вылет равен $L_{mp1}^{III} = 12,65 м$, а в случае расположения между осями "1-2" и "А-Б" (стоянка №1) - $L_{mp2}^{III} = 12 м$. Окончательно в качестве требуемого вылета для плиты П1 принимаем минимально возможный вылет, т.е. $L_{mp}^{III} = 12 м$.

При укладке бетонной смеси в тело фундамента по оси "3" (рис.4.4.40) находится равноудаленная точка фундамента относительно стоянок №1 и 5, при этом требуемый вылет равен $L_{mp}^I = L_{mp1}^I = L_{mp2}^I = 14 м$.

При монтаже конструкций подземной части с заездом крана на дно выемки (рис. 4.4.42, 4.4.43) H_{mp} и Q_{mp} определяются по ранее приведенным формулам (4.4.65, 4.4.66), а требуемый вылет стрелы крана L_{mp} по формуле:

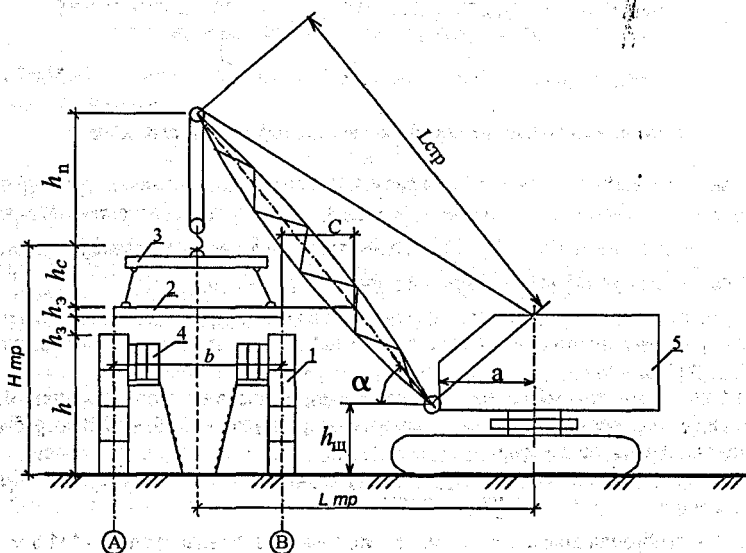
$$L_{mp} = L_{cmp} \cos \alpha + a, \quad (4.4.69)$$

где L_{cmp} - требуемая длина стрелы, м; α - угол наклона стрелы, град.; $a = 1+1.5 м$ - расстояние от оси вращения крана до пяты стрелы (уточняется после выбора конкретного крана).



- 1 – фундаментный блок; 2 – подмости с выдвигаемыми стойками;
3 – ограждение; 4 – двухветвевой строп; 5 – кран

Рисунок 4.4.42 – Схема к определению $H_{тp}$ и $L_{тp}$ при монтаже фундаментных стеновых блоков в случае расположения крана на дне котлована



- 1 – стены подвала; 2 – монтируемая плита перекрытия; 3 – траверса;
4 – приставная лестница с площадкой; 5 – кран

Рисунок 4.4.43 – Схема определения $H_{тp}$ и $L_{тp}$ при монтаже плит перекрытия в случае расположения крана на дне котлована

Если монтируемая конструкция обладает большой монтажной шириной (превышающей 1...1,5 м - рис.4.4.43) или монтируемая конструкция переносится через ранее смонтированные конструкции длина стрелы определяется по выражению:

$$L_{cmp} = l_1 + l_2 = H/\sin \alpha + B/\cos \alpha, \quad (4.4.70)$$

где H – превышение верха монтируемой или ранее смонтированной над уровнем пяты стрелы крана, м; B – расстояние по горизонтали от оси стрелы крана (на уровне возможного касания) до центра тяжести монтируемой конструкции, м.

$$\alpha = \max\{\alpha_{onm}; \alpha_1\} \leq 75 - 77^\circ, \quad (4.4.71)$$

где α_{onm} – угол, обеспечивающий минимальную длину стрелы при монтаже конструкций; град; α_1 – угол, обеспечивающий соблюдение минимальной длины полиспаста в стянутом состоянии, град.

$$\alpha_{onm} = \arctg \sqrt[3]{H/B} \quad (4.4.72)$$

При наличии возможности касания стрелой крана монтируемой конструкции (см. рис. 4.4.41):

$$H = h + h_3 + h_c + h_n - h_{ш}, \text{ м}, \quad (4.4.73)$$

$$B = b/2 + c, \text{ м}, \quad (4.4.74)$$

$$\alpha_1 = \arctg \frac{h + h_n}{b/2 + c}, \text{ град}, \quad (4.4.75)$$

где b – монтажная ширина элемента (размер элемента в плане, ориентированный в процессе монтажа вдоль стрелы крана), м; h_3 – превышение пяты стрелы над уровнем стоянки крана; c – 1 – 1,5 м – минимальное расстояние от конструкции до оси стрелы крана по горизонтали; h_n – минимальная длина полиспаста в стянутом состоянии (см. табл. П 2.12), м.

В случае элементов с малой монтажной шириной (рис.4.4.42) до 1...1,5 м (фундаментные стеновые блоки, бадья с бетонной смесью и т.д.) α сразу может приниматься 75 – 77° без расчетов и требуемая длина стрелы находится по выражению:

$$L_{cmp} = \left(h + h_3 + h_3 + h_c + h_n - h_{ш} \right) / \sin \alpha. \quad (4.4.76)$$

Для каждого элемента необходимо найти все три параметра: $Q_{мп}$, $H_{мп}$, $L_{мп}$.

Чаще, в случае возведения подземной части жилого или гражданского здания необходимо найти требуемые монтажные характеристики при:

- укладке плит перекрытия;
- уплотнении грунта подсыпки под полы подвесными вибротрамбовкой, виброплитой или трамбовками;
- подаче бетонной смеси в бадьях;
- установке фундаментных плит и стеновых блоков (в случае сборных фундаментов).

Найденные требуемые монтажные характеристики сводятся в табл. 2.2.

Подбор монтажных кранов к каждому варианту производится на основании требуемых монтажных характеристик (табл. 4.4.9) по [23] в следующем порядке:

а) по L_{mp} устанавливаем соответствующие высоту подъема крюка и грузоподъемность;

Таблица 4.4.9 – Требуемые монтажные характеристики при монтаже конструкций

№ п/п	Наименование элемента и его марка	Масса элемента Q_a, T	Размеры элемента, м			Параметры захватного приспособления		Требуемые монтажные характеристики		
			Длина 4	Ширина 5	Высота 6	Масса Q_c, M	Высота h_c, M	Q_{mp}, T	H_{mp}, M	L_{mp}, M
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Q_ϕ (в случае необходимости следует откорректировать L_{mp} исходя из L_{mp}^ϕ);

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

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

А. Выбор ленточных бетоноукладчиков по рабочим параметрам

Выбор ленточных бетоноукладчиков производят на основании следующих технических параметров:

А. Требуемая интенсивность подачи бетонной смеси, которая определяется по формуле (4.4.56).

Б. Требуемая длина рабочего участка транспортера R (рис.4.4.44).

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

При подаче бетонной смеси с бровки выемки (рис.4.4.44, а) длина рабочего участка транспортера определяется по выражению:

$$R = (b + D + m \cdot h_k) / \cos \varphi, \text{ м}, \quad (4.4.77)$$

где b – расстояние от подошвы откоса выемки до планируемой точки подачи бетонной смеси в конструкцию, м (определяется на основании плана фундаментов и выемки);

h_k – глубина выемки, м;

m – коэффициент откоса выемки;

D – расстояние от оси вращения стрелы до бровки выемки, м;

φ – угол наклона стрелы транспортирующего рабочего органа.

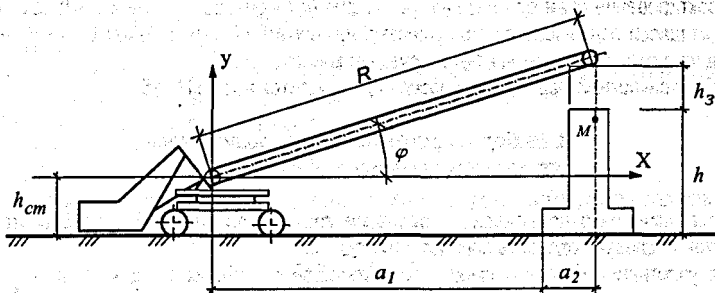
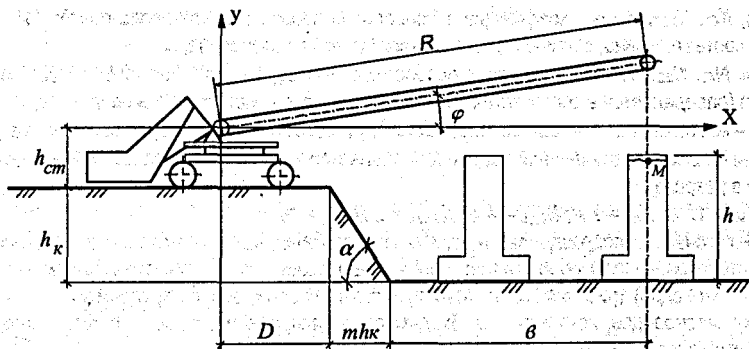
При подаче бетонной смеси бетоноукладчиком, располагаемым на дне котлована (рис.4.4.44, б), длина рабочего участка транспортера принимается по выражению

$$R = (h + h_s - h_{cm}) / \sin \varphi + a_2 / \cos \varphi, \text{ м}, \quad (4.4.78)$$

где h – высота бетонизируемого сооружения, м;

h_{cm} – высота установки стрелы, м;

a_2 – расстояние от края бетонизируемого сооружения до планируемой точки подачи смеси;



а) при расположении бетоноукладчика на бровке котлована;

б) при расположении бетоноукладчика на дне котлована

Рисунок 4.4.44 – Схема к определению требуемой длины рабочего участка транспорта бетоноукладчиков

Б. Выбор бетононасосов по техническим параметрам

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

Выбор бетононасосов производится по следующим техническим параметрам:

1. Требуемая интенсивность подачи бетонной смеси $V_{\text{ном}}^{\text{т.р.}}$, определяемая по выражению (4.4.56).
2. "Приведенная" длина бетоновода $L_{\text{пр}}$, учитывающая сопротивление бетонной смеси на различных её участках, в соответствии с коэффициентом эквивалентности K_i , и определяемая по формуле:

$$L_{\text{пр}} = \Sigma l + K_{90} \cdot N_{90} + K_{45} \cdot N_{45} + K_{22,5} \cdot N_{22,5} + K_{11,25} \cdot N_{11,25} + K_h \cdot H_{\text{под}}, \text{ м}, \quad (4.4.79)$$

где Σl – суммарная длина горизонтальных участков бетоновода (определяется на основании плана укладки бетоновода), м;

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

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

K_h – коэффициент приведения вертикального участка бетоновода к длине горизонтального;

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

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

Бетононасосы подразделяют на три типа: автомобильные, пневмоколесные и стационарные. Автобетононасосы оборудуются шарнирно-распределительными стрелами (манипуляторами бетоноводов) (рис. 4.4.35, в). Манипуляторы освобождают от трудоёмких операций по монтажу бетоноводов, исключают необходимость в распределительных лотках и ручной перекидке бетонной смеси при её укладке.

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

Выбор конкретной марки бетононасоса производится в табл. П2.15.

В. Выбор вспомогательного оборудования для производства железобетонных работ

Для подачи бетонной смеси монтажными кранами по табл. П3.1³ подбирается бадья (предпочтение следует отдавать поворотным бадьям).

Для уплотнения бетонной смеси при устройстве ленточных фундаментов используются глубинные вибраторы (см. табл. П3.2-3.4). Шаг расстановки глубинных вибраторов не должен превышать 1,5 радиуса их действия. Наибольшая толщина укладываемого слоя при использовании ручных глубинных вибраторов не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора.

4.4.5. Определение производительности ведущих машин при разработке котлованов и траншей

4.4.5.1. Определение производительности скреперов и бульдозеров

Производится по методике, изложенной в [13].

4.4.5.2. Определение производительности одноковшовых экскаваторов

Производительность одноковшовых экскаваторов определяется по формуле:

$$P_{эсм} = 60 \cdot t_{см} \cdot q \cdot K_E \cdot K_6 / (T_{ц} \cdot K_3); \text{ м}^3/\text{см}, \quad (4.4.80)$$

где K_E – коэффициент использования емкости ковша;

K_3 – коэффициент, учитывающий зимние условия;

K_6 – коэффициент использования по времени;

$T_{ц}$ – время одного цикла работы экскаватора, мин.

K_E принимается по табл. П4.1 или [21], табл. 1У.31.

Коэффициент использования емкости ковша можно также определить по формуле:

$$K_6 = K_H / K_P, \quad (4.4.81)$$

где K_H – коэффициент наполнения ковша (см. [21], табл. 1У.31).

K_P – коэффициент разрыхления грунта;

K_P принимается по табл. П3.5 или [21], табл. 1У.33.

K_B принимается по табл. П4.2 или [17], приложение 3.

T_4 принимается по табл. П4.3 или [21], табл. 1У.32.

K_3 принимается в зависимости от группы работ и географического месторасположения по [19], прил. Б, табл. Б.1 или табл. П4.4.

Группа работ определяется по [19], прил. Б, с. 15... 17: Земляные, изоляционные, железобетонные, тяжелые работы относятся к первой группе работ, а монтажные работы – ко второй.

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

При выполнении работ зимой производительность экскаватора «прямая лопата» определяется два раза:

– при разработке в транспорт немерзлого грунта;

– при разработке в транспорт мерзлого грунта.

При выполнении работ зимой и отсыпке кавальеров экскаватором производительность экскаваторов «обратная лопата» и «драглайн» определяется три раза:

– при разработке в транспорт немерзлого грунта;

– при разработке в транспорт мерзлого грунта;

– при разработке навывет немерзлого грунта.

Найденные по формуле (4.4.80) производительности $\Pi_{ЭСМ}$ необходимо сравнить с нормативной производительностью $\Pi_{ЭСМ}^H$, при этом разница между ними Δ не должна превышать 10%.

$$\Delta = 100 (\Pi_{ЭСМ} - \Pi_{ЭСМ}^H) / \Pi_{ЭСМ}^H \leq 10\% \quad (4.4.82)$$

$$\Pi_{ЭСМ}^H = (E \cdot t_{см} / (H_{мер} \cdot K_3 \cdot K_1)), \text{ м}^3/\text{см} \quad (4.4.83)$$

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

Повысить производительность одноковшовых экскаваторов можно посредством:

– использования ковшей с многоцелевой загрузкой (улучшается наполнение ковша);

– оборудования ковшей активными зубьями (в плотных и мерзлых грунтах);

– устройства газо-воздушной смазки ковша (снижается сопротивление резанию грунта);

– уравнивания перемещающимися противовесами экскаватора, что позволяет существенно повысить развдвигаемое усилие резания;

– резания грунта наклонной стружкой, при этом увеличивается путь набора грунта, т.е. степень наполнения ковша;

– использования челночных схем разработки грунта одноковшовыми экскаваторами со смежным оборудованием «драглайн» (чаще всего) и «обратная лопата» (реже) при работе в транспорт (производительность увеличивается на 20 + 30%).

При челночных способах автомобили-самосвалы устанавливают на дне выемки, а грунт разрабатывают непосредственно у их кузова, что позволяет грузить грунт при угле поворота стрелы 10 + 15° или совсем без поворота. При поперечно-челночной схеме грунт набирают симметрично и поочередно с обеих сторон стоящих под погрузкой двух автомашин, которые подъезжают к экскаватору одновременно или с небольшим интервалом. При продольно-челночной схеме ковш совершает по отношению к автомашине челночное движение в продольном направлении. Грунт набирается с одной стороны автосамосвала, и после разгрузки ковш продолжает движение в ту же сторону. Затем ковш опускается для набора грунта между торцевой стенкой кузова и основанием откоса, при этом поворотное движение экскаватора исключается.

4.4.6. Выбор вспомогательных машин для выполнения земляных работ

4.4.6.1. Определение размеров кавальеров

Производится в следующем порядке:

1. Разрабатывается план размещения кавальеров (см. рис. 4.4.47), при этом кавальеры располагают от бровки на расстоянии, при котором они не будут стеснять выполнение работ по устройству фундаментов и монтажу перекрытия. Обычно кавальеры располагают от бровки на расстоянии $D = 10 \dots 15$ м. На основании разработанного плана устанавливается общая длина кавальеров $L_{\text{кав}}$.
2. Задав ширь треугольной формы сечения кавальеров (рис.4.1), определяем их требуемую высоту по выражению:

$$h_{\text{кав}} = \sqrt{\frac{V_{\text{кав}} \cdot K_p}{L_{\text{кав}} \cdot m_1}}, \text{ м}, \quad (4.4.84)$$

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

K_p – коэффициент разрыхления грунта (см. табл. П3.5 или [14], прил.2);

$L_{\text{кав}}$ – длина кавальеров, м;

m_1 – коэффициент откоса временных насыпей (см. табл.П3.6).

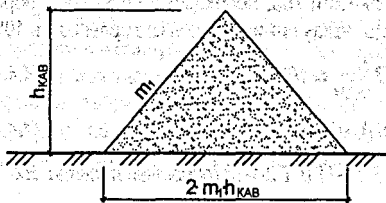


Рисунок 4.4.45 – Схема сечения кавальеров треугольной формы

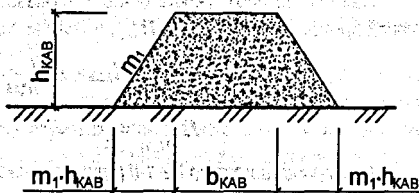


Рисунок 4.4.46 – Схема кавальеров трапециевидной формы

Объем кавальеров при условии отсыпки грунта недобора на дно котлована равен

$$V_{\text{кав}} = V_{\text{обр}} + V_{\text{подс}} - V_{\text{нед}}, \text{ м}^3, \quad (4.4.85)$$

где $V_{\text{обр}}$ – объем обратной засыпки пазух (в плотном теле), м^3 ;

$V_{\text{подс}}$ – объем подсыпки под полы (в плотном теле), м^3 ;

$V_{\text{нед}}$ – объем недобора, м^3 .

