



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рубцовский индустриальный институт
(филиал) федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

Н.А. ФОК

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ НУЛЕВОГО ЦИКЛА (ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ)

Методические указания к выполнению курсового проекта (работы) по дисциплине «Технологические процессы в строительстве» для студентов направления «Строительство» всех форм обучения

Рубцовск 2020

УДК 658.21

Фок Н.А. Производство работ нулевого цикла (земляные работы). Методические указания к выполнению курсового проекта (работы) по дисциплине «Технологические процессы в строительстве» для студентов направления «Строительство» всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2020. - 23 с.

В методических указаниях представлена последовательность технологических расчетов, выполненных в работе. Дана методика подсчета объемов работ, выбора средств механизации и составления технологической документации. Представлен список используемой литературы.

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры СиМ Рубцовского индустриального института
Протокол № 6 от 25.05.2020.

Рецензент: к.т.н.

О.А. Михайленко

© Рубцовский индустриальный институт, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩАЯ ЧАСТЬ	4
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ).....	4
2. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)	4
3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.....	6
3.1. Краткая характеристика грунта с указанием его основных его свойств.....	6
3.2. Определение состава процессов и объемов работ при устройстве котлована.....	7
3.3. Формулы для определения объёма котлована.....	7
3.4 Формулы для определения объёмов траншей.....	9
4. ПОДБОР КОМПЛЕКТОВ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.....	10
4.1. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами.....	11
4.2 Определение размеров экскаваторных забоев.....	13
4.2.1 Одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием "прямая лопата".....	13
4.2.2 Экскаваторы с рабочим оборудованием "обратная лопата" и Драглайн.....	14
4.3 Технические характеристики экскаваторов.....	15
4.4. Расчёт производительности экскаваторов.....	16
4.5 Техничко-экономические показатели при производстве земляных работ.....	17
4.6. Определение производительности автосамосвалов.....	18
5. КАЛЬКУЛЯЦИЯ ТРУДОЗАТРАТ И ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ.....	20
6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ.....	21
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ.....	22
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	23

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Значительная доля трудовых затрат и стоимости при возведении промышленных и гражданских зданий, а также сооружений городского хозяйства, приходится на работы нулевого цикла, в том числе устройство котлованов и фундаментов. При этом наряду с использованием сборного железобетона широко используется монолитный бетон и железобетон. В определённых условиях монолитные фундаменты по сравнению со сборным вариантом обеспечивают экономию металла на 11-22 %, цемента на 8-17 % и снижение стоимости, но несколько выше по затратам труда и осложняют производство работ в зимнее время.

Основой для сокращения трудозатрат при производстве земляных работ и устройству монолитного фундамента является использование высокопроизводительных машин и оборудования, увязанных в комплексе по основным параметрам, прогрессивных технологий и рациональных технологических и поточных методов.

Обилие моделей и типоразмеров строительных машин, отсутствие сконцентрированных в одном источнике сведений о них, а также различия в методиках технико-экономических расчетов при сравнении вариантов механизации значительно затрудняют выбор наиболее эффективных машин для конкретных условий.

Настоящие методические указания имеют целью оказать практическую помощь студентам строительных специальностей в выборе и технико-экономическом обосновании вариантов механизации работ при выполнении курсовых работ, проектов и выпускной квалификационной работы (ВКР).

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Целью курсового проекта (работы) является более глубокое изучение технологии строительных процессов, организации и механизации при производстве земляных, опалубочных, арматурных работ.

Задачей курсового проекта (работы) является разработка технологической карты на производство работ по устройству котлована и возведению железобетонного фундамента.

2. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (РАБОТЫ)

Проект (работа) состоит из расчетно-пояснительной записки (текстового документа) и графической части.

Текстовый документ выполняется на листах формата А-4. На каждом листе выполняется рамка и основная надпись по форме 6 ГОСТ 21.101-97. Общий объем записки курсового проекта до 50 страниц, работы до 30 страниц. Текстовый документ разбивается на разделы, подразделы, и пункты, имеющие порядковые номера. Причем задание, реферат, содержание, введение,

заключение и список используемых источников не нумеруются. Текстовый документ должен иметь титульный лист по типовой форме.

Графическая часть:

1) Схема производства земляных работ в плане и разрезе с указанием путей перемещения землеройных и землеройно-транспортных машин, с указанием стоянок и расстановкой машин в экскаваторном забое;

2) Схема производства работ по устройству фундамента (план и разрезы), с указанием захваток, рабочих зон по установке опалубки, арматуры и бетонированию. Показывается установка средств механизации при подаче и укладке бетонной смеси;

3) График производства работ;

4) Указания по производству работ;

5) Указания по технике безопасности;

6) Ведомость материально-технических ресурсов;

7) Техничко-экономические показатели.

Краткое содержание разделов пояснительной записки (представлены все разделы пояснительной записки. В данных методических указаниях даны рекомендации по 1 части курсового проекта или работы, т.е. п.1-2):

1. **Задание на курсовой проект.** Выписать исходные данные, согласно номеру варианта.

2. **Производство земляных работ.**

2.1. Определение объёмов земляных работ. Необходимо привести краткую характеристику грунта с указанием его основных его свойств. Согласно заданию установить размеры котлована, запроектировать его форму. Произвести подсчёт объёмов грунта, подлежащего выемке.

2.2. Выбор землеройных и транспортных машин. По характеру грунта, размерам котлована и объёму грунта выбрать два комплекта машин для разработки котлована: экскаваторы и автосамосвалы.

2.3. Технологическая схема разработки котлована. Рассмотреть два варианта производства работ, запроектировать формы экскаваторных забоев, рассчитать их параметры. Разработать технологические схемы.

2.4. Технология процессов земляных работ. Для каждого из вариантов схем рассчитать производительность работы экскаваторов. Определить производительность автосамосвалов, установить необходимое их количество. Построить циклограмму совместной работы экскаватора и самосвалов.

2.5. Техничко-экономическая оценка. Выполнить расчёт технико-экономических показателей для принятых вариантов схем, выбрать наиболее рациональный вариант.

2.6. Техника безопасности при выполнении земляных работ. Изложить основные положения безопасного производства работ при разработке котлована.

