

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Иркутский государственный университет путей сообщения»  
Сибирский колледж транспорта и строительства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
(очной и заочной формы обучения)  
МДК 02.01 СТРОИТЕЛЬСТВО И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ  
для специальности  
08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Иркутск, 2023

РАССМОТРЕНО:

Цикловой методической комиссией  
специальности 08.02.10 Строительство  
железных дорог, путь и путевое хозяйство  
Протокол № 9  
«24» мая 2023 г   
Председатель Климова С.Н.

Разработчики: Е.А. Садырин, преподаватель Сибирского колледжа транспорта и  
строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей  
сообщения»

Методические указания разработаны для студентов специальности 08.02.10  
Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство. Данное пособие содержит  
методические рекомендации по выполнению практических работ.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	3
Практическая работа №1 .....	5
Практическая работа №2 .....	9
Практическая работа № 3 .....	16
Практическая работа №4 .....	1
Практическая работа № 5 .....	4
Практическая работа №6 .....	6
Практическая работа № 7 .....	9
КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ .....	11
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	12

## ВВЕДЕНИЕ

К основным видам учебных занятий наряду с другими отнесены практические занятия. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и практических профессиональных умений, и составляют важную часть теоретической и практической подготовки.

Практическое занятие — это форма организации учебного процесса, направленная на выработку у обучающихся практических умений и навыков для изучения последующих дисциплин (модулей) и для решения профессиональных задач.

Дидактические цели практических занятий: – формирование умений и навыков (аналитических, проектировочных, конструктивных), необходимых для изучения последующих дисциплин (модулей) и для будущей профессиональной деятельности.

Организация практических занятий направлена на развитие профессионально важных качеств личности, способствует освоению предмета профессиональной деятельности, основ профессионального мастерства, тем самым расширяя возможности формирования у обучающихся профессиональной компетентности, расширяет возможности формирования прочных знаний, умений и навыков, способствует повышению интереса к предмету.

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания предназначены для выполнения практических работ по МДК 02.01 Строительство и реконструкция железных дорог. В результате выполнения практических работ у обучающихся формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ПК 2.1. Участвовать в проектировании и строительстве железных дорог, зданий и сооружений.

ПК 2.2. Производить ремонт и строительство железнодорожного пути с использованием средств механизации.

ПК 2.3. Контролировать качество текущего содержания пути, ремонтных и строительных работ, организовывать их приемку.

ПК 2.4. Разрабатывать технологические процессы производства ремонтных работ железнодорожного пути и сооружений.

ПК 2.5. Обеспечивать соблюдение при строительстве, эксплуатации железных дорог требований охраны окружающей среды и промышленной безопасности, проводить обучение персонала на производственном участке.

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам.

ОК 2. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности.

ОК 3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях.

ОК 4. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде.

ОК 5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста.

ОК 6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей, в том числе с учетом гармонизации межнациональных и межрелигиозных отношений, применять стандарты антикоррупционного поведения.

ОК 7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях.

ОК 8. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности.

ОК 9. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.

Обучающийся в ходе освоения МДК 02.01 Строительство и реконструкция железных дорог должен:

уметь:

– определять объемы земляных работ, потребности строительства в материалах для верхнего строения пути, машинах, механизмах, рабочей силе для производства всех видов путевых работ;

знать:

– организацию и технологию работ по строительству и реконструкции пути;

Практическая работа №1  
Обработка продольного профиля. Определение объемов земляных работ

Цель:

1 Закрепление теоретических знаний по теме: Определение объемов земляных работ.

2 Формирование практических навыков обработки продольного профиля и определения объемов земляных работ

3 Формирование компетенций: ПК 2.2 ОК 1,2,3,4,6,7

Студент должен знать: организацию работ по строительству железнодорожного пути, для этого необходимо знать методы определения земляных работ

Студент должен уметь: определять объемы земляных работ.