3. При $h_{\text{кав}} > 2,5 \dots 3$ м следует принять трапециевидную форму сечения кавальеров (рис.4.4.46).

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

$$b_{\text{кав}} = \frac{V_{\text{кав}} \cdot K_p}{L_{\text{кав}} \cdot h_{\text{кав}}} - m_1 \cdot h_{\text{кав}}, \text{ м}. \quad (4.4.86)$$

4.4.6.2. Определение расстояния перемещения грунта кавальеров при их формировании бульдозером

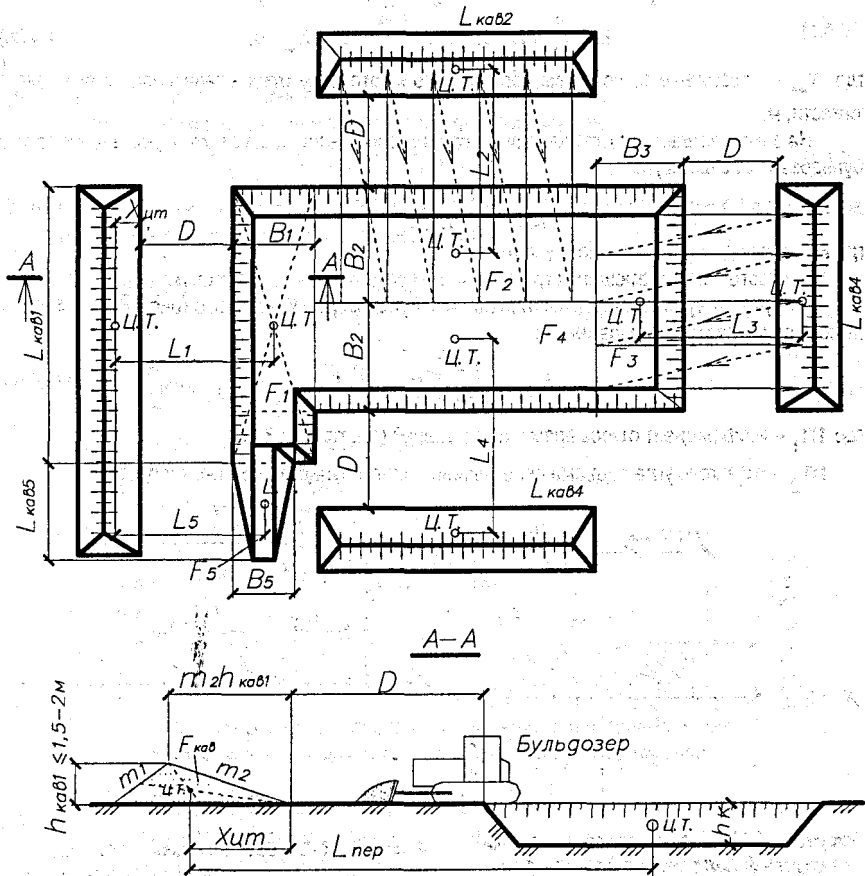


Рисунок 4.4.47 – Схема формирования кавальеров бульдозером

Прежде всего, устанавливается ориентировочная глубина необходимой срезы верхнего слоя грунта котлована h_{cp} бульдозером по выражению:

$$h_{cp} = \frac{V_{кав}}{F_{кав}^{пос}}, \text{ м}, \quad (4.4.87)$$

где $F_{кав}^{пос}$ – площадь котлована поверху, м².

Если $h_{cp} + 0,5 \leq h_{пер}$, тогда представляется возможность формирования кавальеров бульдозером.

Далее разрабатывается схема разработки грунта бульдозером при формировании кавальеров (рис.4.4.47).

Затем определяется расстояние перемещения грунта для каждого из участков срезки:

$$L_1 = \frac{B}{2} + D + X_{цм}; \quad L_2 = \frac{B}{2} + D + X_{цм}; \quad L_3 = \frac{B}{2} + D + X_{цм};$$

$$L_4 = \frac{B_4}{2} + D + X_{цм}; \quad L_5 = \frac{B_5}{2} + D + X_{цм}, \text{ м}, \quad (4.4.88)$$

где $X_{цм}$ – расстояние от подошвы обращенного к котловану откоса кавальера до его центра тяжести, м.

На заключительном этапе находится средневзвешенное расстояние перемещения грунта бульдозером по формуле:

$$L_{неп}^{CP} = \frac{\sum F_i \cdot L_i}{\sum F_i}, \text{ м}, \quad (4.4.89)$$

где F_i – площадь i -го срезаемого участка, м²;

L_i – расстояние перемещения грунта при его срезании с i -го участка, м.

В случае треугольной формы отсыпаемых бульдозером кавальеров (рис.4.4.47, 4.4.48) их высота принимается по выражению:

$$h_{кав} = \sqrt{\frac{2F}{m_1 + m_2}}, \text{ м}, \quad (4.4.90)$$

где m_1 – коэффициент откоса временных насыпей (см. табл. П 3.6);

m_2 – котангенс угла подъема перемещения грунта бульдозером (см. табл.П1.4).

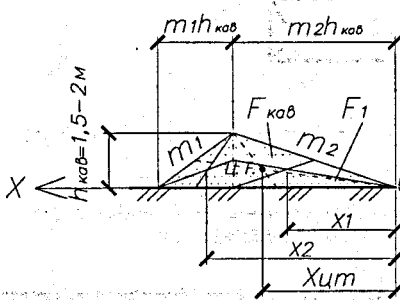


Рисунок 4.4.48 – Схема к определению $X_{цм}$ в случае формирования бульдозером кавальеров треугольной формы в сечении

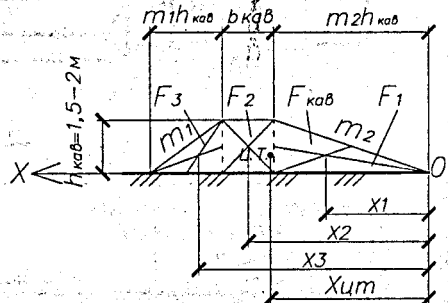


Рисунок 4.4.49 – Схема к определению $X_{цм}$ в случае формирования бульдозером кавальеров трапециевидной формы в сечении

Если $h_{кав} > 1,5-2$ м принимается трапециевидная форма отсыпаемых бульдозером кавальеров (рис.4.4.49), при этом ширина кавальеров поверху принимается по выражению:

$$b_{кав} = \left(F_{кав} \frac{m_1 \cdot h_{кав}^2}{2} - \frac{m_2 \cdot h_{кав}^2}{2} \right) / h_{кав}, \text{ м}. \quad (4.4.91)$$

При этом $h_{кав}$ принимается равным 1,5-2 м.

Расстояние от подошвы обращенного к котловану откоса кавальера до его центра тяжести $X_{\text{см}}$ определяется методом статических моментов по формуле:

$$X_{\text{см}} = \frac{S_y}{\sum F_i}, \text{ м}, \quad (4.4.92)$$

где S_y – статический момент сечения пазух относительно оси Y , м^3 ;

F_i – площадь поперечного сечения i -й простой фигуры пазух, м^2 .

$$S_y = \sum F_i \cdot X_i, \text{ м}^3, \quad (4.4.93)$$

где X_i – координата i -й простой фигуры сечения кавальеров вдоль оси "X" (см. рис.4.4.48, 4.4.49), м.

Для кавальеров, представленных на рис.4.4.48:

$$F_1 = \frac{m_2 \cdot h_{\text{кав}}^2}{2}, \text{ м}^2; X_1 = \frac{2m_2 \cdot h_{\text{кав}}}{3}, \text{ м};$$

$$F_2 = \frac{m_1 \cdot h_{\text{кав}}^2}{2}, \text{ м}^2; X_2 = \frac{m_1 \cdot h_{\text{кав}}}{3} + m_2 \cdot h_{\text{кав}}, \text{ м}.$$

Для кавальеров, представленных на рис.4.4.49:

$$F_1 = \frac{m_2 \cdot h_{\text{кав}}^2}{2}, \text{ м}^2; X_1 = \frac{2m_2 \cdot h_{\text{кав}}}{3}, \text{ м};$$

$$F_2 = b_{\text{кав}} \cdot h_{\text{кав}}, \text{ м}^2; X_2 = m_2 \cdot h_{\text{кав}} + \frac{b_{\text{кав}}}{2}, \text{ м};$$

$$F_3 = \frac{m_1 \cdot h_{\text{кав}}^2}{2}, \text{ м}^2; X_3 = \frac{m_1 \cdot h_{\text{кав}}}{3} + m_2 \cdot h_{\text{кав}} + \frac{b_{\text{кав}}}{2}, \text{ м}.$$

4.4.6.3. Определение расстояния перемещения бульдозером грунта отсыпанных экскаватором на бровку кавальеров

Предварительно разрабатывается схема отсыпки кавальеров экскаватором и их размещения после перемещения бульдозером (рис. 4.4.50).

Кавальеры следует располагать от бровки на расстоянии L_{ki} , определяемом по выражению:

$$L_{ki} \geq \max \left(\frac{F - m \cdot h_{\kappa}}{\kappa}, 1 \dots 1,5, \frac{t_i}{t_i + 0,5} \dots 1 \right), \text{ м}, \quad (4.4.94)$$

где t_i – расстояние между коллектором водопонизительной системы и бровкой котлована.

При расположении перемещенных кавальеров напротив отсыпанных экскаватором (рис.4.4.50) расстояние перемещения можно найти по формуле:

$$L_i = D - L_{ki}, \text{ м}. \quad (4.4.95)$$

В случае, если отсыпанные кавальеры перемещаются под углом, отличным от 90°, L_i определяется по теореме Пифагора или графическим способом (расстояния перемещения грунта L_i и L_s на рис.4.4.50).

69.14

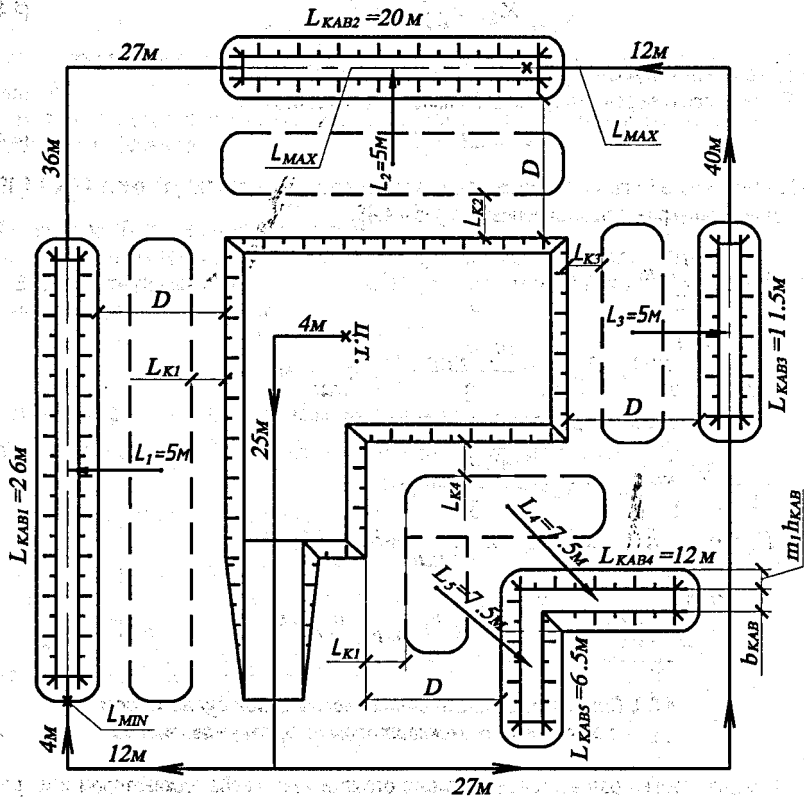


Рисунок 4.4.50 – Схема к определению расстояния перемещения грунта кавальеров бульдозером и дальности транспортирования грунта в кавальеры автосамосвалами

На заключительном этапе определяется средневзвешенное расстояние перемещения грунта кавальеров бульдозером по формуле:

$$L_{пер}^{cp} = \frac{\sum L_{кави} \cdot L_i}{\sum L_{кави}}, \text{ м}, \quad (4.4.96)$$

где $L_{кави}$ – длина перемещаемого i -го участка кавальеров, м; L_i – расстояние перемещения i -го участка кавальеров, м.

Для кавальеров на рис.4.4.50:

$$L_{пер}^{cp} = (26 \cdot 5 + 20 \cdot 5 + 11,5 \cdot 5 + 12 \cdot 7,5 + 6,5 \cdot 7,5) / (26 + 20 + 11,5 + 12 + 6,5) = 5,6 \text{ м}.$$

После устройства фундаментов производится устройство подсыпки под полы, при этом грунт подсыпки из кавальеров перемещается к котловану бульдозером. Расстояние перемещения грунта в этом случае можно принимать равным расстоянию перемещения грунта, найденному по выражению (4.4.96), однако при этом сложно обеспечить послойную отсыпку грунта подсыпки, так как экскаватор придется располагать за пределами перемещенных для подсыпки части кавальеров.

Для упрощения выполнения работ между перемещенными кавальерами и бровкой котлована следует оставить расстояние (4...6 м), достаточное для свободного прохода между ними экскаватора грейфер. В этом случае ориентировочное расстояние обратного перемещения грунта подсыпки из кавальеров можно принять равным

$$L_{nep} = D - (4...6), \text{ м.} \quad (4.4.97)$$

В случае транспортирования грунта в кавальеры автосамосвалами дальность определяем графическим способом.

Рассмотрим котлован, представленный на рис. 4.4.51:

– минимальное расстояние равно: $L_{min} = 4+25+12+4 = 45 \text{ м}$;

– максимальное расстояние равно: $L_{max} = 45+36+27 = 108 \text{ м}$.

Средняя дальность транспортирования грунта автосамосвалами в кавальеры равна:

$$L_{кав}^{mp} = (L_{min} + L_{max}) / 2 = (45+108)/2 = 76,5 \text{ м.}$$

4.4.6.4. Определение расстояния перемещения грунта при обратной засыпке пазух

Предварительно сечение пазух котлована разбивается на простые фигуры (рис.4.4.51) и методом статических моментов находится центр тяжести пазух вдоль оси X по формулам (4.4.92, 4.4.93).

Для пазух, представленных на рис.4.4.51:

$$F_1 = \frac{m \cdot h_k^2}{2}; X_1 = \frac{2m \cdot h_k}{3}; \quad F_2 = (f + b_{on} - e)h_c; X_2 = m \cdot h_c + \frac{f + b - e}{2};$$

$$F_3 = e(h_k + h_{нед}); X_3 = m \cdot h_k + f + b_{on} - \frac{e}{2};$$

$$F_4 = (b_n / 2 - b_c / 2)(h_k + h_{нед} - h_c); X_4 = m \cdot h_k + f + b_{on} + \frac{b - b_c}{2}.$$

При расположении пазух напротив кавальеров расстояние перемещения грунта при засыпке пазух может быть определено по формуле (рис.4.4.51)

$$L_{обри} = D + X_{цт} + m_1 \cdot h_{кав} + b_{кав} / 2, \text{ м.} \quad (4.4.98)$$

При смещении кавальеров относительно пазух $L_{обри}$ следует определять графическим способом (рис.4.4.52), для чего строго в масштабе разрабатывается план котлована с размещением кавальеров. Далее графически определяются положения центров тяжести засыпаемых участков пазух и кавальеров, из которых засыпаются соответствующие участки пазух. В этом случае $L_{обри}$ определяется путем замера линейкой расстояния между центрами тяжести соответствующих участков пазух и кавальеров (рис.4.4.52).

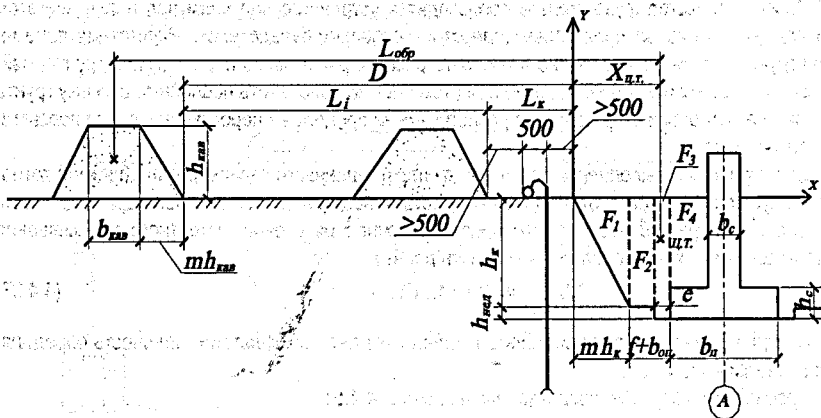


Рисунок 4.4.51 – Схема к определению $X_{ц.т.}$ и $L_{обр}$.