3. **Определение объёмов монолитного железобетона и материальных ресурсов.** Разобрать конструктивную схему фундаментов и установить их

размеры. Составить схему расположения фундаментов, определить необходимое количество бетона для их возведения. Выполнить расчёт состава бетонной смеси.

4. Опалубочные и арматурные работы. Разработать конструкцию опалубок. Рассчитать давление на опалубочный щит от свежесуложенного бетона. Составит спецификацию щитов. Разработать схему установки щитов при сборке. Разработать технологию установки арматуры.

5. Выбор метода выдерживания бетона. Принять безобогревный метод выдерживания бетона (метод «термоса»). Рассчитать утеплённую опалубку.

6. Доставка, подача и укладка бетонной смеси. Установить необходимую интенсивность подачи бетонной смеси в опалубку, исходя из условий непрерывного бетонирования. Выбрать механизмы для доставки, подачи и укладки бетона. Рассчитать производительность бетонных работ. Запроектировать технологическую схему бетонирования.

7. Калькуляция трудовых затрат и календарный график производства работ.

8. Техника безопасности при устройстве монолитных железобетонных фундаментов.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

3.1 Краткая характеристика грунта с указанием его основных его свойств

Супесь (второе название - пескогрунт) - это современный строительный материал, являющий собой необработанную смесь глины, песка, верхних слоев земли или даже камней небольшого размера. Наиболее распространенный способ добычи этого материала - промышленный метод в специальных котлованах. И по этой причине пескогрунт имеет еще одно название - котлованный песок. Выгодный метод добычи и относительная дешевизна разработок в совокупности делают из супеси очень популярный материал.

Суглинки — рыхлые молодые континентальные отложения, состоящие из частиц менее 0,01 мм, содержащиеся примерно в количестве 30—50 %, и обломочного материала крупнее 0,01 мм, составляющего соответственно 70—60 %. В суглинках обычно присутствует около 10—30 % глинистых частиц диаметром менее 0,005 мм, которые и обуславливают основные их физико-технические показатели. За характерный признак суглинков обычно принимается изменение *числа пластичности* в пределах от 7 до 17

3.2. Определение состава процессов и объемов работ при устройстве котлована

Комплекс работ по устройству котлована можно расчленить на следующие простые процессы:

- срезку растительного слоя;
- разработку грунта в котловане;
- транспорт грунта в отвал;
- зачистку дна котлована.

В общем случае неблагоприятные гидрогеологические, климатические и другие особые условия могут потребовать выполнения дополнительных процессов (выполнение водоотлива, искусственное понижение грунтовых вод, рыхление грунтов, крепление стенок выемок и др.).

Объем работ по срезке растительного слоя в м² определяется размерами котлована по верху с добавлением с каждой стороны выемки полосы шириной 5 м. Грунт растительного слоя на всех площадках (без корней и примесей) природной влажности толщиной до 15 см.

3.3. Формулы для определения объема котлована

-Объем прямоугольного в плане котлована с откосами, V_k , определяется по формулам:

$$V_k = \frac{H}{6} [a \cdot b + c \cdot d + (a + c) \cdot (b + d)],$$

где a и b – ширина и длина котлована по низу, м;
 c и d – ширина и длина котлована по верху, м;
 H – глубина котлована, м.

Размеры котлована по низу определяются габаритами возводимого фундамента (по заданию) с добавлением по периметру сооружения зазора равного 0,3 м. Размеры котлована по верху определяются по формуле:

$$c = a + 2 mH; \quad d = b + 2 mH,$$

где m – показатель крутизны откоса, определяемый по таблице 1 СНиП-12-04-2002 или по данным таблицы 1.

Таблица 1

Допустимая крутизна откосов котлованов и траншей

Вид грунта	Крутизна откосов при глубине выемки, м		
	до 0,5	до 3	до 5
Насыпной неуплотненный	0,67	1	1,25
Песчаный и гравийный	0,5	1	1
Супесь	0,25	0,67	0,85
Суглинок	0	0,5	0,75
Глина	0	0,25	0,5
Лес и лессовидный	0	0,5	0,5

Примечания: 1. При напластовании различных видов грунта крутизну откосов для всех пластов надлежит назначать по наиболее слабому виду грунта. 2. Крутизна откосов выемок при глубине более 5 м и видах грунта, не предусмотренных данной таблицей, должна устанавливаться специальным расчётом.

-Объём котлована, имеющего форму многоугольника с откосами определяют по формуле:

$$V_k = H/6 \cdot (F_1 + F_2 + 4F_{cp}),$$

где F_1 и F_2 - площади дна и верха котлована, м;
 F_{cp} - площадь сечения по середине его высоты, м².

-Объём квадратного котлована с откосами определяют по формуле опрокинутого призматоида:

$$V_k = H/3 \cdot (F_1 + F_2 + \sqrt{F_1 \cdot F_2}),$$

-Объём круглого в плане котлована с откосами определяют по формуле опрокинутого усечённого конуса:

$$V_k = \pi H/3 \cdot (R^2 + r^2 + \sqrt{R \cdot r}),$$

где R и r - радиусы верхнего и нижнего оснований котлована.

Котлованы для сооружений, состоящих из цилиндрической и конической частей (радиальные отстойники, метантенки и др.), которые обычно возводятся группами, т.е. по несколько в одном котловане, отрывают в два этапа: вначале устраивают общий прямоугольный котлован с размерами V_k , L_k понизу и $V_{кв}$, $L_{кв}$ поверху от отметки заложения их цилиндрической частей, а затем делают углубления для конических частей сооружения. Соответственно и объёмы земляных работ определяют в два этапа: вначале рассчитывают объём общего прямоугольного котлована по приведённым выше формулам, а затем объём конических углублений с использованием приведённой формулы усечённого конуса.

При разработке котлованов экскаватором с оборудованием прямая лопата, а также в случае работы машин по дну котлована, разрабатывается въездная траншея объём которой, V_v , м³, определяется по формуле:

$$V_v = \frac{H^2}{6} (3b + 2mH \frac{m' - m}{m'}) \cdot (m' - m),$$

где H – глубина котлована, м;

b – ширина въездной траншеи (3,5-7 м);

m' - показатель крутизны продольного уклона въездной траншеи, принимаемый равным 7 - 10.