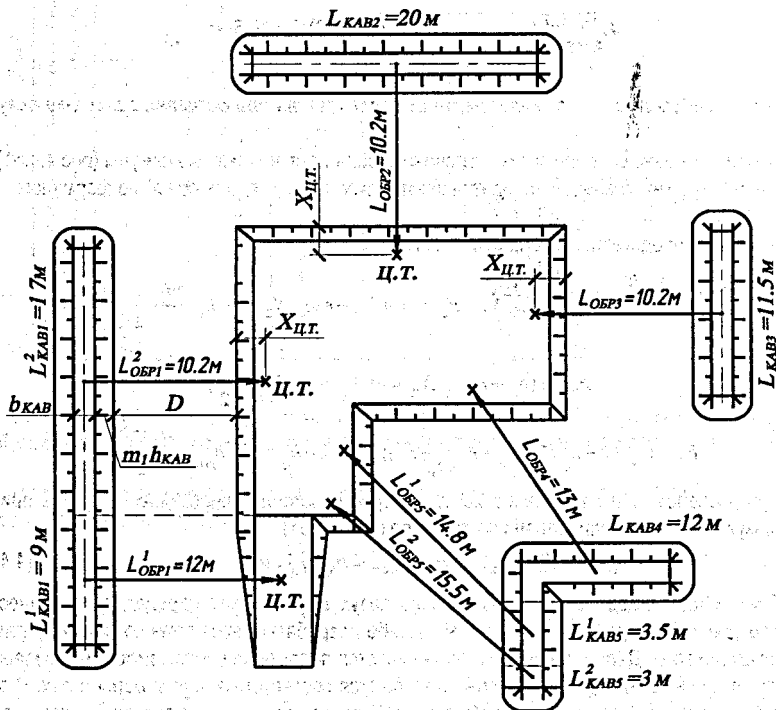


Рисунок 4.4.52 – Схема к определению $L_{обр}$ графическим способом

Если $L_{обр}$ на различных участках отличаются друг от друга, следует определить средневзвешенное значение расстояния перемещения грунта при обратной засылке пазух по формуле при условии одинакового сечения кавальеров:

$$L_{обр}^{cp} = \frac{\sum L_{обр} \cdot L_{кавл}}{\sum L_{кавл}}, \text{ м.} \quad (4.4.99)$$

Для котлована на рис.4.4.52 средневзвешенное расстояние перемещения грунта при обратной засылке пазух равно:

$$L_{обр}^{cp} = \frac{12 \cdot 9 + 17 \cdot 10,2 + 20 \cdot 10,2 + 11,5 \cdot 10,2 + 13 \cdot 12 + 14,8 \cdot 3,5 + 15,5 \cdot 3}{26 + 20 + 11,5 + 12 + 6,5} = 11,3 \text{ м.}$$

Подбор бульдозера для формирования кавальеров, их перемещения и обратной засыпки пазух подбирают на основании наибольшего из расстояний, найденных по формулам (4.4.89; 4.4.96; 4.4.97; 4.4.99) по методике, изложенной в [13], раздел 7.2.

4.4.6.5. Выбор машин для засыпки грунта подсыпки под полы

Засыпку грунта подсыпки под полы целесообразно производить одноковшовыми экскаваторами со сменным оборудованием «обратная лопата», «драглайн» или «грейфер». Предпочтение следует отдавать экскаватору грейфер, обладающему большим радиусом выгрузки и обеспечивающему высокую точность подачи грунта. Возможно также использование грейферного ковша, который подвешивается в качестве сменного оборудования к крюку монтажного крана, или ленточных конвейеров.

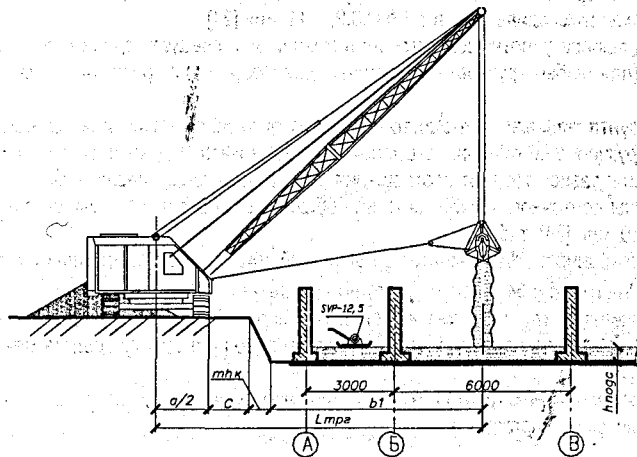


Рисунок 4.4.53 – Схема к определению L_{mp} для экскаватора с грейферным ковшом при засылке грунта подсыпки под полы

Для подбора экскаваторов необходимо найти максимально необходимый вылет при отсылке грунта L_{mpg} , который определяется по изложенной в разделе 4.4.4.2 методике определения L_{mp} для стреловых кранов, при их расположении на бровке котлована.

Если стоянка экскаватора и точка отсыпки расположены на прямой, перпендикулярной бровке откосов, L_{mpg} определяется по формуле (4.4.67).

В остальных случаях L_{mpg} целесообразно определять графическим способом.

Для котлована на рис.4.4.41 находится точка "Б" подсыпки под полы, равноудаленная от стоянок №2 и 6, при этом $L_{\text{прГ}} = 12$ м.

Подбор конкретной марки экскаватора «грейфер» производится по Е2-1-15, табл.1 или табл. П3.7, 3.8. Подбор экскаваторов «обратная лопата» и «драглайн» выполняется по табл.П2.8 2.9.

По возможности следует принимать экскаватор, которым выполняется разработка котлована.

При невозможности обеспечения $L_{\text{прГ}}$ подобранным экскаватором с грейферным ковшом следует предусмотреть в номенклатуре работ перекидку грунта засыпки.

4.4.6.6. Выбор машин и механизмов для уплотнения грунта пазух и подсыпки под полы

Технология устройства обратных засыпок подробно описана в [24].

Существует два основных способа уплотнения грунта пазух и подсыпки: поверхностный и глубинный.

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

Поверхностное уплотнение грунта может производиться укаткой, трамбованием, вибрацией или комбинированными способами, например, вибротрамбованием. Укатку грунта пазух производят в случае, если позволяют размеры пазух, при этом подбор машин осуществляется по [13], табл.10.1, 10.2.

Применяемые для поверхностного уплотнения грунта обратных засыпок трамбованием и вибрацией машины и механизмы приведены в табл.П.3.9, 3.11 или [24].

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

При уплотнении грунта минимальное расстояние от уплотняющих машин и механизмов до строительных конструкций b и толщина отсыпаемого слоя грунта над конструкциями h_0 (рис.4.4.51) принимаются в зависимости от соотношения масс уплотняющих машин и механизмов m и массы 1 м длины ленточного фундамента или общей массы отдельно стоящего фундамента M по табл. П3.10 или [24], табл.6.

Для обеспечения сохранности фундаментов засыпаемый вокруг них на расстоянии b и h_0 грунт засыпки объемом $V_{\text{зас}}$ (рис.4.4.54) следует уплотнять ручными электротрамбовками.

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

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

$$F_P = \frac{V_{\text{зас}}}{h_y}, \text{ м}^2, \quad (4.4.100)$$

где $V_{\text{зас}}$ – объем засыпаемого грунта, м³;

h_y – толщина уплотняемого слоя, м (табл.3.9, 3.11).

При определении площади разравнивания для грунта, уплотняемого электротрамбовками, $V_{\text{зас}} = V_{\text{из}}$, а для остального грунта засыпки $V_{\text{зас}} = V_{\text{обр}} - V_{\text{из}}$.

Глубинное уплотнение грунта можно выполнять (см. табл. П3.11):

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

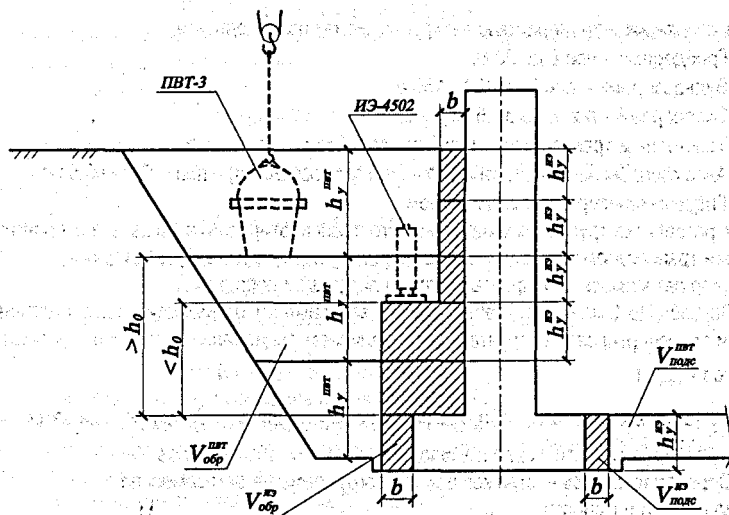


Рисунок 4.4.54 – Схема уплотнения грунта пазух электротрамбовками и подвесной вибротрамбовкой

Основные технические характеристики оборудования для глубинного уплотнения приведены в [24], с. 27, 28 или табл. П3.11.

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

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

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

Засыпка вертикальных скважин производится местным грунтом.

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

4.4.7. Подбор и расчёт транспортных средств.

4.4.7.1. Подбор и расчет требуемого количества транспортных средств для перевозки грунта.

А. Подбор транспортных средств для перевозки грунта

Транспортирование (перемещение грунта) может производиться:

- Грейдерами – при L до 20 м;
- Бульдозерами – при L до 100... 150 м;
- Скреперами – при L до 3... 5 км;
- Тракторным транспортом – при L более 0,5 км;
- Автомобильным транспортом (чаще автосамосвалами) – при L более 0,5 км;
- Гидромеханизированным способом.

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

Подбор автосамосвалов производится в следующем порядке:

1. По табл. П5.1 или [21], табл. 1У.26 в зависимости от ёмкости ковша экскаватора и дальности транспортирования грунта L устанавливаем рациональную грузоподъёмность автосамосвалов $P_{нр}^p$, т.

2. По табл. П5.2 или [21], табл. X.1 принимаем исходя из $P_{нр}^p$ конкретный автосамосвал, определив его марку, фактическую грузоподъёмность $P_{ТР}$, объём кузова $V_{ТР}$.

3. Определяется количество ковшей m_K , загружаемых в автосамосвал:

а) по грузоподъёмности:

$$m_{K1} = P_{ТР} / (\gamma \cdot q \cdot K_E), \text{ шт}, \quad (4.4.101)$$

где γ – плотность грунта в естественном залегании, т / м³ (см. табл. П2.5 или [14], с.6 – 12);
 q и K_E – см. формулу (4.4.81);

б) исходя из ёмкости кузова автосамосвала $V_{ТР}$, м³:

$$m_{K2} = V_{ТР} / (q \cdot K_H), \text{ шт}. \quad (4.4.102)$$

K_H следует определять по выражению:

$$K_H = K_E \cdot K_r, \quad (4.4.103)$$

m_{K1} и m_{K2} округляются до целого $m_{нр}$ из условия, чтобы перегрузка составляла не более 5%, а недогрузка – не более 10%, т.е. чтобы соблюдалось условие:

$$0.9 \leq K_r \leq 1.05, \quad (4.4.104)$$

где K_r – коэффициент использования транспорта по грузоподъёмности.

$$K_r = m_{нр} \cdot q \cdot K_E / P_{ТР} \quad (4.4.105)$$

Для дальнейших расчётов за основу принимается количество ковшей:

$$m_K = \min \{ m_{K1}; m_{K2} \}, \text{ шт}. \quad (4.4.106)$$

В случае, если $m_{K2} \leq m_{K1}$, можно принимать $m_K = m_{K1}$, но при этом необходимо нарастить борта кузова для увеличения его объёма.

Если условие (4.4.104) не соблюдается, следует принять другую марку автосамосвала.

Б. Расчёт требуемого количества транспортных средств для перевозки грунта

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

$$N_{TP} = T_{\Sigma} / t_H, \text{ шт.}, \quad (4.4.107)$$

где T_{Σ} – время рабочего цикла транспортного средства, мин.;

t_H – время загрузки транспорта, мин.

$$T_{\Sigma} = t_H + t_{TP} + t_P + t_{TPP} + t_M, \text{ мин.}, \quad (4.4.108)$$

где t_{TP} , t_{TPP} – время движения груженого и порожнего транспорта, соответственно, мин.;

t_P – время разгрузки транспорта, мин.;

t_M – время маневрирования, мин.

$$t_{TP} \approx t_{TPP} \approx 60 \cdot L / V_{CP}, \text{ мин.}, \quad (4.4.109)$$

где L – дальность транспортирования грунта, км;

V_{CP} – средняя скорость движения транспортного средства, км / ч (см. табл. П5.3, 5.4 или [21], табл. X.3).

$$t_H = 60 \cdot m_K \cdot q \cdot K_E \cdot t_{CM} / II_{\text{экс}}^{np}, \text{ мин.}, \quad (4.4.110)$$

где $II_{\text{экс}}^{np}$ – производительность экскаватора при работе в транспорт, м³/см.

$$t_P = t_P^1 + t_{TP}, \text{ мин.}, \quad (4.4.111)$$

где t_P^1 – непосредственно время разгрузки транспортного средства, мин. (см. табл. П5.5 или [21], табл. X.4).

$$t_M = t_{UH} + t_O + t_{TP}, \text{ мин.}, \quad (4.4.112)$$

где t_{UH} – время установки автосамосвала под погрузку, мин.;

t_O – время на ожидание автосамосвала у экскаватора, мин.;

t_{TP} – время на пропуск встречного автосамосвала, мин. (учитывается только при дорогах и вьездах с односторонним движением).

t_{UH} , t_O , t_{TP} принимаем по табл. П5.5 или [21], табл. X.4.

В случае отвозки летом части грунта из котлована (траншеи) в кавальеры, а части – в отвал, т.е. на разные расстояния, определяют отдельно по формуле (4.4.107) требуемое количество транспортных средств из условия транспортирования сначала только в кавальеры (на расстояние $L_{\text{кав}}^{np}$) $N_{np}^{\text{кав}}$, а затем – в отвал (на расстояние L) $N_{np}^{\text{отв}}$, после чего определяется средневзвешенное общее количество транспортных средств по выражению:

$$N_{np}^{cp} = (N_{np}^{\text{кав}} \cdot T_{\text{кав}} + N_{np}^{\text{отв}} \cdot T_{\text{отв}}) / (T_{\text{кав}} + T_{\text{отв}}), \text{ шт.}, \quad (4.4.113)$$

где $T_{\text{кав}}$ – время работы экскаватора при разработке грунта, отвозимого в кавальеры, см.;

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

Если работы производятся зимой, то определяется также количество транспортных средств для транспортирования в отвал (на расстояние L) мерзлого грунта N_{np}^M , после чего определяется средневзвешенное количество транспортных средств по выражению:

$$N_{np}^{cp} = (N_{np}^{\text{кав}} \cdot T_{\text{кав}} + N_{np}^{\text{отв}} \cdot T_{\text{отв}}^H + N_{np}^M \cdot T_{\text{отв}}^M) / (T_{\text{кав}} + T_{\text{отв}}^H + T_{\text{отв}}^M), \quad (4.4.114)$$

где $N_{np}^{\text{отв}}^M$ – требуемое количество транспортных средств для отвозки немерзлого грунта в отвал, шт.;

N_{np}^M – то же, для отвозки мерзлого грунта в отвал, шт.;

$T_{\text{отв}}^H$ – время работы экскаватора при разработке немерзлого грунта, отвозимого в отвал, см.;

$T_{\text{отв}}^M$ – то же, мерзлого грунта, м³.

$$T_{\text{кав}} = V_{\text{кав}} / \Pi_{\text{эсм}}^{\text{тр}}, \text{ см}; \quad (4.4.115)$$

$$T_{\text{отв}} = V_{\text{отв}} / \Pi_{\text{эсм}}^{\text{тр}}, \text{ см}; \quad (4.4.116)$$

$$T_{\text{отв}}^{\text{н}} = (V_{\text{отв}} - V_{\text{м}}) / \Pi_{\text{эсм}}^{\text{тр}}, \text{ см}; \quad (4.4.117)$$

$$T_{\text{отв}}^{\text{м}} = V_{\text{м}} / \Pi_{\text{эсм}}^{\text{тр(м)}}, \text{ см} \quad (4.4.118)$$

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

$V_{\text{отв}}$ – общий объем отвозимого в отвал грунта, м^3 ;

$V_{\text{м}}$ – объем отвозимого мерзлого грунта, м^3 ;

$\Pi_{\text{эсм}}^{\text{тр}}$ – производительность экскаватора при разработке немерзлого грунта в транспорт, $\text{м}^3/\text{см}$;

$\Pi_{\text{эсм}}^{\text{тр(м)}}$ – то же, при разработке мерзлого грунта, $\text{м}^3/\text{см}$.

При разработке грунта экскаватором «прямая лопата» полученное по формулам (4.4.113) и (4.4.114) количество транспортных средств округляется до целого числа $N_{\text{тр}}^{\text{ок}}$ из условия, чтобы коэффициент выполнения норм находился в пределах $K_n = 0,9 - 1,15$.

$$K_n = N_{\text{тр}}^{\text{сп}} / N_{\text{тр}}^{\text{ок}} \quad (4.4.119)$$

При параллельной работе экскаваторов «обратная лопата» и «драглайн» в транспорт и навывет (отсыпка грунта в кавальеры) требуемое количество транспортных средств, определяемое по формулам (4.4.113) и (4.4.114), подлежит уточнению по формуле:

$$N_{\text{тр}}^{\text{зм}} = N_{\text{тр}}^{\text{сп}} \cdot \Delta, \text{ шт.}, \quad (4.4.120)$$

где Δ – поправка, учитывающая параллельную работу экскаватора в транспорт и навывет.

$$\Delta = T_{\text{тр}} / (T_{\text{тр}} + T_{\text{нав}}), \quad (4.4.121)$$

где $T_{\text{тр}}$, $T_{\text{нав}}$ – время работы экскаватора в транспорт и навывет, соответственно, см.

$$T_{\text{тр}} = (T_{\text{отв}}^{\text{н}} + T_{\text{отв}}^{\text{м}}), \text{ см}; \quad (4.4.122)$$

$$T_{\text{нав}} = V_{\text{кав}} / \Pi_{\text{эсм}}^{\text{нав}}, \text{ см}; \quad (4.4.123)$$

где $V_{\text{нав}}$ – объем грунта, разрабатываемый экскаватором навывет, м^3 ;

$\Pi_{\text{эсм}}^{\text{нав}}$ – эксплуатационная сменная производительность экскаватора при работе навывет, $\text{м}^3/\text{см}$.

Полученное по формуле (4.4.120) $N_{\text{тр}}^{\text{зм}}$ округляется до целого числа $N_{\text{тр}}^{\text{ок}}$ из тех же соображений, что и для экскаватора «прямая лопата».

4.4.7.2. Подбор транспортных средств для транспортирования бетонной смеси

А. Подбор транспортных средств по рабочим параметрам

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Непрерывный способ транспортирования смеси заключается в перемещении её непосредственно от места изготовления к месту укладки на транспортерах или по трубопроводу. При комбинированном способе сочетают порционное перемещение смеси от БСУ на объект с последующей непрерывной её подачей в блок бетонирования транспортерами или по трубопроводам.

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

Таблица 4.4.10 – Предельные расстояния доставки тяжелых бетонных смесей автомобильным транспортом

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

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

Автобетоносмесители (табл. П5.6) предназначены для перевозки сухих бетонных смесей и приготовления из них в пути следования готовых смесей с побуждением (дополнительным перемешиванием) их в пути, а также частично приготовленных смесей. Автобетоносмесители, как правило, используются для доставки подвижных бетонных смесей на значительные расстояния с последующей укладкой их бетононасосом.

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

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

Автобетоновозы (табл. П5.7) предназначены для перевозок готовых бетонных смесей без их побуждения в пути (режим Г) на расстояния до 45 км. Автобетоновоз имеет высокий кузов каплевидной формы, закрепленный в зоне минимальной вибрации рамы базового автомобиля. Кузов имеет крышку и двойную обшивку. Угол подъема кузова до 90°.

В условиях отсутствия спецавтотранспорта допустимо применение автомобилей-самосвалов (табл.П5.2) на коротких расстояниях при условии наращивания бортов кузова не менее чем на 400 мм, уплотнения мест примыкания заднего борта к кузову листовой резиной.

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

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

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

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

Б. Расчёт требуемого количества транспортных средств

Требуемое количество транспортных средств определяется по выражению:

$$N_{mp} = Q / (T \cdot \Pi_{mp}), \text{ шт.}, \quad (4.4.124)$$

где Q – суммарный объем перевозимой бетонной смеси, м³; T – продолжительность транспортирования бетонной смеси в сменах (принимается равной продолжительности укладки бетонной смеси по календарному графику производства работ (см. табл. 4.5.3, 4.5.4); Π_{mp} – эксплуатационная сменная производительность транспортного средства, м³/см.

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

$$\Pi_{mp} = 60t_{см} \cdot V_{б} \cdot \kappa_{в} / T_{ц}, \text{ м}^3/\text{см}, \quad (4.4.125)$$

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

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

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

$$V_6 = n_{зам}^{OK} \cdot V_{см} \cdot \beta, \text{ м}^3, \quad (4.4.126)$$

где $n_{зам}^{OK}$ – принятое количество замесов бетоносмесителя, вмещаемое в транспортное средство; β – коэффициент выхода бетонной смеси, определяют при расчете состава бетона в зависимости от параметров бетоносмесительных установок или принимают по табл. П6.10;

$V_{см}$ – объем смесителя на бетоносмесительном узле, м^3 ;

$V_{см}$ для гравитационных бетоносмесителей можно принимать равным 100; 250; 500; 750; 1200; 1500; 2400; 3000 л (см. [10], табл. 5.17), а для бетоносмесителей принудительного действия – 250; 500; 750; 1000; 1200; 1500 л (см. [12], табл. 5.18).

$$n_{зам}^{OK} = \min(n_{зам1}; n_{зам2}); \quad (4.4.127)$$

$$n_{зам1} = \frac{V_{тс}}{(V_{см} \cdot \beta)}, \text{ шт.}, \quad (4.4.128)$$

$$n_{зам2} = \frac{P_{тр}}{(V_{см} \cdot \beta \cdot \gamma)}, \text{ шт.}, \quad (4.4.129)$$

где $V_{тс}$ – объем кузова транспортного средства, м^3 ; $P_{тр}$ – грузоподъемность транспортного средства, т; γ – плотность бетонной смеси, $\text{т}/\text{м}^3$.

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

$$0,9 \leq K_r \leq 1,05, \quad (4.4.130)$$

где K_r – коэффициент использования транспорта по грузоподъемности.

$$K_r = \frac{n_{зам}^{OK} \cdot V_{см} \cdot \beta \cdot \gamma}{P_{тр}}; \quad (4.4.131)$$

$$T_{ц} = t_n + t_{гр} + t_{пор} + t_p + t_m, \text{ мин.}, \quad (4.4.132)$$

где t_n – время загрузки транспорта из бетоносмесителя, мин. (см. табл. П5.8); $t_{гр}$ – время движения груженого транспорта, мин.; $t_{пор}$ – время движения порожнего транспорта, мин.; t_p – время разгрузки бетонной смеси, мин. (см. табл. П5.8); t_m – время маневрирования транспорта, мин. (см. табл. П5.8).

Время загрузки более точно можно определить по выражению:

$$t_n = V_6 / \Pi_{бс}, \text{ мин.}, \quad (4.4.133)$$

где $\Pi_{бс}$ – производительность смесителя бетоносмесительного узла (БСУ), $\text{м}^3/\text{мин.}$

$$\Pi_{бс} = \frac{n_z \cdot V_{см} \cdot \beta}{60}, \text{ м}^3/\text{мин.}, \quad (4.4.134)$$

где n_z – расчетное количество замесов бетоносмесителя в час с учетом конкретных условий приготовления бетона, принимаемое по табл. П5.9.

$$t_{zp} = 60L/V_{zp}, \text{ мин.}, \quad (4.4.135)$$

$$t_{nop} = 60L/V_{nop}, \text{ мин.}, \quad (4.4.136)$$

где L – дальность транспортирования бетонной смеси, км; V_{zp} – скорость движения грузового транспорта, км/ч (см. табл. П5.10); V_{nop} – скорость движения порожнего транспорта, км/ч (см. табл. П5.10).

Время разгрузки автосамосвалов более точно можно определить по выражению:

$$t_p = \frac{n_{зам}^{OK} \cdot V_{см} \cdot \beta \cdot H_{сп}^p}{100 \cdot N_p \cdot n_{зв}} 60, \quad (4.4.137)$$

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

Требуемое количество транспортных средств можно также определить по выражению:

$$N_{mp} = \frac{T}{t_{yn}} + 1, \text{ шт.}, \quad (4.4.138)$$

где t_{yn} – время подачи и укладки в конструкцию перевозимого за один рейс объема бетонной смеси, мин.

$$t_{yn} = \frac{n_{зам}^{OK} \cdot V_{см} \cdot \beta \cdot H_{сп}^y}{10 \cdot N_p \cdot n_{зв}} 60 + \frac{n_{зам}^{OK} \cdot V_{см} \cdot \beta \cdot H_{сп}^n}{100 \cdot N_p \cdot n_{зв}} 60, \text{ мин.}, \quad (4.4.139)$$

где $H_{сп}^y$ – норма времени на укладку бетонной смеси в конструкцию, чел.-час (см. Н4-1, т. 124, 125); $H_{сп}^n$ – норма времени на подачу бетонной смеси в конструкцию, чел.-час (см. Н1, т. 11); $N_p = 2$ – количество рабочих в звене, чел. (см. Н4-1, с.84).

4.4.8. Разработка мероприятий по производству железобетонных работ в зимнее время

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

В зимних условиях необходимо обеспечить приобретение бетоном до момента его замерзания прочности не ниже критической, после чего замораживание уже не вносит нарушений в структуре бетона и он, оказавшись после оттаивания в нормальных для твердения условиях, набирает проектную прочность.

Рекомендуемые способы выдерживания бетонных и железобетонных конструкций в зависимости от модуля поверхности приведены в [3], табл. 7.1.

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

Порядок расчета термосного выдерживания приведен в [3], с.32.. 46.

Опалубка и арматура перед бетонированием очищается от снега и наледи, например, струей горячего воздуха под брезентовым или полиэтиленовым покрытием с высушиванием поверхности. Не допускается снимать наледь с помощью пара или горячей воды. Все открытые поверхности укладываемого бетона (при больших поверхностях – по мере бетонирования отдельных участков), а также во время перерывов в бетонировании должны тщательно укрываться пароизоляционным материалом (полиэтиленовая пленка, толь, рубероид и т.д.) и утепляться в соответствии с теплотехническим расчетом.

Мерзлые основания из пучинистых грунтов до укладки бетонной смеси должны быть отогреты до положительной температуры на глубину не менее 50 см и защищены (укрыты) от промерзания.

При использовании метода термоса или предварительного электроразогрева слой старого бетона (каменных и других конструкций) в месте стыка с бетонированной конструкцией до укладки теплой бетонной смеси, как правило, должен быть отогрет на глубину не менее 30 см и укрыт от замерзания до приобретения вновь уложенным бетоном требуемой прочности. Слой старого бетона в месте контакта не следует отогревать, если бетонная смесь содержит противоморозные добавки более 5% массы цемента.

Бетонная смесь при термосном выдерживании может быть уложена на неотогретый старый бетон или непучинистый грунт, если по расчету в зоне контакта на протяжении расчетного периода выдерживания бетона будет обеспечена температура выше 0°С.

Укладка бетонной смеси с последующим прогревом допускается на мерзлые непучинистые основания или на неотогретый старый бетон, очищенные от снега и наледи, при условии, что к началу электропрогрева температура бетона в зоне контакта будет не ниже 2°С, при этом примыкающие к стыку открытые поверхности грунта или старого бетона укрываются на ширину 0,3...0,5 м теплоизоляционным материалом с коэффициентом общей теплопередачи не более 2 ккал/м²·ч·град.

При использовании метода термоса необходимо соблюдать следующие условия:

- опалубку и утеплитель рекомендуется удалять не ранее, чем бетон приобретет критическую прочность;
- коэффициент теплопередачи укрытия неопалубленных поверхностей должен быть не ниже, чем опалубки;
- для обеспечения одинаковых условий остывания частей конструкции, имеющих различную толщину, тонкие элементы, выступающие углы и другие части, остывающие быстрее основных частей, должны иметь усиленное утепление.

Технология прогрева конструкций подробно описана в [25].

4.4.9. Разработка складирования сборных конструкций

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

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

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

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

в) ближе к крану располагают конструкции с большей массой;

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

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

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

Конструкции сборных фундаментов, рассортированные по маркам и партиям, должны храниться в штабелях на бровке за пределами призмы обрушения (см. табл. П2.11). Высота штабеля фундаментных плит (рис. 4.4.55) не должна превышать двух метров; фундаментных стеновых блоков (рис. 4.4.56) – не более 2,5 метра ([31], раздел 7) и плит перекрытия – не более 2,5 м (но не более 12 рядов).

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

Толщина прокладок должна быть не менее 30 мм.

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

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

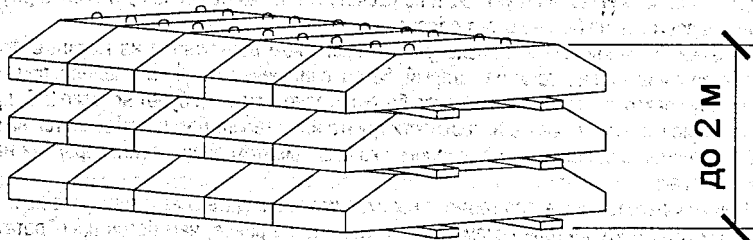


Рисунок 4.4.55 – Схема складирования фундаментных плит в штабеле

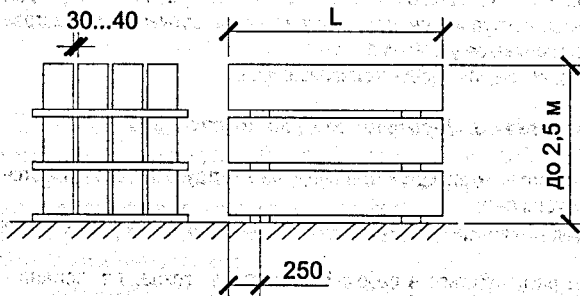


Рисунок 4.4.56 –
Схема складирования
фундаментных
блоков стен подвала

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

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

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

4.4.10. Расчет экскаваторных забоев и проходок.

4.4.10.1. Расчет забоев для экскаваторов "прямая лопата"

Расчет экскаваторных забоев производим в следующем порядке:

1. Находим рабочие параметры экскаватора:

$$\text{рабочий радиус резания: } R_p = 0,9 \cdot R_p^{\max}, \text{ м,} \quad (4.4.140)$$

$$\text{рабочий радиус выгрузки: } R_B = 0,9 \cdot R_B^{\max}, \text{ м,} \quad (4.4.141)$$

$$\text{рабочий радиус резания на уровне стоянки: } R_{CT} = 0,9 \cdot R_{CT}^{\max}, \text{ м,} \quad (4.4.142)$$

рабочую длину передвижки l_n принимаем по табл. 4.4.11,

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

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

Таблица 4.4.11 – Рекомендуемая длина передвижки одноковшовых экскаваторов со сменным оборудованием "прямая и обратная лопата"

Емкость ковша экскаватора в м ³	Длина передвижки экскаватора в м	
	с прямой лопатой	с обратной лопатой
0,15	1	1,1
0,25	1,1	1,25
0,4	1,3	1,4
0,65	1,5	1,5
1	1,75	1,75
1,6	2	2
2,5	2,3	2,3

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

3. Находим отношение: $K_1 = \frac{B}{R_p}$. (4.4.143)

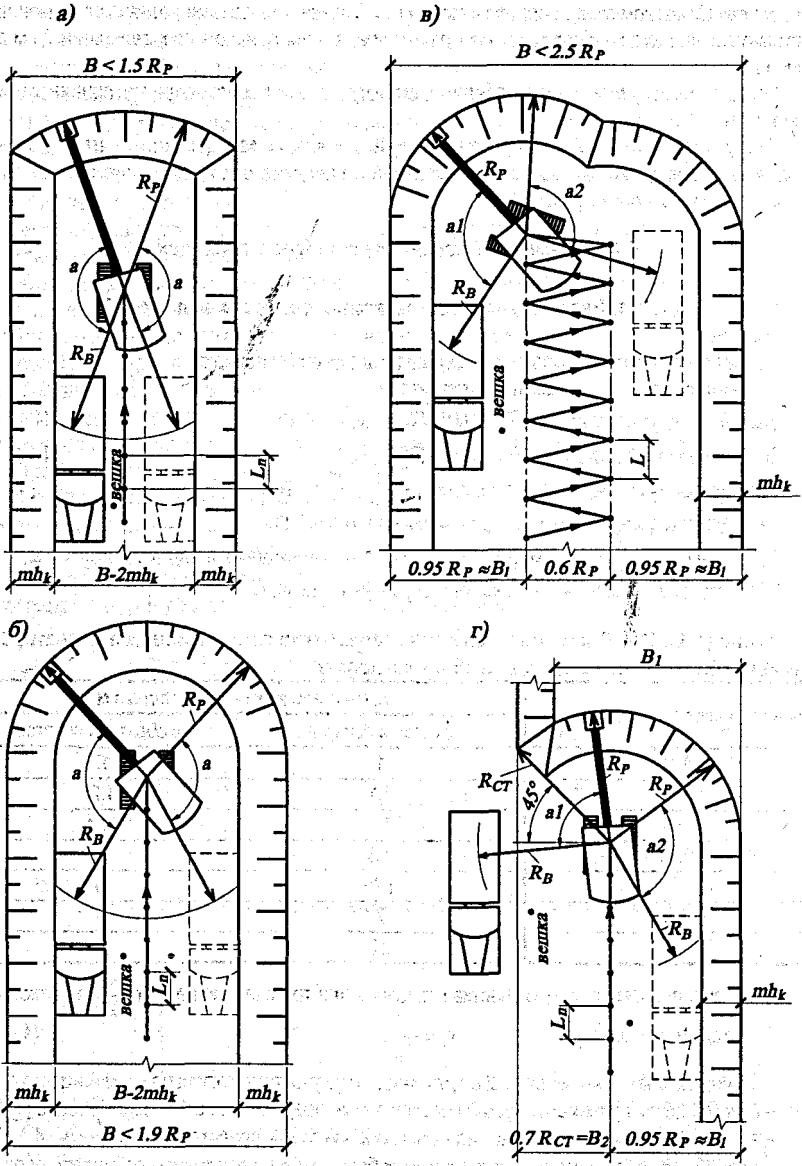
4. Принимаем конкретный вид забоя для каждого из участков котлована в зависимости от K_1 :
– если $K_1 \leq 1,5$, то принимается узкий лобовой забой, представленный на рис. 4.4.57 а;

• если $K_1 \leq 1,9$, то принимается нормальный лобовой забой, представленный на рис. 4.4.57 б;

• если $K_1 \leq 2,5$, то принимается уширенный лобовой забой с движением по зигзагу, представленный на рис. 4.4.57 в;

• если $K_1 \leq 3,5$, то принимается уширенный лобовой забой с движением по поперечной схеме (в строительстве применяется редко из за большого пути движения экскаватора);

• если $K_1 > 2,5$, то принимается боковой забой, представленный на рис. 4.4.57 г.



а) узкий лобовой забой; б) – нормальный лобовой забой;
 в) – уширенный лобовой забой с движением по зигзагу; г) – боковой забой
 Рисунок 4.4.57 – Схемы экскаваторных забоев экскаватора «прямая лопата»

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

$$B_1 = \sqrt{R_p^2 - \ell_n^2}, \text{ м.} \quad (4.4.144)$$

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

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

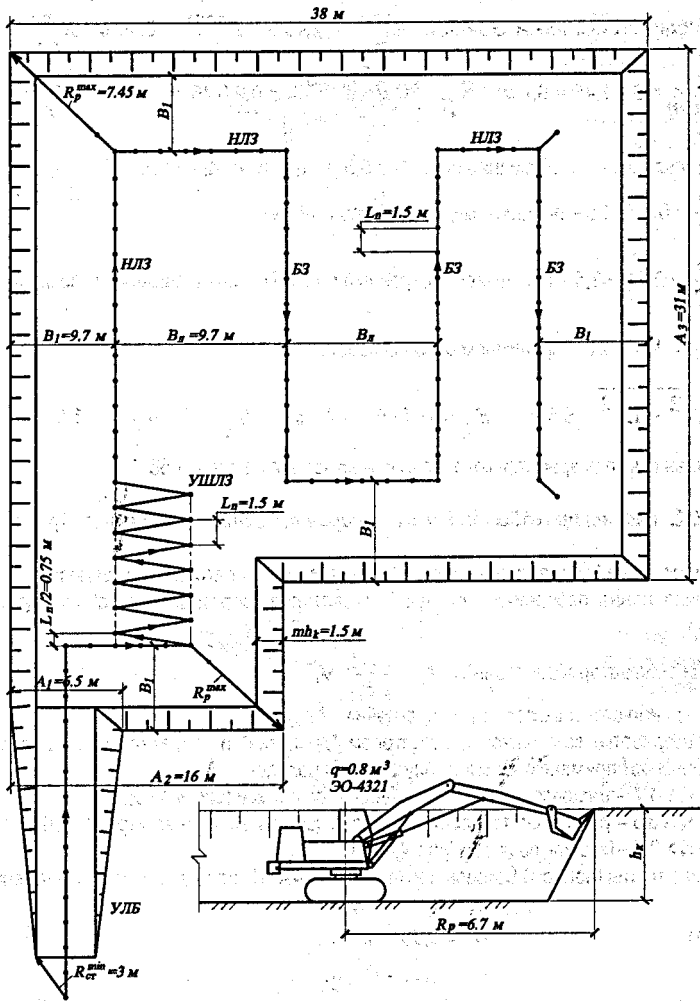


Рисунок 4.4.58 – Схема движения экскаватора «прямая лопата» 30-4321 при разработке котлована

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

$$B_{л} = B_1 + B_2 - m \cdot h_{к}, \text{ м.} \quad (4.4.145)$$

При этом: $B_2 = 0,7 \cdot R_{ст}, \text{ м.} \quad (4.4.146)$

Следует отметить, что при разработке котлованов и траншей экскаватором "прямая лопата" обязательно необходим въезд.