Необходимая длина въезда.

$$L = H/i.$$

Общий объём котлована с учётом въездных и выездных траншей:

$$V_{общ} = V_k + nV_{v.тр.},$$

где V_k - объём собственно котлована, м³;

n - количество въездных и выездных траншей;

$V_{в.тр.}$ - их объём, м³.

При разработке грунта экскаваторами на дне котлована остается недобор грунта, величина которого h_n – принимается по данным таблицы 2.

Таблица 2

Допустимые недоборы грунта в основании котлованов и траншей при их разработке одноковшовыми экскаваторами

Рабочее оборудование экскаватора	Вместимость ковша м ³		
	0,25 – 0,4	0,5 – 0,65	0,8 – 1,25
Лопата:			
- прямая;	5	10	10
- обратная;	10	15	20
- драглайн.	15	20	25

Объём недобора, V_n (м³), по всей площади котлована определяется по формуле:

$$V_n = a \cdot b \cdot h_n$$

С учетом вышеизложенного объёма работ, выполняемый экскаватором, определяется по формуле:

$$V_э = V_к + V_в - V_n$$

3.4 Формулы для определения объёмов траншей

Для определения объёмов траншей продольный профиль траншеи делят на участки с одинаковыми уклонами, подсчитывают объёмы грунта для каждого из них и затем суммируют. Объём траншеи с вертикальными стенками:

$$V_{тр} = B_{тр}(H_1 + H_2)L/2 \text{ или } V_{тр} = (F_1 + F_2)L/2,$$

где $B_{тр}$ - ширина траншеи;

H_1 и H_2 - глубина её в двух крайних поперечных сечениях;

F_1 и F_2 - площади этих сечений;

L - расстояние между сечениями.

Объём траншеи с откосами можно определить по вышеприведённой формуле, при этом площади поперечных сечений:

$$F_{1,2} = (B_{тр} + mH_{1,2})H_{1,2}$$

Более точно объём траншеи с откосами можно определить по формуле Винклера:

$$V = [(F_1/2 + F_2/2) - (m(H_1 - H_2)^2/6)]L$$

Весь грунт, разрабатываемый экскаватором, вывозится в отвал. Недобор разрабатывается механизированным способом или вручную. При зачистке дна котлована вручную учитывать только площадь котлована под подошвой фундаментов.

4. ПОДБОР КОМПЛЕКТОВ МАШИН ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Срезка растительного слоя может быть выполнена: бульдозерами [§ Е-2-1-5] с шириной расчистки до 30 м; грейдерами [§ Е-2-1-6] с перемещением грунта к краю полосы; скреперами [§ Е-2-1-21] при транспортировании грунта на расстояние более 100 м. Разработка грунта в котловане может осуществляться одноковшовыми экскаваторами с рабочим оборудованием прямая и обратная лопата, драглайн, грейфер. Ориентировочная ёмкость ковша экскаватора в зависимости от объёма работ принимается по таблице 3.

Таблица 3

Ориентировочная ёмкость ковша экскаватора в зависимости от объёма работ

Объём работ м ³ , в грунтах 1 - 4- й групп	Ёмкость ковша, м ³
500-5000	0,15 – 0,35
5000-10000	0,35 – 0,65
10000-20000	0,65 – 0,8
20000-30000	0,8 – 1,0
Более 30000	1,0 – 2,0

Более плотные грунты целесообразно разрабатывать экскаватором прямой лопата, лёгкие – обратная лопата, драглайн. Для экскаваторов с рабочим оборудованием прямая лопата необходимо учитывать глубину копания. Наименьшая глубина копания, обеспечивающая полное наполнение ковша за одно черпание, принимается по таблице 4.

Таблица 4

Наименьшая глубина копания экскаватора прямой лопата в зависимости от ёмкости ковша и вида грунта

Вид грунта	Группа грунта	Ёмкость ковша экскаватора, м ³						
		0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0
Легкий	1-2	1,5	1,5	2,5	3,0	2,5	2,5	2,5
Средний	3	2,5	2,5	4,5	4,5	4,5	4,0	4,0
Тяжёлый	4	3,0	5,0	5,5	6,0	6,0	6,0	6,0

В зависимости от вида грунта может приниматься ковш экскаватора с зубьями или со сплошной режущей кромкой. Разработка грунта в котловане нормируется по [§ Е 2-1-7, § Е 2-1-11]. Весь грунт, разрабатываемый экскаватором, транспортируется в отвал или транспорт.

Для разработки котлована необходимо выбрать 2 или более типов экскаваторов, отличающихся видом оборудования, ёмкостью ковша или тем и другим вместе. Из этих экскаваторов с помощью расчета нужно выбрать один,

имеющий наибольшую экономическую эффективность. Также нужно определить тип забоя, определить его ширину и схему движения.

4.1. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами

В промышленном и гражданском строительстве применяют экскаваторы с ковшом вместимостью от 0,15 до 2, реже до 4м. Они имеют комплект сменного оборудования, включающий прямую и обратную лопаты, драглайн и грейфер. Кроме того, стрела, входящая в комплект драглайна и грейфера, может быть оборудована грузовым крюком или клином-бабой.

Прямая лопата представляет собой открытый сверху ковш с режущим передним краем, жестко насаженный на рукоять, которая шарнирно соединена со стрелой машины и выдвигается вперед с помощью напорного механизма (см. рис. 1,а). Опорожняется ковш путем открывания его днища. Такая конструкция прямой лопаты обеспечивает ей наибольшую производительность. Для рыхления грунта режущий край ковша снабжен зубьями. Это относится ко всем видам сменного оборудования, но выпускаются ковши и без зубьев - со сплошной (обычно полукруглой) режущей кромкой. При разработке грунтов I и II групп экскаватор может быть оборудован ковшом увеличенного объема. Разрабатывают грунт, когда экскаватор стоит на дне разрабатываемого забоя. На небольшую глубину он может отрывать грунт и ниже горизонта стояния, для чего устраивают пандус, позволяющий установить машину в забое выемки.