Приведем расчет забоев для котлована, изображенного на рис.4.4.58 и разрабатываемого гидравлическим экскаватором ЭО-4321: $R_p^{\max} = 7,45 \text{ м}; R_{в}^{\max} = 6,45 \text{ м}; R_{ст}^{\max} = 7,45 \text{ м.}$

$$R_p = R_{ст} = 0,9 \cdot 7,45 = 6,7 \text{ м}; R_B = 0,9 \cdot R_B^{\max} = 0,9 \cdot 6,45 = 5,8 \text{ м} \quad l_n = 1,5 \text{ м (см. табл.4.4.11).}$$

Котлован имеет участки шириной: $A_1 = 6,5 \text{ м}; A_2 = 16 \text{ м}; A_3 = 31 \text{ м.}$

$$K_1 = \frac{6,5}{6,7} = 0,97 < 1,5 - \text{принимаем узкий лобовой забой.}$$

$$K_2 = \frac{16}{6,7} = 2,39 < 2,5 - \text{принимаем уширенный лобовой забой с движением по зигзагу.}$$

$$K_3 = \frac{31}{6,7} = 4,6 > 2,5 - \text{принимаем боковой забой.}$$

$$B_1 = \sqrt{6,7^2 - 1,5^2} = 6,5 \text{ м} \quad B_2 = 0,7 \cdot 6,7 = 4,7 \text{ м} \quad B_{л} = 6,5 + 4,7 - 1,5 = 9,7 \text{ м}$$

Общая схема разработки котлована представлена на рис.4.4.58.

4.4.10.2. Расчет проходок для экскаваторов «обратная лопата» и «драглайн»

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

Рабочая длина передвижки ℓ_1 для экскаваторов "обратная лопата" определяется по табл. 4.4.11.

Для экскаватора "драглайн": $\ell_n = \frac{L_{стп}}{5}, \text{ м,} \quad (4.4.147)$

где $L_{стп}$ – длина стелы экскаватора «драглайн».

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

если $K_1 \leq 1,7$ – торцовая проходка с движением по прямой (рис. 4.4.59);

если $K_1 \leq 3,5$ – уширенная торцовая проходка с движением по зигзагу (рис.4.4.60);

если $K_1 > 3,5$ – боковая проходка (рис. 4.4.61).

Ширина ленты (полосы) боковой проходки (рис. 4.4.61) определяется по выражению:

$$B_{л} = B_1 + B_2 - m \cdot h_{к}, \text{ м,} \quad (4.4.148)$$

при этом $B_2 = 0,85 \cdot R_p, \text{ м,} \quad (4.4.149)$

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

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

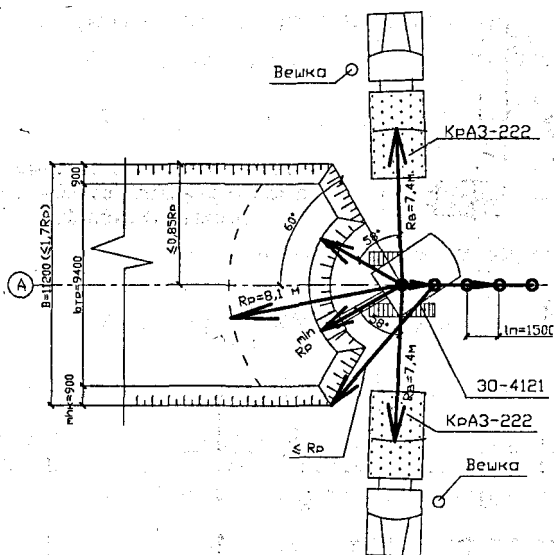


Рисунок 4.4.59 – Схема торцевой проходки с движением по прямой экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн"

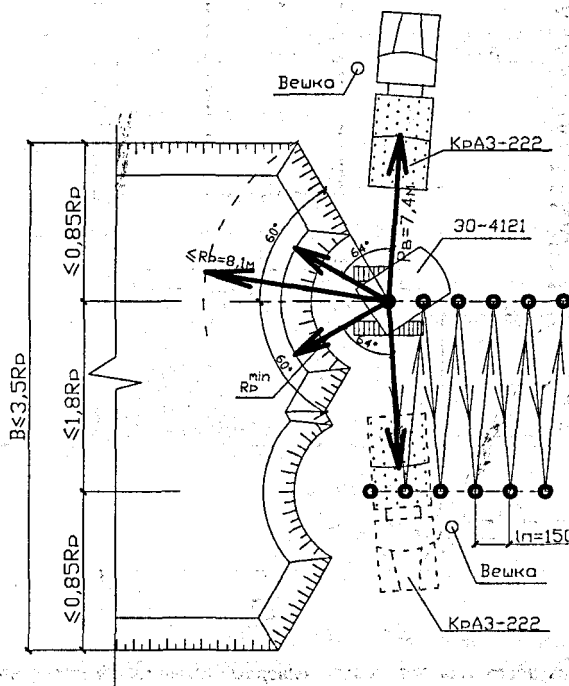


Рисунок 4.4.60 – Схемы торцевой проходки с движением по зигзагу экскаваторов "обратная лопата" и "драглайн"

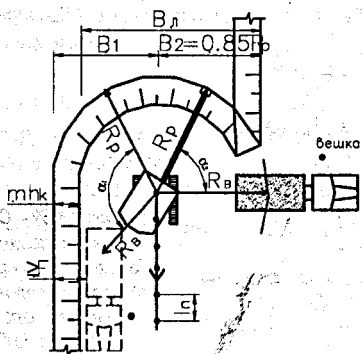


Рисунок 4.4.61 – Схемы боковой проходки экскаваторов «обратная лопата» и «драглайн»

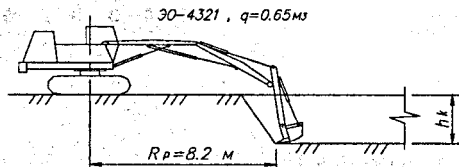
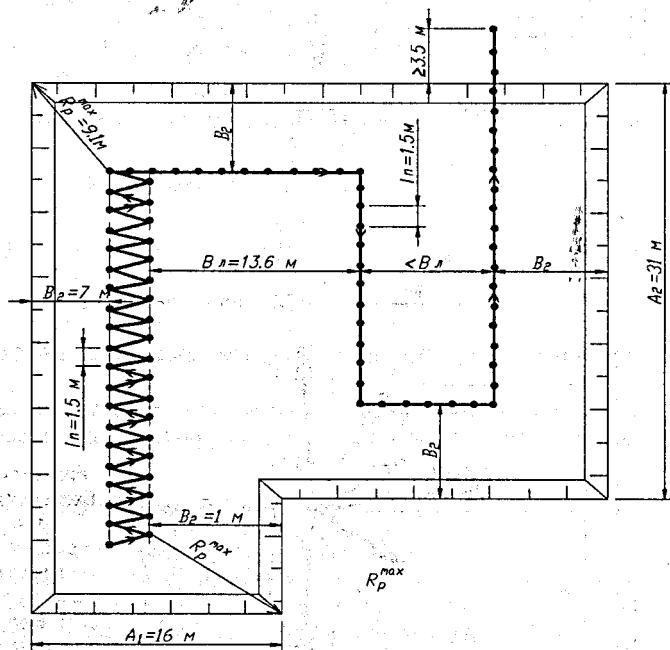


Рисунок 4.4.62 – Схема разработки котлована экскаватором «обратная лопата» в транспорт

Выполним расчет проходок для котлована, представленного на рис.4.4.62, гидравлическим экскаватором «обратная лопата» ЭО-4321 с емкостью ковша 0,65 м³: $R_p^{\max} = 9,1$ м;

$$R_e^{\max} = 7,5 \text{ м. } R_p = 0,9 \cdot 9,1 = 8,2 \text{ м; } R_B = 0,9 \cdot 7,5 = 6,8 \text{ м}$$

$$I_n = 1,5 \text{ м (см. табл. 4.4.11).}$$

Котлован имеет участки шириной: $A_1 = 16$ м; $A_2 = 31$ м.

$$K_1 = \frac{16}{8,2} = 1,95 < 3,5, \text{ но } > 1,7 - \text{принимаем торцовую проходку с движением по прямой.}$$

$$K_2 = \frac{31}{8,2} = 3,78 > 3,5 - \text{принимаем боковую проходку.}$$

$$B_1 = \sqrt{8,2^2 - 1,5^2} = 8,1 \text{ м} \quad B_2 = 0,85 \cdot 8,2 = 7 \text{ м} \quad B_n = 8,1 + 7 - 1,5 = 13,6 \text{ м}$$

В случае параллельной работы экскаваторов в транспорт и навывет должна быть обеспечена возможность отсыпки грунта кавальеров на бровку котлована, при этом максимально возможное расстояние B_4 (рис. 4.4.63) от оси движения экскаватора до бровки определяется по формуле:

$$B_4 = B_3 - b_{\text{КАВ}} - m_1 \cdot h_{\text{КАВ}} - D, \text{ м.} \quad (4.4.151)$$

где B_3 – максимально возможное удаление экскаватора от точки отсыпки кавальеров, м.

При этом D принимается равным $D = L_k$, а L_k принимается по выражению (4.4.94).

$$B_3 = \sqrt{R_B^2 - \ell_{II}^2}, \text{ м.} \quad (4.4.152)$$

На рис. 4.4.63 вместо B_2 можно принимать расстояние B_1 , однако при этом увеличивается угол поворота стрелы экскаватора в плане, что существенно снижает его производительность.

Если $B_4 \geq \frac{B}{2}$ и $K_1 = \frac{B}{R_p} \leq 1,7$ – применяем торцовую проходку с движением по прямой, при этом ось движения экскаватора совпадает с осью траншеи или котлована.

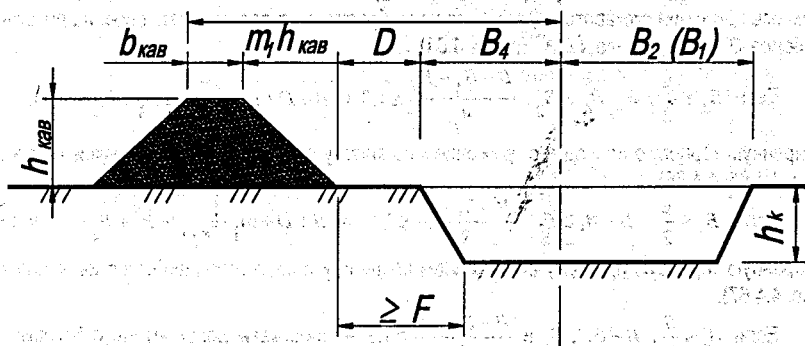


Рисунок 4.4.63 – Схема к определению B_4 при отсыпке грунта экскаватором «обратная лопата» и «драглайн» на бровку

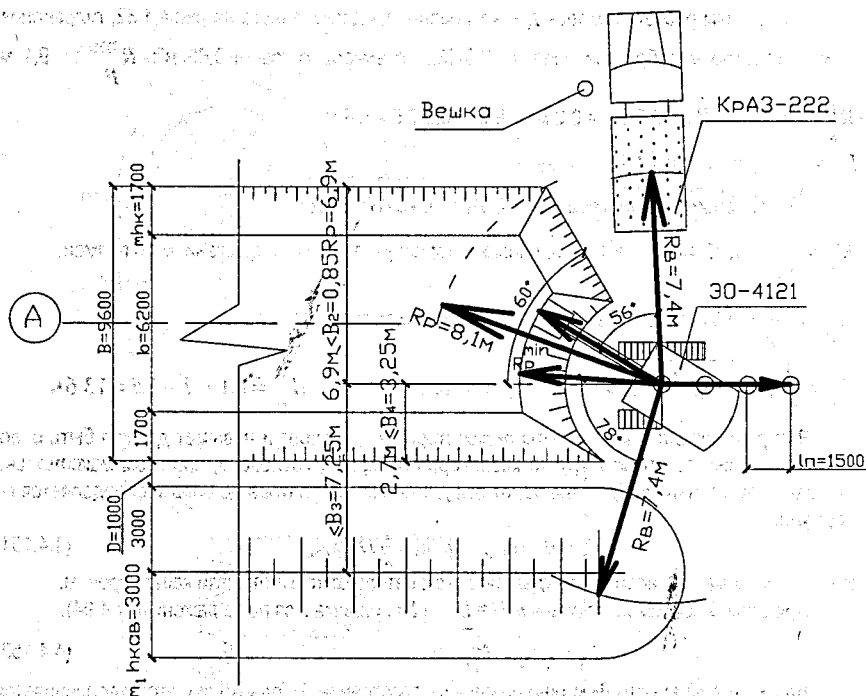


Рисунок 4.4.64 – Торцовая проходка экскаватора "обратная лопата" со смещением оси движения экскаватора в сторону кавальера

Если $B_4 \leq \frac{B}{2}$ и $B - B_4 \leq B_2$ – применяем торцовую проходку с движением по прямой, при этом ось движения экскаватора располагаем от бровки, со стороны кавальеров, на расстоянии не более B_4 , но не менее $\hat{A} - \hat{A}_2$ (рис. 4.4.64).

Если $B_4 \leq \frac{B}{2}$, $B - B_4 \geq B_2$, $\frac{B - B_4 - B_2}{R_p} \leq 1,8$ и $B + D + m_1 \cdot h_{\text{кав}} \leq B_3 + B_2$ – принимаем уширенную торцовую проходку с движением по зигзагу с односторонней отсыпкой кавальеров (рис. 4.4.65, 4.4.66).

Если $B_4 \leq \frac{B}{2}$, $B - B_4 \geq B_2$, $\frac{B - B_4 - B_2}{R_p} \leq 1,8$ и $B + D + m_1 \cdot h_{\text{кав}} > B_3 + B_2$ – принимаем уширенную торцовую проходку с движением по зигзагу и двухсторонней отсыпкой кавальеров (рис. 4.4.67).

Если $B_4 \leq \frac{B}{2}$, $B - B_4 \geq B_2$ и $\frac{B - B_4 - B_2}{R_p} \geq 1,8$ – принимаем дополнительно боковую проходку.

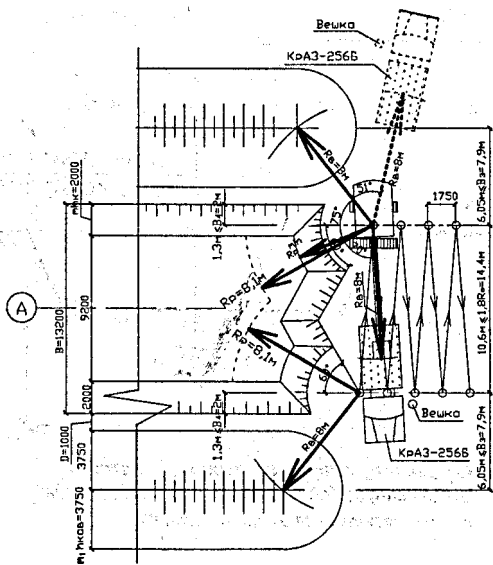


Рисунок 4.4.67 –
Торцовая уширенная
проходка с движением
по зигзагу экскаватора
«обратная лопата»
при отсыпке
двухсторонних
кавальеров

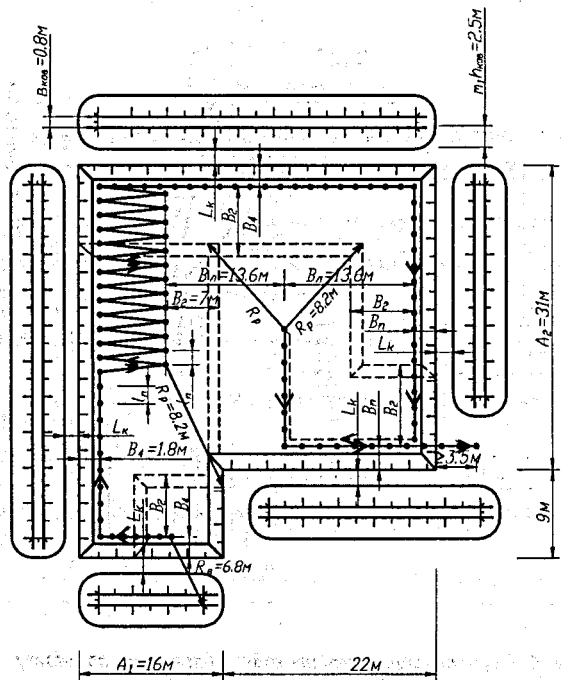


Рисунок 4.4.68 –
Схема разработ-
ки копована
экскаватором
«обратная
лопата» ЭО-4321
с его работой
в транспорт
и навьимет

Выполним расчет проходок при разработке котлована экскаватором «обратная лопата» ЭО-4321 с емкостью ковша 0,65 м³ с его параллельной работой в транспорт и навывет (рис.4.4.68). Кавальеры в поперечном сечении имеют следующие размеры: $b_{кав} = 0,8$ м; $h_{кав} = 2$ м; $m_1 \cdot h_{кав} = 2,5$ м. $B_3 = \sqrt{6,8^2 - 1,5^2} = 6,6$ м $B_4 = 6,6 - 0,8 - 2,5 - 1,5 = 1,8$ м.

$K_1 = \frac{16 - 2 \cdot 1,8}{8,2} = 1,51 < 1,8$ – принимаем уширенную торцовую проходку с движением по зигзагу. $K_2 = \frac{31 - 2 \cdot 1,8}{8,2} = 3,34 > 1,8$ – принимаем боковую проходку.

Общая схема разработки котлована экскаватором «обратная лопата» в транспорт и навывет представлена на рис.4.4.68.

При разработке общей схемы следует стремиться к тому, чтобы экскаватор максимально возможно перемещался вдоль бровки котлована с целью отсыпки кавальеров максимальной длины.

После разработки общей схемы движения экскаваторов «обратная лопата» и «драглайн» с уточненной схемой расположения кавальеров следует откорректировать размеры кавальеров.

4.4.11. Определение коэффициента оборачиваемости опалубки

Коэффициент оборачиваемости опалубки определяется по формуле:

$$K_{об} = \frac{T_{оп}}{t_{оп}}, \quad (4.4.153)$$

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

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

$T_{оп}$ и $t_{оп}$ принимаются на основании календарного графика производства железобетонных работ (рис. 4.4.69...4.4.71).

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

$$F_{оп}^{гр} = \frac{F_{об}}{K_{об}}, \text{ м}^2, \quad (4.4.154)$$

где $F_{об}$ – общая площадь опалубки, необходимая для устройства всех фундаментов, м²;

$K_{об}$ – коэффициент оборачиваемости опалубки.

При больших объемах железобетонных работ каждый из ведущих процессов выполняется отдельным звеном, при этом работы целесообразно производить в две смены (см. рис. 4.4.69).

Наименование работ	Рабочие дни, смены																
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
Установка опалубки и арматурных сеток	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Прием, подача и укладка бетонной смеси																	
Разборка опалубки																	

Рисунок 4.4.69 – Фрагмент календарного плана на устройство монолитных железобетонных фундаментов при больших объемах работ

В соответствии с рис.4.4.69 коэффициент оборачиваемости равен $K_{об}=23/8=2,89$.

Для устройства монолитных ленточных фундаментов, например с общей площадью опалубки $711,4 \text{ м}^2$, необходима опалубка площадью:

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

После определения $F_{оп}^{TP}$ необходимо откорректировать спецификацию элементов опалубки (табл. 4.4.2).

Наименование работ	Рабочие дни, смены														
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Установка опалубки и арматурных сеток	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Прием, подача и укладка бетонной смеси															
Разборка опалубки															

Timeline details for Figure 4.4.70:
 - "Установка опалубки и арматурных сеток": $t_{оп}=15\text{см}$, duration from day 3 to day 17.
 - "Прием, подача и укладка бетонной смеси": duration from day 5 to day 14.
 - "Разборка опалубки": $t_{оп}=5\text{см}$, duration from day 3 to day 17.

Рисунок 4.4.70 – Фрагмент календарного плана на устройство монолитных фундаментов при организации работ в одну смену

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

организовать выполнение работ в одну смену (рис. 4.4.70);

поручить последовательное выполнение всех процессов (рис. 4.4.71), связанных с производством железобетонных работ, одной бригаде, рабочие которой имеют смежные специальности (плотника, арматурищика, бетонщика).

Наименование работ	Рабочие дни, смены															
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Установка опалубки и арматурных сеток	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Прием, подача и укладка бетонной смеси																
Разборка опалубки																

Timeline details for Figure 4.4.71:
 - "Установка опалубки и арматурных сеток": $t_{оп}=25\text{см}$, duration from day 3 to day 17.
 - "Прием, подача и укладка бетонной смеси": duration from day 5 to day 14.
 - "Разборка опалубки": $t_{оп}=8,5\text{см}$, duration from day 3 to day 17.

Рисунок 4.4.71 – Фрагмент календарного плана на устройство монолитных фундаментов при последовательном выполнении всех процессов одной бригадой

При организации работ в одну смену (рис. 4.4.70): $K_{об} = \frac{15}{5} = 3$.

В случае последовательного выполнения всех процессов бригадой, состоящей из 4-х человек (рис. 4.4.71): $K_{об} = \frac{25}{6,5} = 3,85$.

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

4.4.12. Технология и организация производства работ

Раздел разрабатывается на основании [2,5,7,11...13,20...22,24,37] и должен содержать:

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

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

Наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения оформляют в виде операционной карты (см. п. 4.4.13).

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

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

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

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

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

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

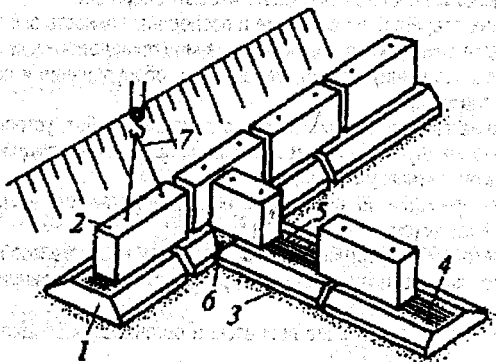
Рассмотрим в качестве примера технологию монтажа фундаментных стеновых блоков ленточных фундаментов.

До начала укладки фундаментных блоков необходимо выполнить следующие работы:

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

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

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



- 1 – фундаментная подушка;
 - 2 – стеновой блок;
 - 3 – песчаная подготовка;
 - 4 – арматурный пояс;
 - 5 – постель из раствора;
 - 6 – заделка стыка монолитным бетоном;
 - 7 – строповка блока
- Рисунок 4.4.72 – Монтаж сборных ленточных фундаментов**

Монтаж стеновых фундаментных блоков ленточных фундаментов выполняют в следующем порядке:

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

Фундаментные блоки укладывают по схеме их раскладки в соответствии с проектом, чтобы обеспечить разрывы для прокладки труб водоснабжения, канализации и других вводов (рис.4.4.72).

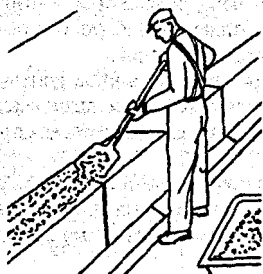


Рисунок 4.4.73 – Схема устройства растворной постели

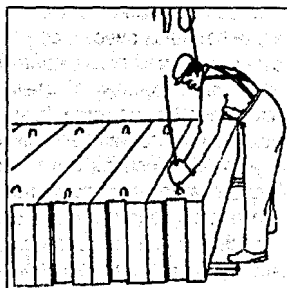


Рисунок 4.4.74 – Схема строповки фундаментного блока

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

Монтажник М2 лопатой расстилает раствор по опорной поверхности, а монтажник М1 разравнивает его слоем толщиной 20-30 мм. Полосы раствора должна отстоять от граней блока на 30-40 мм (рис.4.4.73).

Монтажник М3, проверив маркировку, геометрические размеры фундаментных блоков и надежность монтажных петель, стропует блок (рис.4.4.74).

По сигналу монтажника М3 машинист М гусеничного стрелового крана ДЭК -251 приподнимает блок на высоту 50-70 см. Убедившись в надежности строповки и очистив от грязи и наледи нижнюю плоскость блока, монтажник М3 подает сигнал к дальнейшему подъему и перемещению блока к котловану (рис. 4.4.75).

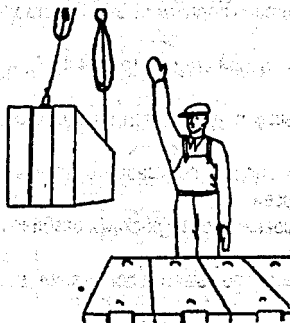


Рисунок 4.4.75 – Схема подачи блока в зону монтажа

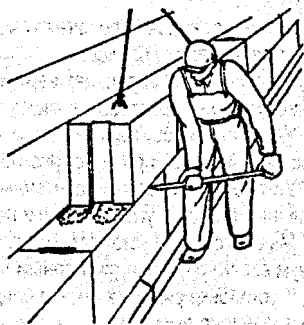


Рисунок 4.4.76 – Схема выверки фундаментного блока

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

Монтажники М1 и М2 принимают блок на высоте примерно 30 см над ранее уложенными и разворачивают его. По команде монтажника М2 машинист плавно опускает блок на высоту 10-15 см от опорной поверхности. Монтажники ломом рихтуют блок по отметкам и причалке, устанавливая его в проектное положение; после чего машинист опускает блок на опорную поверхность (рис. 4.4.76).

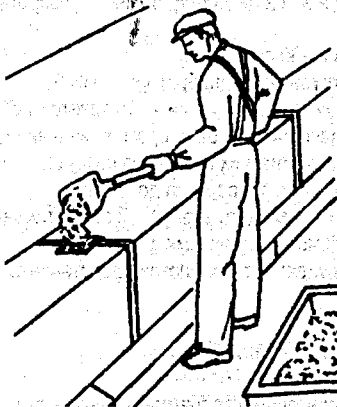


Рисунок 4.4.77 – Схема заполнения бетонной смесью вертикального стыка между блоками

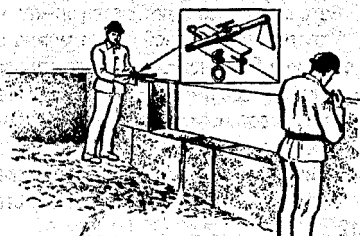


Рисунок 4.4.78 – Натягивание причалки при помощи скобы

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

Положение блока относительно ранее уложенных проверяют по причалке, а выравнивают с помощью ломов и клиньев при натянутом стропе (рис.4.4.76).

Затем монтажники освобождают строп и производят окончательную выверку уложенного блока.

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

Монтажник М3 заполняет вертикальный стык бетонной смесью (рис. 4.4.77), а затем подштопкой уплотняет раствор в горизонтальном шве.

Укладка блоков, начиная со второго ряда и выше производится с использованием причалки, натягиваемой при помощи скобы (4.4.78).

Установку блоков стен ленточных фундаментов следует производить, начиная с установки маячных блоков в углы здания и на пересечении осей.

Маячные блоки устанавливают, совмещая их осевые риски с рисками разбивочных осей по двум взаимно перпендикулярным направлениям.

К установке рядовых блоков следует приступать после выверки положения маячных блоков в плане и по высоте.

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

По мере монтажа элементов фундаментных стеновых блоков ленточных фундаментов производится бетонирование монолитных участков.

Для устройства монолитных участков используем деревянную щитовую опалубку с площадью щитов до 1 м².

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

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

Укладка бетонной смеси производится слоями 25-30 см.

Бетонная смесь уплотняется электрическими глубинными вибраторами ИВ-66.

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

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

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

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

4.4.13. Составление операционной карты

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

В операционной карте приводится наименование технологических операций, их описание и последовательность выполнения с указанием применяемых средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов, оборудования и исполнителей (специальность, разряд, состав звена).

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

Наименование операции	Средства технологического обеспечения, машины, механизмы, оборудование	Исполнители	Описание операции
1	2	3	4
Подготовка рабочего места	Теодолит 3Т2КП, нивелир 3Н-2КЛ, ручной инструмент, растворный ящик, шнур-причалка, растворная лопата, кельма	М1,3	Монтажники устанавливают теодолиты, нивелир и раскладывают ручной инструмент вблизи фундамента на рабочем месте. По маячным блокам, ранее установленным с использованием теодолита, натягивают шнур-причалку.
Подготовка блока к монтажу	Рулетка стальная РС20, скребок, щетка, металлический складной метр	М2	Рулеткой проверяются геометрические размеры блока. Опорные поверхности блоков должны быть очищены от загрязнения, наплывов бетона. Проверяется исправность монтажных петель.
Подготовка крана к монтажу	Рулетка стальная РС20, кувалда, топор, четырехветвевой строп (ПИ Промстальконструкция, №21059М-28), ДЭК-251	М2(М)	Рулеткой производится выноска оси движения крана, которая закрепляется ее на местности деревянными колышками. На крюк крана одевается четырехветвевой строп.
Расстилка раствора на постели	Растворный ящик, растворная лопата, кельма	М1,3	На постель лопатой подается раствор, который затем разравнивается кельмой.
Строповка блока	Четырехветвевой строп 4СК1-8, оттяжка, ДЭК-251	М2(М)	Стропуют блок за две точки, заводя крюки стропов в петли блока. При этом краном натягивают стропы траверсы и убеждаются в надежности строповки.
Подъем и подача блока в зону монтажа	Четырехветвевой строп 4СК1-8, оттяжка, ДЭК-251	М1,2,3 (М)	Блок поднимают выше встречных препятствий и путем поворота стрелы в горизонтальной плоскости подают его к месту установки до уровня, превышающего постель на 0,5 м.
Установка блока	Четырехветвевой строп 4СК1-8, оттяжка, клиновые вкладыши, монтажные лопы, ДЭК-251	М1,3 (М)	По сигналу М1 машинист крана М плавно опускает блок, при этом монтажники М1,3 придерживают его, направляя к месту установки. Положение блока в процессе установки контролируют по причалке и монтажному зазору между устанавливаемым и ранее установленным смежным блоком. Необходимое перемещение блока производится монтажными лопами.
Выверка блока	Нивелир 3Н-2КЛ, правило, уровень, кувалда, четырехветвевой строп 4СК1-8, ДЭК-251	М1,3 (М)	Проверяется горизонтальность блоков по причалке и правилу с уровнем, а также визированием по ранее установленным блокам. При нарушении горизонтальности в продольном и/или поперечном направлении производится осаживание блока кувалдой.
Расстроповка блока	Четырехветвевой строп 4СК1-8, оттяжка, ДЭК-251	М1,3 (М)	Машинист крана обеспечивает слабины стропов, после чего монтажники вынимают крюки стропов из петель блока, тем самым выполняя его расстроповку, и снимают оттяжки.

Продолжение табл. 4.4.12

1	2	3	4
Заделка вертикального стыка	Ящик с раствором, кельма, растворная лопата, шуровка	М1,3	В вертикальный стык подается лопатой и кельмой раствор или мелкозернистая бетонная смесь, которые уплотняются штыкованием.
Загибание монтажных петель	Кувалда	М3	Кувалдой производится загибание монтажных петель.
Заключительные работы	Ручной инструмент, нивелир 3Н-2КП, теодолит 3Т2КП, правило, уровень, кувалда, четырехветвевый строп 4СК1-8, ДЭК-251, оттяжки, монтажные ломки, растворный ящик, шнур-причалка, растворная лопата, кельма, рулетка стальная РС20, металлический складной метр	М1,2,3, (М)	Монтажники переносят приспособления и инструменты к следующим рабочим местам и подготавливают кран к перемещению на другую стоянку.

Состав звена: монт. 4р-1 (М1); 3р-1(М2); 2р-1(М3) , Маш.6р-1(М)

4.5. Калькуляция и нормирование затрат труда.

4.5.1. Составление калькуляции затрат труда.

Составление калькуляции осуществляем на основании найденных объемов работ по [14... 19] в форме табл. 4.5.1.

Для ведущих процессов, по которым производительность определяется расчетом, а также для отсутствующих в ЕНиР и НЗТ вспомогательных машин, производительность которых известна, норму времени $H_{вр}$ и $H_{мвр}$ можно найти по выражениям:

$$H_{вр} = \frac{E \cdot t_{см} \cdot N_{рi}}{P_{эсм}}, \text{ чел.-ч.}, \quad (4.5.1)$$

$$H_{мври} = \frac{E \cdot t_{см}}{P_{эсм}}, \text{ маш.-ч.}, \quad (4.5.2)$$

где $N_{рi}$ – количество рабочих в звене, выполняющих i -й процесс, чел.

Затраты труда и машинного времени для автосамосвалов определяются по выражениям:

$$\theta_c = \frac{\theta_{э0}}{N_p^2} \cdot N_p^c \cdot N_{тр}^{OK} = T_M^{\infty} \cdot N_p^c \cdot N_{тр}^{OK}, \text{ чел.-ч.}, \quad (4.5.3)$$

$$T_M^c = \frac{\theta_{э0}}{N_p^2} \cdot N_{тр}^{OK} = T_M^{\infty} \cdot N_{тр}^{OK}, \text{ маш.-ч.}, \quad (4.5.4)$$

где $\theta_{э0}$ – общие затраты труда на разработку грунта экскаватором, чел.-ч (принимаются из калькуляции, табл. 4.5.1); T_M^{∞} – общие затраты машинного времени на разработку грунта экскаватором, маш.-ч (принимаются из калькуляции, табл. 4.5.1); N_p^2 – количество рабочих (машинистов) в звене, работающих на экскаваторе, чел; N_p^c количество шоферов в звене, работающих на одном автосамосвале, чел.

Тогда H_{BP} и H_{MBP} для автосамосвалов можно найти обратным путем по выражениям:

$$H_{BP} = \frac{\theta_c \cdot E}{V_{OTB}}, \text{ чел.-ч,} \quad (4.5.5)$$

$$H_{MBP} = \frac{T_M^c \cdot E}{V_{OTB}}, \text{ маш.-ч,} \quad (4.5.6)$$

где V_{OTB} – объем отвозимого автосамосвалами грунта, m^3 .

Таблица 4.5.1 – Калькуляция затрат труда

№ пп	Обоснование	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Норма времени на единицу объема работ, чел.-ч, (маш.-ч)	Состав звена			Затраты на весь объем, чел.-ч; (маш.-ч)
						Профессия	Разряд	Количество	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									Σ

При нормировании подачи бетонной смеси в поворотных бадьях высота подачи определяется по выражению (рис. 4.5.1):

$$H = h + h_3 + h_6 - h_{ск}, \text{ м} \quad (4.5.7)$$

где h_6 – высота бадьи, м; $h_{ск}$ – расчетная высота точки строповки поворотной бадьи, лежащей на бойке, м.