Обратная лопата - это открытый снизу ковш с режущим передним краем, жестко насаженный на рукоять, шарнирно соединенную (без напорного механизма) со стрелой (см. рис. 1,б). По мере протягивания назад ковш заполняется грунтом. Затем при вертикальном положении рукояти ковш переводят к месту выгрузки и разгружают путем подъема с одновременным опрокидыванием. Рабочая зона расположена ниже горизонта стояния машины. Современные модели экскаваторов с обратной лопатой имеют гидропривод, позволяющий ковшу поворачиваться относительно рукояти.

Ковш драглайна навешивают на канатах на удлиненную стрелу кранового типа (см. рис. 1,в). Ковш забрасывают в выемку на расстояние, несколько превышающее длину стрелы, его заполняют грунтом путем подтягивания по поверхности к стреле. Затем ковш поднимают в горизонтальное положение к стреле и поворотом машины переводят на место разгрузки. Опорожняется ковш при ослаблении тягового каната. Драглайном можно разрабатывать грунт не только сильно насыщенный влагой, но и находящийся под слоем воды.

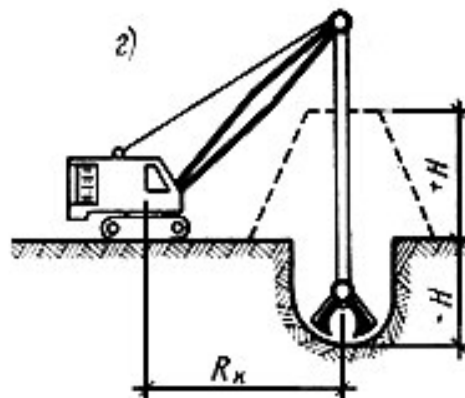
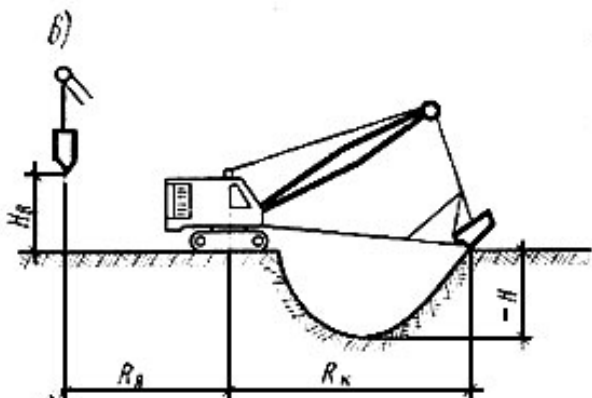
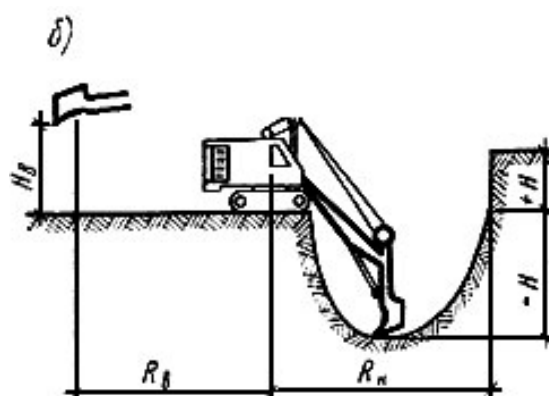
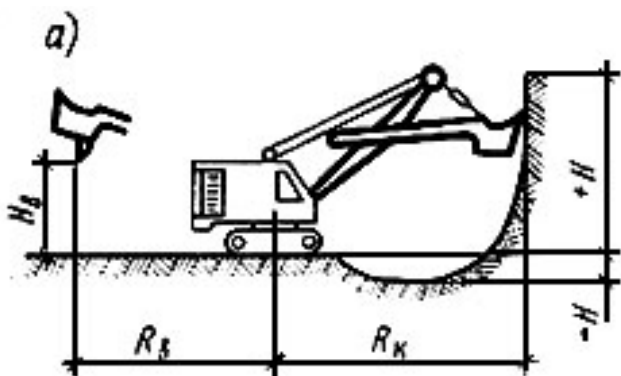
Грейфер представляет собой ковш с двумя или более лопастями и канатным приводом, принудительно смыкающим эти лопасти(см. рис. 1,г). Грейфер навешивают на такую же стрелу, что и драглайн. С помощью грейфера можно разрабатывать выемки с вертикальными стенками. При повороте стрелы ковш перемещается к месту разгрузки и опорожняется при принудительном раскрытии лопастей. Грейфер погружается в грунт только за счет собственной

массы ковша. Грейфер применяют обычно для разработки грунтов малой плотности (I и II группы) и находящихся под водой. Более плотные грунты предварительно необходимо рыхлить.

Производительность одноковшового экскаватора снижается по мере увеличения плотности грунта. Кроме того, она зависит от способа разработки грунта (при работе "на вымет" производительность повышается, при погрузке на транспортные средства - снижается), вместимости ковша и конструктивного решения кромки ковша. Экскаваторы с ковшами малой вместимости (до 0,5м) обслуживает один машинист; их применяют только для разработки грунтов I...III групп. Более мощные экскаваторы обслуживают машинист и его помощник. Они могут разрабатывать (кроме грейфера) грунты всех шести групп (наиболее плотные - после предварительного рыхления).

Производительность экскаватора можно повысить, уменьшив угол поворота стрелы и увеличив вместимость ковша. Для этого необходимо максимально заполнять ковш грунтом (с "шапкой"), а также совмещать процессы резания грунта с поворотом стрелы и др.

Разработанный одноковшовыми экскаваторами грунт перевозят самосвалы, тракторы с прицепами, железнодорожные составы, гидравлический транспорт, реже - ленточные конвейеры.