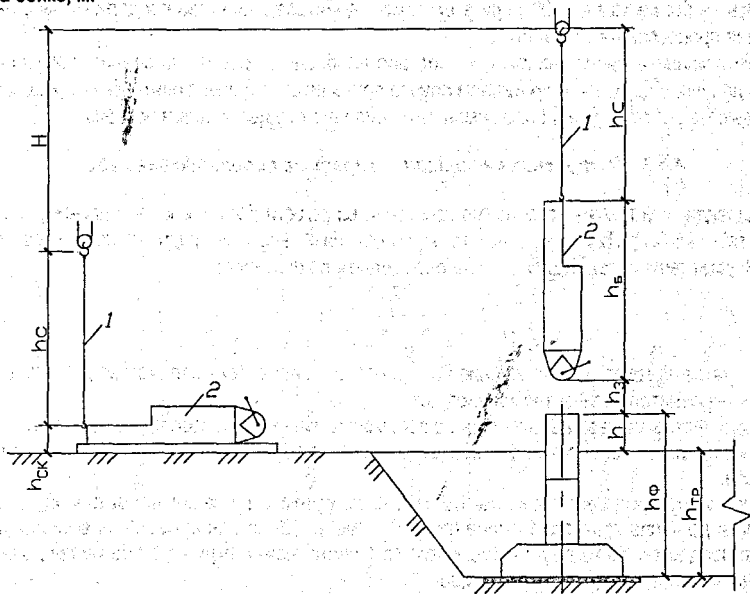


Рисунок 4.5.1 – Схема к определению высоты подачи бетонной смеси краном в поворотных бадьях

Количество арматурных сеток для устройства ленточного фундамента можно ориентировочно определить по формуле:

$$N_c = \frac{L_{\phi}}{(L_c - b_n)}, \text{ шт.}, \quad (4.5.8)$$

где L_{ϕ} — общая длина полосы фундамента по подошве, м; L_c — длина одной арматурной сетки, м; $b_n \approx 0,3$ — величина нахлестки сеток при их укладке в опалубку, м.

Полученное N_c округляется до целого числа в большую сторону.

При этом масса одной сетки равна: $m_c = F_N \cdot m_{\text{ос}}$, кг. (4.5.9)

Порядок составления калькуляции следующий:

При производстве работ в зимнее время $H_{\text{ер}}$ и $H_{\text{мер}}$ следует увеличить, умножив на поправочный коэффициент, принимаемый по [19] на основании указанных месяцев производства работ, группы работ и района строительства.

Пример составления калькуляции затрат труда представлен в табл. 4.5.2.

4.5.2. Разбивка фронта работ на захватки

Для обеспечения максимального совмещения работ, непрерывного и равномерного их выполнения с целью организации потока весь фронт работ расчленяют на отдельные монтажные участки — захватки (при необходимости).

Разбивку на захватки желательно производить таким образом, чтобы объемы работ отличались не более чем на 10%, при этом можно добиться равенства продолжительностей выполнения процессов на захватках.

Минимальное число захваток, на которое необходимо разбивать здание, должно приниматься не менее двух, т.к. в противном случае приходится, с целью совмещения процессов, организовывать работу в две и более смен, что приводит к существенным потерям.

4.5.3. Построение календарного графика производства работ

Календарный график строится на основании ведомости расчетов к календарному графику в форме табл. 4.5.3. Графы 1-7 заполняются на основании калькуляции трудовых затрат (табл. 4.5.1).

Нормативную продолжительность определяем по формуле:

$$T_{ni} = \frac{\theta_i}{N_p \cdot n_{зв}}, \text{ см}, \quad (4.5.10)$$

где θ_i — затраты труда на выполнение i -го процесса, чел.-см; N_p — количество рабочих в звене, чел.; $n_{зв}$ — принятое количество звеньев, шт.

Количество звеньев на выполнение вспомогательных процессов принимается из условия, чтобы их продолжительность не превышала продолжительности соответствующего основного процесса.

Принятую продолжительность $T_{п}$ получаем путем округления нормативной продолжительности до числа кратного 1 смене (реже 0,5 смены). Если одной машиной выполняется несколько процессов, то тогда до числа кратного 1 смене можно округлять общую продолжительность по выполнению данных процессов.

Процент выполнения норм находится по выражению:

$$K_{п} = 100 \cdot \frac{T_{н}}{T_{п}}. \quad (4.5.11)$$

Таблица 4.5.2 – Калькуляция затрат труда

№ пп	Обоснование	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Норма времени на едн. измер. (маш-ч)	Состав звена			Затраты труда на весь объем, чел-ч (маш-ч)
						Профессия	Разряд	Количество	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Расчет	Разработка грунта I гр. котлована под ленточные фундаменты экскаватором "Обратная лопата" ЭО-4121А, $q=1м^3$ в транспорт навесом	100 м ³	15,14 7,604	1,86(1,86) 1,61(1,61)	Маш.	6р	1	28,2(28,2) 12,2(12,2)
2	Расчет	Транспортирование грунта автосамосвалами КраЗ-6510 в отвал	100 м ³	15,14	8,053(8,053)	Шоф.	Зкл.	3	121,2(121,2)
3	Е2-1-22, т.2, п.16, д. пр.3	Перемещение отсыпанного экскаватором грунта II гр. кавальеров бульдозером ДЗ-29 на L=12 м, K=0,85	100 м ³	7,604	(1,1+0,94)0,2 0,85=1,095 (1,095)	Маш.	5	1	8,3(8,3)
4	Н2-1, т.9, п. 2-33, ПРЗ	Доработка грунта I гр. вручную в котловане, п до 1 м, K=1,2	м ³	28,6	0,85·1,2=1,02	Земл.	2	1	29,2
5	Н2-1, т.36, п. 2-740	Зачистка дна котлована вручную, гр-т I гр.	100 м ²	2,86	13,5	Земл.	3	1	38,6
6	Е2-1-34, т.3, п.4в	Обратная засыпка пауз котлована бульдозером ДЗ-29, гр-т II гр., L=14,2 м	100 м ³	5,731	0,77+0,38·2/5 =1,469(1,469)	Маш.	5р	1	8,4(8,4)
7	Н1, т.15, п.1-202	Засыпка грунта I гр. подсыпки под полы краном КС-65731-5 с рейферным ковшом $q=0,5м^3$	100 м ³	1,873	20,8(10,4)	Маш. Тапел.	5 2	1 2	39(19,5)
8	Н2-1, т.36, п. 2-732	Разравнивание грунта 1 гр. вручную; обратная засыпка пауз слоем 0,5 м подсыпки под полы слоем 0,35 м	100 м ²	11,46 6,17	5,1	Земл.	3р	1	58,4 31,5
9	Расчет	Уплотнение грунта 1 гр. пауз и подсыпки под полы самопередвигающейся виброплитой SVP-12,5	100 м ³	7,89	800/640=1,25 (1,25)	Земл.	3р	1	9,9(9,9)
10.	Н4-1, т.134, п.4-757	Прием бетонной смеси в емкости	100 м ³	0,286	8,2	Бет.	2	1	2,3

Продолжение табл. 4.5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	H1, т.11, п.1-59,1-69	Подача бетонной смеси краном в бадьях $q = 0,8 \text{ м}^3$, $H=3,82 \text{ м}$	м^3	28,6	0,28+ 0,026-0,82= 0,30(0,151)	Такел. Маш.	2 6	2 1	8,6(4,3)
12	H19, т.49, п.19-210	Устройство бетонной подготовки толщиной 100 мм вручную	100 м^2	2,86	11,5	Бет.	4 2	1 1	32,9
13	H4-1, т. 63, п. 4-331	Установка деревометаллической щитовой опалубки ступенчатых фундаментов. F до 2 м^2	100 м^2	11,6	45	Плотник	4 2	1 1	522
14	H4-1, т. 63, п. 4-335	То же, разборка	м^2	11,6	25	Плотник	3 2	1 1	290
15	H4-1, т.134, 4- 757	Прием бетонной смеси в емкости	100 м^3	3,09	8,2	Бет.	2	1	25,3
16	H1, т. 11, п.1-59,1-69	Подача бетонной смеси краном в бадьях $q = 0,8 \text{ м}^3$, $H=4,32 \text{ м}$	м^3	309	0,28+ 0,026-1,32= 0,314(0,157)	Такел. Маш.	2 6	2 1	97(48,5)
17	H4-1, т.125, п.4-659 п.4-660	Укладка бетонной смеси в ленточные фундаменты шириной: до $0,6 \text{ м}$ более $0,6 \text{ м}$.	10 м^3	22,6 8,3	3 2,3	Бет.	4р 2р	1 1	67,8 19,1
18	H4-1, т.134, п. 4-747	Поливка бетона водой из брандспойта (35 раз)	100 м^2	13,23	4,9	Бет.	2р	1	64,8
19	H11, т.59, п.11-492	Устройство горизонтальной оклеечной гидроизоляции из рубероида в 2 слоя вручную, $K=1,9$	100 м^2	1,19	12,73	Гидро- изоли- ровщик	4 3 2	1 1 1	15,1
20	H11, т.55, п.11-465, ПР-29	Устройство окрасочной гидроизоляции из холодной битумной мастики вручную, $K=1,85$	100 м^2	2,48	15,355	Гидро- изоли- ровщик	4 2	1 1	38,1
21	H4-1, т.20, п.4-125 п.4-126	Укладка автомобильным краном плит перекрытия, $K=1,1$; F до 5 м^2 F до 10 м^2	10 шт	2,5 7,1	5,6-1,1=6,16 (1,54) 7,2-1,1=7,92 (1,98)	Монт. Маш.	4 3 2 6	1 1 1 1	15,4(3,85) 56,2(14,1)

Продолжение табл. 4.5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	H4-1, Т.45, п.4-233	Заливка швов плит перекрытия вручную без устройства опалубки	100 м	5,1	4,3	Монт.	4	1	21,9
23	H22-1, т.10, п.22-117, Тч.5, Оч.5	Электросварка монтажных стыков плит перекрытия; шв=8 мм (АНО-6, K ₁ =0,9; K ₂ =1,3)	10 м	0,42	3,51	Элек-тросв.	5	1	1,5
24	H4-1, т.39, п.4-212	Антикоррозионное покрытие сварных стыков вручную	10 ст	16,8	1,1	Монт.	4	1	18,5
	Всего								1681,4(278,45)

Порядок составления калькуляции следующий:

а) устанавливается требуемый ЕННР или НЗТ; б) устанавливается параграф ЕННР или НЗТ, соответствующий наименованию работ (графа 2); в) уточняется наименование работ в соответствии с параграфом ЕННР или НЗТ (графа 3); г) определяем по соответствующему параграфу ЕННР или НЗТ единицу измерения (графа 4), норму времени $H_{вр}$ в человеко-часах и в машино-часах (графа 6) и состав звена (графы 7-9); д) записываем объем работ в единицах измерения (графа 5); е) определяем затраты труда (графа 10) в чел-час путем перемножения $H_{вр}$ на объем работ; ж) определяем затраты в маш-час (графа 10) путем перемножения $H_{мвр}$ на объем работ.

Рассмотрим определение $N_{вр}$ и $N_{мвр}$ для экскаватора ЭО-4121А при разработке котлована: в транспорт $\Pi_{эсм} = 430,1 \text{ м}^3/\text{см}$; навьезет

$$\Pi_{эсм} = 497 \text{ м}^3/\text{см}.$$

$$\text{При работе в транспорт: } H_{вр} = \frac{100 \cdot 8 \cdot 1}{430,1} = 1,86 \text{ чел.-ч; } H_{мвр} = \frac{100 \cdot 8}{430,1} = 1,86 \text{ маш.-ч.}$$

$$\text{То же, навьезет: } H_{вр} = \frac{100 \cdot 8 \cdot 1}{497} = 1,61 \text{ чел.-ч; } H_{мвр} = \frac{100 \cdot 8}{497} = 1,61 \text{ маш.-ч.}$$

Находим затраты машинного времени и труда при работе транспорта для отвозки грунта при разработке котлованов, при условии, что принятое количество транспортных средств $N_{тр} = 3$ шт. и затраты машинного времени экскаватора составляют $T_{мэ} = 28,2 \cdot 1,2 \cdot 2 = 40,4$ маш.-ч; $T_{мтр} = 40,4 \cdot 3 = 121,2$ маш.-ч; $\theta_c = 40,4 \cdot 1 = 121,2$ чел.-ч.

Таблица 4.5.3 – Ведомость расчетов к календарному графику

№ п/п	Наименование процессов или видов работ	Единица измерения	Объем работ		Затраты труда, чел-см		Состав звена и их количество	Прим. машины и механизмы	Нормативная и принятая производительность, см		% выполнения норм
			1 захв.	2 захв.	1 захв.	2 захв.			1 захв.	2 захв.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Разработка экскаватором "обратная лопата" в транспорт навывмет	100 м³	8,18 4,11	6,96 3,494	1,9 0,83	1,62 0,7	Машинист 6р-1	ЭО-4121А	2,73/2,5	2,32/2,5	101
2	Транспортирование грунта автосамосвалами из котлованов и траншей под ступенчатые и ленточные фундаменты в отвал	100 м³	8,18	6,96	8,19	6,96	Шоф.3кп-1, 3 зв	КрАЗ-6510	2,73/2,5	2,32/2,5	101
3	Перемещение отсыпанного экскаватором грунта II к. кавальеров бульдозером ДЗ-29 на L=12 м, K=0,85	100 м³	4,11	3,494	0,56	0,48	Маш. 5р-1	ДЗ-29	0,56/0,5	0,48/0,5	104
4	Доработка грунта и зачистка дна котлована	м³	15,4	13,2	4,58	3,9	Земл.2р-1, 2зв.	-	3,77/4	3,21/3	99,7
5	Устройство бетонной подготовки	100 м²	1,5444	1,3156	2,96	2,52	Бет.4р-1, 2р-1, Маш.6р-1	КС-65731-5	-	-	-
6	Установка деревометаллической цитовой опалубки ленточных фундаментов	100 м²	6,264	5,336	35,2	30	Плотник 4р-1, 2р-2	-	11,7/12	10/11	94,3
7	Прием, подача и укладка бетонной смеси в ступенчатые фундаменты	10 м³	16,69	14,21	14,1	12	Бет.4р-1, 2р-1, Маш.6р-1	КС-65731-5	7,05/6	6/5,5	113,5
8	Разборка опалубки ленточных фундаментов	100 м²	6,264	5,336	19,6	16,7	Плотник 3р-1, 2р-2	-	6,53/6	5,57/5,5	105,2
9	Поливка бетона водой	100 м²	7,14	6,09	4,4	3,73	Бет. 2р-1	-	4,4/4,5	3,73/3,5	101,6
10	Устройство обмазочной битумной гидроизоляции в 2 слоя вручную	100 м²	1,34	1,14	2,57	2,19	Гидроизол. 4р-1, 3р-1, 2р-1	-	1,2/1	1,02/1	111
11	Устройство горизонтальной оклеечной гидроизоляции из рубероида в 2 слоя вручную	100 м²	0,64	0,55	1,02	0,88	-	-	-	-	-

Продолжение табл. 4.5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	Засыпка грунта подсыпки под полы краном с грейферным ковшем $Q=0,5 \text{ м}^3$	100 м^3	1,01	0,863	2,6	2,24	Маш.6р-1, такеп. 2р-2	КС-65731-5	1,3/1,35	1,12/1,15	96,8
13	Разравнивание грунта подсыпки под полы вручную слоем 0,35 м	100 м^2	3,33	2,84	2,12	1,81	Земл.3р-1	-	1,2/1,35	0,99/1,15	87,6
14	Уплотнение грунта подсыпки под полы самопередвигающейся виброплитой	100 м^2	1,164	0,995	0,18	0,16	Маш.4р-1	SVP-12,5			
15	Обратная засыпка пазух котлована бульдозером	100 м^3	3,09	2,641	0,57	0,48	Маш. 5р-1	ДЗ-29	0,57/0,5	0,48/0,5	105
16	Разравнивание грунта обратной засыпки пазух вручную слоем 0,5 м	100 м^2	6,18	5,28	3,9	3,4	Земл.3р-1, 3 зв.	-	1,1/1	0,95/1	102,5
17	Уплотнение грунта пазух котлована самопередвигающейся виброплитой	100 м^2	3,09	2,641	0,48	0,41	Маш.4р-1	SVP-12,5			
18	Укладка плит перекрытия площадью до: 5 м^2 10 м^2	10 шт	1,3 3,7	1,2 3,4	1 3,66	0,92 3,37	Монт. 4р-1, 3р-2, 2р-1, Маш.6р-1	КС-65731-5	1,165/1	1,07/1	111,8
19	Заливка швов плит перекрытия вручную без устройства опалубки	100 м	2,75	2,35	1,48	1,26	Монт. 4р-1, 3 зв.	-			
20	Электросварка монтажных стыков плит перекрытия, $\text{шт}=8 \text{ мм}$ (АНО-6, К=0,9; Кс=1,3)	10 м	0,23	0,19	0,1	0,08	Электросвар.	-	0,71/0,8	0,6/0,7	87,3
21	Антикоррозийное покрытие сварных стыков вручную	10 ст	9,06	7,74	1,25	1,06	5р-1	-			

Если продолжительность вспомогательного процесса в 2 и более раз меньше продолжительности основного процесса, то при выполнении основного процесса в две смены вспомогательный процесс целесообразно выполнять в одну смену.

Пример календарного графика приведен в табл. 4.5.4.

4.5.4. Определение технико-экономических показателей технологической карты.

А. Продолжительность выполнения работ, см.

Продолжительность производства монтажных и каменных работ принимается в соответствии с календарным графиком производства работ (см. табл. 4.5.4).