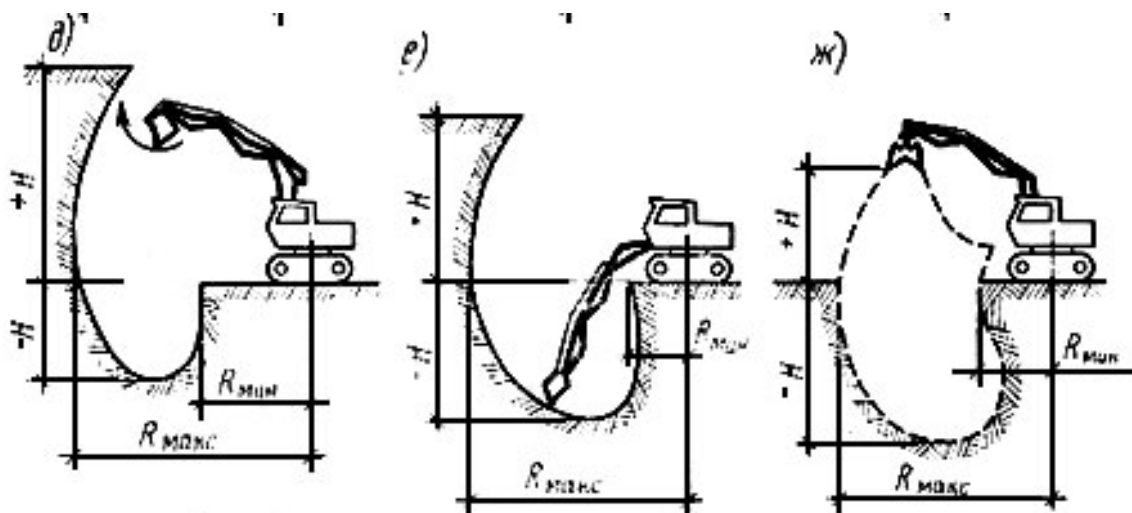


Рис. 1 Профили забоя экскаваторов с различным рабочим оборудованием: а - прямая лопата с канатным управлением рабочим оборудованием; б - обратная лопата; в - драглайн; г- грейфер; д - профиль забоя прямой лопаты с гидравлической системой управления; е - то же, обратная лопата; ж – грейфер.

4.2 Определение размеров экскаваторных забоев

4.2.1 Одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием "прямая лопата"

Одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием "прямая лопата" целесообразно применять для разработки выемок значительных размеров при отсутствии грунтовых вод или незначительном притоке. При разработке грунта с погрузкой в транспорт "прямая лопата" - наиболее производительный вид рабочего оборудования. Экскаватор с таким оборудованием размещается на подошве забоя и разрабатывает грунт выше уровня стоянки. Разработка грунта, как правило, осуществляется с погрузкой в транспортные средства, которые могут располагаться на одном уровне с экскаватором или выше подошвы забоя.

В зависимости от ширины котлована лобовая проходка экскаватора может быть прямолинейной, зигзагообразной и поперечно-торцовой. Боковая проходка применяется при разработке широких котлованов. Для въезда в котлован устраивают траншею с уклоном 10-15° и шириной до 3,5м при одностороннем движении и до 8м при двустороннем.

Ширину экскаваторного забоя считают по формуле:

- боковой:
$$B = R_{СТ}(\sqrt{R_p^2 - l_p^2}) / R_p + 0,7R_{СТ}.$$

- лобовой (узкий и нормальный):
$$B = 2\sqrt{R_p^2 - l_p^2},$$

- лобовой (уширенный):
$$B = 2\sqrt{R_n^2 - l_n^2} + 0,8R_p; B = 2\sqrt{R_p^2 - l_p^2} + 1,6R_p.$$

4.2.2 Экскаваторы с рабочим оборудованием "обратная лопата" и драглайн

Экскаваторы с рабочим оборудованием "обратная лопата" и драглайн разрабатывают выемки (котлованы, траншеи и др.) любой ширины и глубиной, не превышающей максимальной глубины резания. Поярусная разработка выемки при этом виде оборудования, как правило, не практикуется. Экскаватор размещается выше забоя, что облегчает разработку мокрых и обводненных грунтов. Экскавация грунта может осуществляться в направлении, совпадающем с перемещением экскаватора, - торцевой проходкой и перпендикулярно направлению перемещения - боковой. В последнем случае глубина разработки меньше, чем при торцевой.

Для обратной лопаты применяют торцевой и боковой забои.

Наибольшая ширина торцевой проходки:

$$B = 2\sqrt{R_p^2 - l_p^2},$$

а при разработке котлована несколькими параллельными проходками:

$$B = 2\sqrt{R_p^2 - l_p^2} - H \operatorname{ctg} \alpha,$$

где R_p - максимальный радиус резания экскаваторов;

H - глубина котлованов;

α - угол откоса выемки;

l_p - длина рабочей передвижки;

$$l_p = R_{\text{нmax}} - r_{\text{нmin}},$$

где $R_{\text{нmax}} = R_{\text{ст}} - H \operatorname{ctg} \alpha$ - максимальный радиус резания на уровне подошвы фундамента;

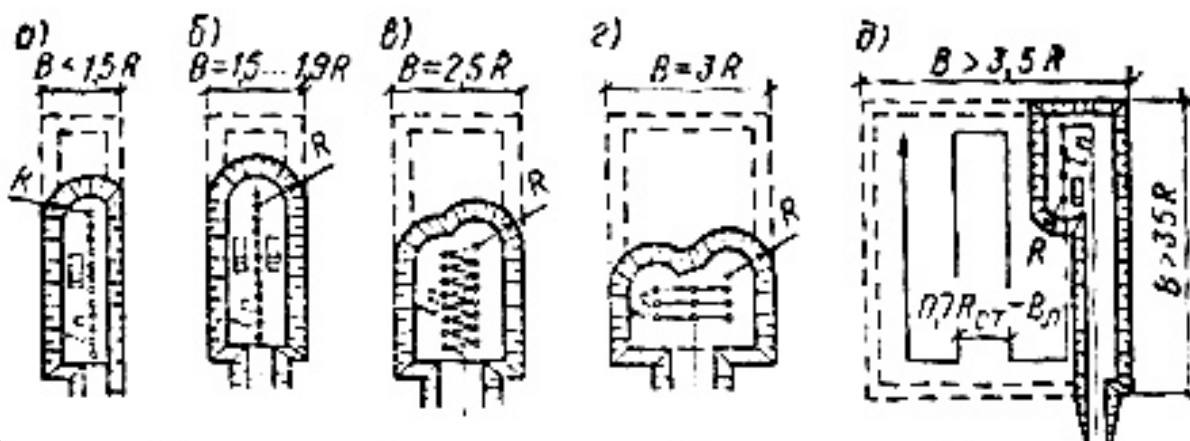
$r_{\text{нmin}} = r_{\text{ст}} + H \operatorname{ctg} \alpha$ - минимальный радиус резания на уровне подошвы.

Для экскаваторов- драглайнов длина рабочей передвижки равна

$$l_p = 0,2l_{\text{стр}},$$

где $l_{\text{стр}}$ - длина стрелы экскаватора.

Грунт разрабатывают с погрузкой в транспорт или в отвал. Драглайн более производительнее работает с перемещением грунта в отвал или насыпь.



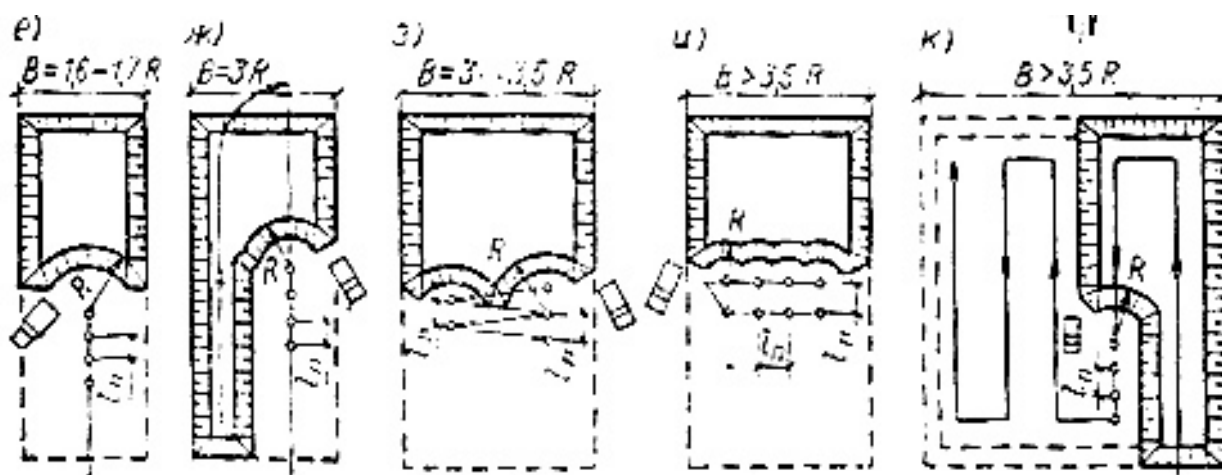


Рис. 2 Разработка котлованов одноковшовыми экскаваторами:

а - лобовая проходка прямой лопаты с односторонней погрузкой грунта в самосвалы; б - то же, с двухсторонней погрузкой; в - то же с зигзагообразным перемещением экскаватора; г - поперечно-торцевая проходка; д - боковая проходка; е - торцевая проходка обратной лопаты или драглайна при перемещении по прямой; ж - то же, с двумя проходами экскаватора; з - то же, при зигзагообразном перемещении экскаватора; и - поперечно-торцевая проходка; к - продольно-торцевая проходка

4.3 Технические характеристики экскаваторов

Технические характеристики экскаваторов приведены в табл. 5,6. Можно для подбора экскаваторов и их технических характеристик использовать интернет ресурсы.

Таблица 5

Технические характеристики экскаваторов, оборудованных «прямой лопатой»

Наименование показателя	Ед. изм.	Э-153	Э-258	Э-753	Э-1003	Э-255	Э-2002	Э-505
Емкость ковша								
Для грунтов 2-3 группы	м ³	0,15	0,25	0,75	1,0	0,25	2,0	0,5
Для грунтов I группы	м ³	0,15	0,35	1,0	1,5	0,35	2,5	0,75
R _p	м	4,1	5,8	8,6	9,5	5,87	11,1	7,65
R _{ст}	м	-	3,0	6,3	6,4	3,2	7,4	4,8
r _{ст}	м	-	-	4,45	4,2	-	4,7	2,8
H _n	м	2,6	5,0	7,51	7,85	5,2	9,1	6,5

Таблица 6

Технические характеристики экскаваторов, оборудованных
«обратной лопатой», «драглайном»

Наименование показателей	Ед. изм.	Э-25	Э-50	Э-65	Э-75	Э-1003	Э-2002
Емкость ковша	м ³	0,25	0,5	0,5	0,75	1,0	2,0
Длина стрелы	м	10,5	10,0	13,0	11,0	13,0	15,0
Радиус резания							
R _{ст}	м	8,5	10,2	13,2	10,6	13,2	15,8
R _п	м	8,3	8,3	-	9,1	10,8	12,7
r _{ст}	м	2,0	3,0	-	3,3	3,5	4,0
Глубина резания (H _p)							
- При торцевой проходке	м	7,0	5,6	7,8	6,5	7,4	9,6
- При первичном боковом проходе	м	3,89	3,8	5,9	2,5	4,9	6,5

4.4. Расчёт производительности экскаваторов

Производительность экскаватора - количество работы, выполняемой агрегатом за определенный промежуток времени.

Производительность экскаваторов зависит не только от конструктивных размеров и мощности двигателя, но и от условий работы, крепости пород и технологии всего процесса разработки россыпи. Эти условия определяют среднюю величину заполнения ковша породой и число ковшей, которые экскаватор может выдать за смену.

Сменную эксплуатационную производительность рассчитывают по формуле.

$$P_{\text{Эсм}} = 60t_{\text{см}}gn_{\text{т}}(K_{\text{н}} / K_{\text{р}})K_{\text{в}},$$

где $t_{\text{см}}$ - продолжительность смены;

g - емкость ковша экскаватора;

$n_{\text{т}}$ - техническое число циклов в минуту.

$$n_{\text{т}} = 60/t_{\text{ц}},$$

где $t_{ц}$ - продолжительность цикла экскаватора (15-30с).

$K_{н}$ - коэффициент наполнения ковша экскаватора:

для драглайна $K_{н} = 0,9-1,15$;

для прямой лопаты $K_{н} = 1-1,25$;

для обратной лопаты $K_{н} = 0,8-1$.