Б. Трудоемкость единицы объема работ, чел-см/Е

$$\theta_c = \sum \theta_i / P_i \quad (4.5.12)$$

где $\sum \theta_i$ – затраты труда при выполнении i -х процессов, связанных с производством земляных, железобетонных и монтажных работ, чел-см (см. табл. 4.5.1);

P_i – общий объем работ в единицах измерения (для монтажных процессов объем работ определяется общей массой монтируемых конструкций в тоннах; для земляных работ – общим объемом котлованов, траншей, недобора, песчаной подготовки в m^3 ; для железобетонных работ – общим объемом бетона при бетонировании столбчатых фундаментов, монолитных участков ленточных фундаментов и устройстве бетонной подготовки в m^3).

$$\sum \theta_i = \sum \theta_{pi} + \sum T_{mi} + \sum \theta_{oi} \quad (4.5.13)$$

где $\sum \theta_{pi}$ – затраты труда рабочих (землекопов, монтажников, плотников, арматурщиков, бетонщиков, такелажников), занятых на выполнении земляных, железобетонных и монтажных работ, чел-см (принимаются по табл. 4.5.1, 4.5.2);

$\sum T_{mi}$ – затраты труда машинистов кранов и других машин (растворосмесителей и т.п.) при выполнении i -х процессов, с производством земляных, железобетонных и монтажных работ, маш.-см. (принимаются по табл. 4.5.1, 4.5.2);

$\sum \theta_{oi}$ – вспомогательные затраты труда, связанные с обслуживанием строительных машин (кранов) i -го вида, чел-см.

$$\theta_{pi} = T_{mi} \cdot N_{pi} = \frac{H_{mepi} \cdot P_i}{t_{cm}} \quad (4.5.14)$$

где T_{mi} – затраты машинного времени, маш-см; N_{pi} – количество рабочих в звене с учетом машиниста, чел.; H_{mepi} – норма времени, чел-час (берется для механизированных железобетонных и монтажных работ с учетом машиниста); P_i – объем работ по i -му процессу; $t_{cm} = 8$ час – продолжительность смены.

$$T_{mi} = \frac{P_i}{P_{эсмi}} = \frac{\theta_i}{N_{pi}} = \frac{H_{mepi} \cdot P_i}{t_{cm}} \quad (4.5.15)$$

где $P_{эсмi}$ – эксплуатационная сменная производительность машин по выполнению i -го процесса, ед. изм./см; H_{mepi} – норма машинного времени для выполняемого i -го процесса, маш-см (см. НЭТ).

$\sum \theta_{pi}$ и $\sum T_{mi}$ можно принимать по табл. 4.5.1, 4.5.2, графа 10.

Вспомогательные затраты труда $\sum \theta_{oi}$ учитываются по указанию руководителя проекта.

В. Выработка на одну чел-см, Е/чел-см.

$$B = 1 / \theta_e, \text{ Е/чел-см.} \quad (4.5.16)$$

Найденные технико-экономические показатели сводятся в табл. 4.5.5 и приводятся на листе графической части проекта.

Таблица 4.5.5 – Технико-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значения показателей		
			Земляные работы	Железобетонные работы	Монтажные работы
1	2	3		4	5
1	Продолжительность работ	см			
2	Затраты труда	$\frac{\text{чел-см}}{т(\text{м}^3)}$			
3	Выработка на 1 чел-см	$\frac{т(\text{м}^3)}{\text{чел-см}}$			

В качестве примера определим ТЭП на производство железобетонных работ и при исходных данных, приведенных в табл.4.5.2, 4.5.4:

– продолжительность железобетонных работ в соответствии с календарным графиком, представленным в табл. 4.5.4, равна - $T = 26,5$ см;

– трудоемкость единицы объема работ:

$$\sum \theta_{ei} = (320,2 + 177,9 + 31,9 + 51,2 + 174,7 + 156 + 1 + 0,24 + 0,02 + 0,13 + 0,07 + 76 + 7,5 + 25,5 + 110,6)/8 = 1032,96/8 = 129,1 \text{ чел-см; } P_0 = 624 + 0,22 + 91,2 = 715,42 \text{ м}^3;$$

$$\sum T_{mi} = (7,98 + 87,4 + 0,07 + 12,8)/8 = 13,5 \text{ маш-см; } \theta_e = (129,1 + 13,5)/715,42 = 0,199 \text{ чел-см/ м}^3;$$

– выработка на 1 чел-см – $B = 1/0,199 = 5,03 \text{ м}^3/\text{чел-см.}$

4.6. Потребность в материально-технических ресурсах

В разделе приводится информация о потребности в ресурсах, необходимых для выполнения технологического процесса.

Раздел должен содержать:

- ведомости потребности в конструкциях (табл.4.4.4), а также в материалах и изделиях (табл.4.6.1), используемых при производстве земляных, железобетонных и монтажных работ;
- перечень средств технологического обеспечения (захватных и вспомогательных приспособлений, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов и оборудования.

Перечень захватных и вспомогательных приспособлений, используемых для монтажа конструкций, приведен в табл.4.4.8. Потребность в опалубке приведена в табл. 4.4.2, а в арматурных изделиях - в табл. 4.4.3. Необходимый перечень машин, механизмов, оборудования, инструмента, инвентаря и приспособлений отдельно для земляных, железобетонных и монтажных работ составляется в форме табл.4.6.2.

При составлении табл. 4.6.1 количество и номенклатура материалов, изделий и оборудования определяются по рабочим чертежам, спецификациям или по физическим объемам работ и нормам расхода материалов (см. [26,27] или прил. 6).

Таблица 4.6.1 – Ведомость потребности в материалах и изделиях

№ п/п	Наименование материала, изделия	Наименование и обозначение нормативно-технического документа	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5

Таблица 4.6.2 – Перечень машин, механизмов, оборудования, технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений

№ п/п	Наименование	Тип, марка, завод-изготовитель	Назначение	Основные технические характеристики	Количество на звено (бригаду), шт.
	2	3	4	5	6

4.7. Контроль качества и приемка работ

Раздел выполняется на основании [28,30,32,34...37] и должен содержать описание последовательности, методов и средств контроля при производстве и приемке строительно-монтажных работ.

В раздел включаются следующие подразделы:

- входной контроль поступающей продукции;
- операционный контроль на стадиях выполнения технологических операций;
- приемочный контроль выполненных работ.

Для всех видов контроля должны быть указаны:

- контролируемый показатель;
- место контроля;
- объем контроля;
- периодичность контроля;
- метод контроля и обозначение нормативно-технического документа;
- средства измерений и испытательное оборудование, марка (тип), технические характеристики (диапазон измерения, цена деления, класс точности и т.д.);
- исполнитель контроля (отдел, служба, специальность);
- документ, в котором регистрируется результат контроля (журналы работ, акты скрытых работ, протоколы испытаний и т.д.).

Оформление раздела выполняется в виде таблицы 4.7.1, в которой представлен пример контроля качества монтажа фундаментных стеновых блоков.

Виды контроля и технологических операций, на выполнение которых составляется табл.4.7.1, могут быть заданы руководителем проекта.

Предельные отклонения контролируемых параметров, объем, периодичность и метод контроля регламентируются нормативно-техническими документами (ТКП, НТД, СТБ, ГОСТ), например [28,30,32,34...37].

4.8. Охрана труда и окружающей среды

Раздел на основе анализа условий труда на стройплощадке должен содержать описание безопасных методов выполнения технологических операций для всех рабочих мест, в том числе:

- конкретные решения по безопасным методам производства работ;
- схемы безопасной организации рабочих мест с указанием ограждений опасных зон, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации средств технологического обеспечения, машин, механизмов и оборудования;

Продолжение табл. 4.7.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Отклонение отметок опорных поверхностей верха фундаментов, мм	проектная отметка	-10	То же	То же	То же	То же	Нивелир ЗН-2КП, теодолит ЗТ-2КП, рейка контрольная уровень, правило	цена деления 1 мм	То же
	Отклонение от вертикали фундаментных стеновых блоков, мм	0	12	То же	То же	Мастер (прораб), геодезист	То же	Рейка-отвес, метр складной теодолит ЗТ-2КП	цена деления 1 мм	То же
Приемочный контроль										
Установка фунда-ментных стеновых блоков	Качество выпол-ненных работ			Смонти- рованные из стено- вых бло- ков фун- даменты	После монтажа фундамен- тных бло- ков	Мастер (прораб), геодезист, комиссия	То же	Нивелир ЗН-2КП, теодолит ЗТ-2КП, уровень, правило, метр складной, рейка кон- трольная	цена деле- ния 1 мм	Акт приемки выполненных работ

При монтаже фундаментных блоков ленточных фундаментов смещение установочных ориентиров фундаментных блоков относительно разбивочных осей не должно превышать 12 мм.

Рядовые блоки следует устанавливать, ориентируя низ по обрезу блоков нижнего ряда, верх – по шнуру-причалке (по разбивочной оси). Установку блоков ленточных фундаментов следует производить начиная с установок маячных блоков.

К установке рядовых блоков следует приступать после выверки положения маячных блоков в плане и по высоте.

Предельное отклонение отметок выровненного слоя песка подготовки не должно превышать - 15 мм.

Установку блоков стен необходимо выполнять с соблюдением перевязки.

Вертикальные и горизонтальные швы между блоками должны быть заполнены раствором и расшиты с двух сторон.

– применяемые средства индивидуальной защиты работающих и указания по их использованию;

– экологические требования к производству работ (условия сбора и удаления отходов, сохранение окружающей среды, ограничение уровня шума, пыли, вредных выбросов и др.).

Требования по охране труда излагаются в соответствии с действующими правилами и нормами [6, 7].

В технологической карте должны быть предусмотрены и указаны:

- а) необходимые приспособления, обеспечивающие безопасность выполнения работ;
- б) способы обеспечения устойчивости земляных сооружений;
- в) технологическая последовательность безопасного выполнения процессов;
- г) мероприятия по обеспечению безопасности рабочих;
- д) способы подъема конструкций, предупреждающие возникновение опасных напряжений в процессе их подъема;
- е) границы опасных зон машин и механизмов;
- ж) мероприятия, обеспечивающие безопасную совместную работу различных машин и механизмов;
- з) ограждение площадки от посторонних людей;
- и) средства контейнеризации и тара для перемещения штучных и сыпучих материалов, бетона, раствора с учетом удобства подачи их к месту работы;
- к) технологическая последовательность установки сборных элементов в проектное положение;
- л) средства подмащивания и спуска в котлованы и траншеи.
- м) способы строповки и расстроповки конструкций;
- н) мероприятия по обеспечению безопасности монтажников при работе на высоте;
- о) направление перемещения грузов и крана;
- п) места и габариты складирования конструкций, подъездные пути.

Складированные материалы и конструкции, монтажные краны, автотранспорт, автобетононасосы, бетоноукладчики и т.д. должны располагаться за пределами призмы обрушения грунта.

При размещении на объекте монтажных кранов должны соблюдаться следующие требования:

– установка стрелового крана должна производиться так, чтобы расстояние между выступающей частью крана (при любом его положении) и строениями, штабелями конструкций было не менее 1 м;

– расстояние между радиусами действия двух кранов, установленных на одном объекте, должно быть не менее половины длины наиболее крупноразмерного груза, перемещаемого этими кранами, плюс 2...3 м.

Более подробно ознакомиться с методикой разработки данного раздела можно в [29].

Список литературы

1. Стандарт университета. Оформление материалов курсовых и дипломных проектов (работ), отчетов по практике. Общие требования и правила оформления: СТ БГТУ 01-2008 / Т.Н. Базенков, А.А. Кондратчик, И.И. Обухова. – Брест: БГТУ, 2008. – 46 с.
2. Пчелин В.Н. Разработка технологической карты на производство земляных работ и устройство фундаментов одноэтажного каркасно-панельных зданий: учебно-методическое пособие/ В.Н. Пчелин, В.П. Щербач, В.И. Юськович, В.П. Чернюк, П.П. Ивасюк. – Брест: Изд-во УО БрГТУ, 2013. – 116 с.
3. Пчелин В.Н. Методические указания к проведению практических занятий и выполнению связанных с особыми условиями разделов курсового и дипломного проектов по курсам «Технология строительного производства» и «Технология строительства в особых условиях»/ В.Н.Пчелин, В.П. Чернюк, В.И.Юськович. – Брест: УО БрГТУ, 2012. – 65 с.
4. Черкашин, В.А. Разработка мерзлых грунтов. – Л.: Стройиздат, 1977. – 215 с.
5. Строительство. Технологическая документация при производстве строительно-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт: ТКП-45-1.01-159-2009(02250). – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2009. – 14 с.
6. Безопасность труда в строительстве. Общие требования: ТКП 45-1.03-40-2006. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2007. – 45 с.
7. Безопасность труда в строительстве. Строительное производство: ТКП 45-1.03-44-2006 (02250). – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2007. – 33 с.
8. Пособие к строительным нормам Республики Беларусь. Земляные сооружения. Основания фундаментов. Производство работ: П16-03 к СНБ 5.01.01-99. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2004. – 52 с.
9. Фундаменты плитные. Правила проектирования: ТКП-45-5.01-67-2007(02250). – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2009. – 136 с.
10. Инструкция по эксплуатации мелкощитовых опалубок "МОДОСТР" и "МОДОСТР-КОМБИ". – Минск: БелНИИС, 2001. – 60 с.
11. Опалубочные системы. Правила устройства: ТКП 45-5.03-23-2006 (02250). – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2006. – 62 с.
12. Плосконосов, В.Н. Технология монолитного бетонирования в строительстве: конспект лекций. – Брест: изд. БрГТУ, 2011. – 192 с.
13. Пчелин, В.Н. Методические указания по курсу "Основы строительного производства" / В.Н. Пчелин, В.П. Щербач, В.Н.Черноиван [и др.]. – Брест: УО БГТУ, 2002. – 71 с.
14. Земляные работы: ЕНиР. Сб. Е2. Вып. 1: Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1988. – 224 с.
15. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций: НЗТ. Сборник 4. Вып. 1: Здания и промышленные сооружения. – М.: Минсктиппроект, 2009. – 97 с.
16. Внутрипостроечные транспортные работы: НЗТ. Сборник 1. – Мн.:Минсктиппроект, 2009. – 36 с.
17. Земляные работы: НЗТ. Сборник 2. Вып.1: Ручные земляные работы. – М.: Минсктиппроект, 2009. – 49 с.
18. Устройство полов: НЗТ. Сборник 19. – М.: Минсктиппроект, 2009. – 46 с.
19. НЗТ. Общие положения. – Мн.: Минсктиппроект, 2009. – 18 с.
20. Бондарик, В.А. Производство земляных работ/ В.А. Бондарик, Э.В.Овчинников. – Мн.: Выш. Школа, 1979.-128с.
21. Земляные работы / А.К. Рейш, А.В. Куртинов, А.П.Дегтярев [и др.]; под ред. А.К. Рейша. – М.: Стройиздат, 1984. – 320 с.

22. Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для строит. спец. вузов / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. – М.: ООО «БАСТЕТ», 2007. – 320 с.

23. Полосин, М.Д. Справочник молодого машиниста автомобильных, пневмоколесных и гусеничных кранов / М.Д. Полосин, Ю.И. Гудков. – М.: Высшая школа, 1990. – 271 с.

24. Инструкция по устройству обратных засыпок грунта в стесненных местах: СН 536-81. – М.: Стройиздат, 1982. – 32 с.

25. Бетонные работы при отрицательных температурах воздуха. Правила производства: ТКП 45-5.03-21-2006 (02250) – Минск: Минстройархитектуры РБ, 2006.-103 с.

26. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы: РСН 8.03.107-2007. Сборник. 7: Бетонные и железобетонные конструкции сборные. – Минск: Министерство архитектуры и строительства РБ, 2007. – 656 с.

27. Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы: РСН 8.03.106-2007. Сборник 6: Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. – Минск: РТЦ, 2007. – 650 с.

28. Схемы операционного контроля качества строительно-монтажных работ. – Минск: РТЦ, 1988. – 88 с.

29. Черноиван, В.Н. Методические указания к выполнению раздела "Охрана труда" в дипломном проекте для студентов специальности 29.03, 29.05, 29.08, 31.10 / В.Н. Черноиван, Н.А. Сташевская, В.П. Щербач [и др.]. – Брест: БПИ, 1997. – 34 с.

30. Государственный стандарт Республики Беларусь. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Контроль качества и приемки работ. Параметры контроля и состав контролируемых показателей: СТБ 1164.0-99. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1999. – 20 с.

31. Государственный стандарт Республики Беларусь. Конструкции бетонные и железобетонные фундаментов. Общие технические условия: СТБ 1076-97. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1997. – 14 с.

32. Соколов, Г.К. Контроль качества выполнения строительно-монтажных работ: справ. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.К. Соколов, В.В. Филатов, К.Г. Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 384 с.

33. Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудование. – Изд. 2-е – М.: Стройинформ, Ростов н/Д: Феникс, 2008. – 382 с.

34. Сборные бетонные и железобетонные конструкции. Правила монтажа: ТКП 45-5.03-130-2009 (02250). – Минск: Министерство строительства и архитектуры РБ, 2008. – 22 с.

35. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления: ГОСТ 26433.1-89. – М.: Стройиздат, 1989. – 30 с.

36. СТБ 2176-2011. Строительство. Земляные сооружения. Контроль степени уплотнения грунтов. – Минск: Госстандарт, 2011. – 28 с.

37. ТКП 45-5.03-131-2009 (02250). Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения: ТКП 45-5.03-131-2009 (02250). – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2009. – 20 с.

38. Штоль, Т.М. Технология возведения подземной части зданий и сооружений / Т.М. Штоль [и др.]. – М.: Стройиздат, 1990. – 288 с.

Учебное издание

Составители:

Пчелин Вячеслав Николаевич

Юськович Виталий Иванович

Чернюк Владимир Петрович

Щербач Валерий Петрович

Тюшкевич Татьяна Николаевна

Юськович Георгий Иванович

Ивасюк Петр Петрович

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ И УСТРОЙСТВО ФУНДАМЕНТОВ

Учебно-методическое пособие
к проведению практических занятий и выполнению
курсового и раздела дипломного проектов по дисциплине
«Технология строительного производства»
для студентов специальности 1-70 02 01
«Промышленное и гражданское строительство»
дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Пчелин В.Н.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная верстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

ISBN 978-985-493-316-0



9 789854 933160

Издательство БрГТУ.

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных
изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.

Подписано к печати 15.12.2014 г. Формат 60×84 1/16.

Бумага «Performer». Гарнитура «Arial Narrow».

Усл. п. л. 7,20. Уч.-изд. л. 7,75.

Тираж 120 экз. Заказ № 1048.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования
«Брестский государственный технический университет»
224017, Брест, ул. Московская, 267.