$K_{р}$ - коэффициент первоначального разрыхления.

$K_{в}$ - коэффициент использования экскаватора во времени:

для прямой лопаты при применении лобового забоя с подачей в забой двух машин $K_{в} = 0,68$;

для прямой лопаты при боковом забое $K_{в} = 0,73$;

для обратной лопаты $K_{в} = 0,6$;

для экскаватора-драглайна $K_{в} = 0,7$.

На длительность цикла, а следовательно, и на техническую **производительность экскаватора** влияет следующее:

1. категория грунта (чем категория грунта выше, тем труднее его разработка);

2. погодные условия (в зимнее и позднесеннее время уменьшается наполнение ковша мерзлым грунтом в связи с налипанием его на ковш и намерзанием на нем);

3. организация работы и квалификация машиниста-экскаваторщика.

4.5 Техничко-экономические показатели при производстве земляных работ

Окончательный выбор комплекта машин производится на основе сравнения технико-экономических показателей:

1. Общая продолжительность работ T , принимаемая по графику производства работ, дн.

2. Себестоимость разработки 1 м^3 грунта.

3. Нормативная трудоемкость земляных работ $Q_{н}$, принимается по калькуляции трудовых затрат, чел.-дн.

4. Проектная трудоемкость земляных работ $Q_{пр}$, определяется по формуле.

5. Производительность земляных работ, определяется по формуле.

- Продолжительность земляных работ определяется по календарному графику производства работ либо можно определить по формуле:

$$T_{э} = V_{м} / П_{эсм},$$

где $V_{м}$ - объем механизированных земляных работ;

$П_{эсм}$ - сменная эксплуатационная производительность.

- Стоимость разработки 1 м^3 грунта в котловане:

$$C = 1,08 C_{м-см} / П_{эсм},$$

где 1,08 - коэффициент, учитывающий накладные расходы;

$C_{м-см}$ - стоимость машино-смены механизма;

$П_{эсм}$ - сменная эксплуатационная производительность.

-Проектная трудоёмкость земляных работ определяется по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n (N_i T_i m_i),$$

где N_i – число рабочих в смену на выполнение i -го процесса;
 T_i – продолжительность i -го процесса в днях;
 m – i -тое число смен в сутки.

- Производительность земляных работ, определяется по формуле:

$$П = \frac{Q_{\text{н}}}{Q_{\text{пр}}} 100\%.$$

После определения технико-экономических показателей необходимо сделать вывод по полученным данным, охарактеризовать полученные значения.

4.6. Определение производительности автосамосвалов

Теперь, выбрав ведущую машину (экскаватор), нужно подобрать машину для отвоза грунта.

Рекомендуемая грузоподъемность автосамосвалов в зависимости от емкости ковша экскаватора и расстояния транспортирования грунта принимается по таблице 5, а марка машин по таблице 6.

Таблица 5

Рациональная грузоподъемность автомобилей-самосвалов в зависимости от ёмкости ковша экскаватора и расстояния транспортирования грунта

Расстояние транспортирования, км	Грузоподъемность автосамосвалов, т, при ёмкости ковша экскаватора, м ³						
	0,4	0,65	1,0	1,25	1,6	2,5	4,6
0,5	4,5	4,5	7	7	10	-	-
1,0	7	7	10	10	10	12	27
1,5	7	7	10	10	12	18	27
2	7	10	10	12	18	18	27
3	7	10	12	12	18	27	40
4	10	10	12	18	18	27	40
5	10	10	12	18	18	27	40

Таблица 6

Техническая характеристика автосамосвалов

Показатели	Ед. изм.	Марка					
		ЗИЛ-ММЗ-555	МАЗ-205	МАЗ-503	КамАЗ-5510	КрАЗ-22-Б	КрАЗ-256
Грузоподъемность:							
- по шоссе;	т	4,5	6	7	9	10	12
- по грунтовой дороге.	т	4,5	5	7	9	10	12
Объем кузова	м ³	3	3,6	4	-	8	8
Направление опрокидывания		назад	назад	назад	назад	назад	назад
Погрузочная высота	мм	1900	-	-	1870	-	-
Размер кузова:	мм						
- длина;		2595	3000	3900	-	4585	4585
- ширина;		2210	2000	2284	-	2130	2130
- высота.		650	600	520	-	2430	2430
Скорость с полной нагрузкой по шоссе	км/ч	80	52	70	80	47	47
Мощность двигателя	кВт	110,5	88,32	132,6	180	132,6	158

Выбрать два варианта машин, необходимо выписать их технические характеристики.

Далее нужно определить количество транспортных средств для непрерывной работы экскаватора:

а) Определить количество ковшей, загружаемых в кузов:

$$M = P / g K_1,$$

где P - вместимость кузова, м³;

g - емкость ковша экскаватора, м³;

$K_1 = K_n / K_p$ - из расчета экскаватора.

б) Определить длительность погрузки одной машины:

$$t_n = M / n_T K_T,$$

где M - число ковшей, загружаемых в кузов;

K_T - коэффициент подачи транспорта ($K_T = 0,82$ - при подаче в забой двух машин, $K_T = 0,75$ - при подаче одной машины);

$n_T = 60/t_{ц}$ - есть в расчете экскаватора.

в) Количество самосвалов, необходимых для непрерывной работы экскаваторов, считать по формуле:

$$N = \frac{T_{ц}}{t_n} = \frac{t_n + \frac{2L}{V_{ср}} + t_p + t_m}{t_n},$$

где t_n - время погрузки, с;

t_n - время разгрузки, с;

t_m - время на маневры, с;

L - дальность.

г) Совместная работа экскаватора и автосамосвалов изображается в виде графика в удобном масштабе (см. рис. 3)

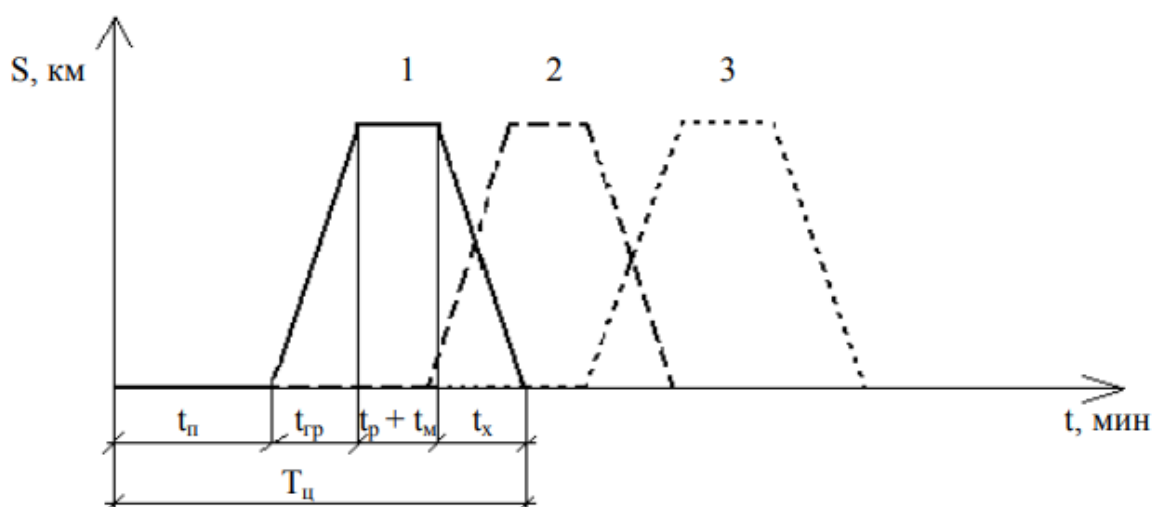


Рис. 3 График совместной работы экскаватора и автосамосвалов

5. КАЛЬКУЛЯЦИЯ ТРУДОЗАТРАТ И ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

При необходимости и если предусмотрено заданием проектируется график производства земляных работ и составляется калькуляция трудозатрат (см. рис. 4). График производства работ определяет последовательность и продолжительность выполнения строительных процессов. В основу составления графика заложены следующие принципы: выполнение работ ведется в строгой технологической последовательности; максимальное совмещение по времени отдельных процессов; двухсменная работа ведущих машин. Процессы по срезке растительного слоя грунта, разработке котлована и траншеи, зачистке дна котлована выполняются последовательно. Графы 1–4 заполняются по калькуляции. В графах 5, 6 даются наименования машин и их количество по расчету. В графе 8 указывается число рабочих в смену, согласно ЕНиР. Полученный результат после перемножения граф 7 и 8 заносится в графу 9. В графе 10 указывается $K_{в.н}$, определяемый отношением нормативной продолжительности к проектной. Продолжительность работ в графе 11 определяется по формуле:

$$T = \frac{Q}{NmK_{в.н}},$$

где Q – трудоемкость, или затраты труда, приводимые в графе 4;

N – число рабочих в смену, данное в графе 8;

m – число смен в сутки, указанное в графе 7;

$K_{в.н}$ – коэффициент выполнения норм, занесенный в графу 10.

письменного разрешения организации, ответственной за эксплуатацию этих коммуникаций. К разрешению должен быть приложен план (схема) с указанием расположения и глубины заложения коммуникаций. До начала работ необходимо установить знаки, указывающие место расположения подземных коммуникаций.

При приближении к подземным коммуникациям земляные работы должны производиться под наблюдением прораба или мастера, а в непосредственной близости от газопровода и кабелей, находящихся под напряжением, кроме того, под наблюдением работников газового хозяйства и электрохозяйства.

Разработка грунта в непосредственной близости от действующих подземных коммуникаций допускается только вручную лопатами; использовать ломы, кирки и пневмомашины запрещается.

Погрузка грунта в самосвалы экскаватором должна производиться со стороны заднего или бокового бока самосвала. Нахождение людей во время погрузки между экскаватором и транспортным средством запрещается.

Во время перерывов в работе ковш экскаватора должен быть опущен на землю. После окончания работы машинист экскаватора обязан не только прочно установить ковш, но и затормозить экскаватор.

В пределах призмы обрушения запрещаются складирование материалов, движение и установка строительных машин и транспорта, а также установка столбов линий связи.

Производство работ в траншеях и котлованах, подвергающихся увлажнению после их полного или частичного отрытия, допускается в том случае, если будут приняты меры предосторожности против обрушения грунта. Для этого прорабу или мастеру необходимо тщательно осмотреть состояние откосов перед началом работы каждой смены; необходимо обрушить грунт в местах обнаружения нависей и трещин у бровок и на откосах; временно прекратить работы до высыхания грунта; уменьшить крутизну откосов на участке, где производство работ является неотложным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. СНиП 3.02.–87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М. :Стройиздат, 1988. – 128 с.

2. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. В 3 вып. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1988. – 224 с.

3. СНиП 12-04–2002. Безопасность труда в строительстве. В 2 ч. Ч. 2. Строительное производство. – М. Книга-сервис, 2003. – 48 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков Д. П. Строительные машины и средства малой механизации: учеб. для сред. проф. образования / Д. П. Волков, В. Я. Крикун. – М. : Академия, 2002. – 480 с.
2. Пермяков В. Б. Комплексная механизация строительства: учеб. для вузов / В. Б. Пермяков. – 2-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2008. – 383 с.
3. Самойлов В. С. Справочник строителя, / В. С. Самойлов. – М. : Аделант, 2004. – 480 с
4. Теличенко В. И. Технология строительных процессов : учеб. для строит. вузов: в 2 ч./ В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лapidус. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2005. – Ч.1. – 198 с.; Ч.2. – 393 с.
5. Технология строительных процессов : учебник / А. А. Афанасьев [и др.]; под ред. Н. Н. Данилова и О. М. Терентьева. – 2-е изд., перераб. – М. : Высш. шк., 2000. – 464 с.

Фок Наталья Анатольевна

ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ НУЛЕВОГО ЦИКЛА (ЗЕМЛЯНЫЕ РАБОТЫ)

Методические указания к выполнению курсового проекта (работы) по дисциплине «Технологические процессы в строительстве» для студентов направления «Строительство» всех форм обучения

Подписано к печати 01.06.20. Формат 60x84/17.

Усл. печ. л. 1,44. Тираж 30 экз. Зак. 201731. Рег. № 12.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.