Задание: Определить объемы земляных работ на участке

В качестве исходных данных: Варианты продольных профилей

Теоретическая часть:

Подготовка продольного профиля участка железнодорожной линии заключается в делении его на части, имеющие однотипные поперечные профили земляного полотна, для этого определяются характерные точки:

а) положение нулевых мест (точек перехода насыпей в выемки и выемок в насыпи) определяются по рис. 4.1а посредством составления пропорционального отношения:

$$\frac{x}{H_1} = \frac{L-x}{H_2}, \text{ откуда } x = \frac{H_1 \cdot L}{H_1 + H_2},$$

где  $x$  – расстояние до нулевого места от ближайшей предыдущей пикетной или плюсовой точки;

$L$  – расстояние между ближайшими к нулевому месту пикетными или плюсовыми точками насыпи и выемки;

$H_1, H_2$  – рабочие отметки указанных точек насыпи и выемки.

б) места изменения крутизны откосов насыпей при их высоте более 6 м, определяются по рис. 1.1б с использованием формулы:

$$\frac{x}{H_0 - H_1} = \frac{L}{H_2 - H_1}, \text{ откуда } x = \frac{L \cdot (H_0 - H_1)}{H_2 - H_1},$$

где  $H_0, H_1$  – рабочая отметка, соответствующая началу изменения крутизны откосов.

Если длины откосов насыпей, на которых требуется уложение нижней части откосов, не превышает 100 м, а наибольшая рабочая отметка насыпи превосходит  $h = 6,0$  м не более чем на 0,5 м, изменением крутизны откосов при обработке продольного профиля можно пренебречь.

в) в кривых частях пути с радиусами менее определенных значений производится уширение основной площадки земляного полотна.

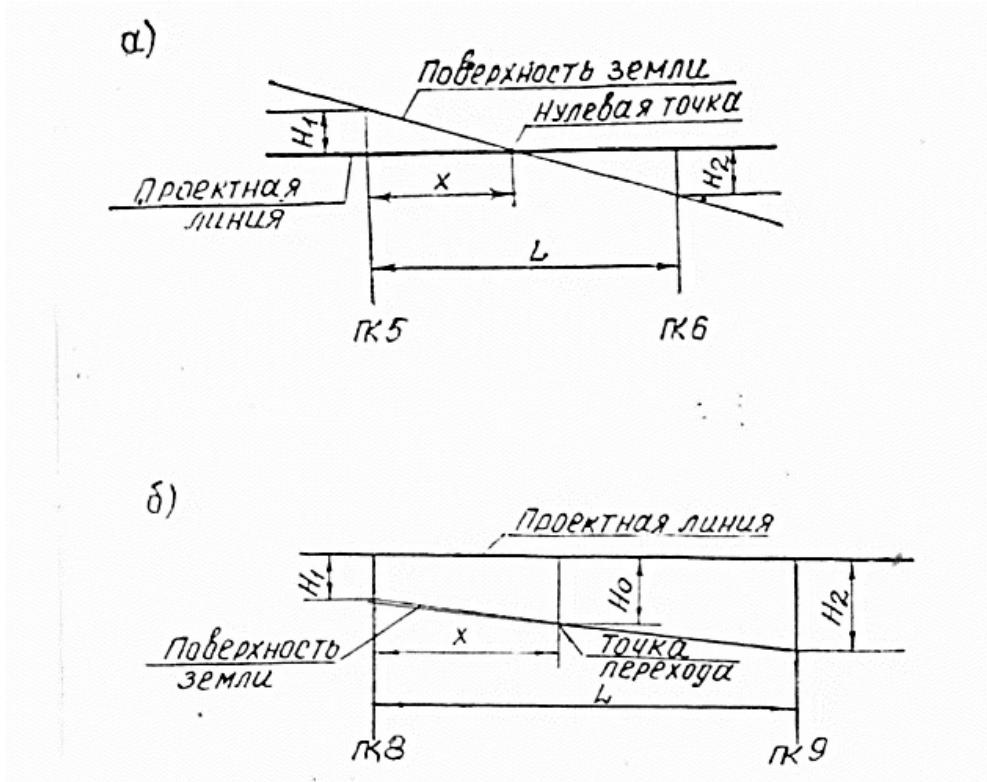


Рисунок 1.1 Схема к определению:

- а – расстояния до точки нулевых работ на продольном профиле;  
б – места изменения крутизны откоса насыпи

2. Подсчет объемов земляных работ производится отдельно для насыпей и для выемок на каждом пикете.

Объем работ на участках между переломами профиля при поперечных уклонах  $i \leq 1$  определяется по формуле русского инженера Ф. Ф. Мурзо.

$$V = \left[ F_{cp} + \frac{(m \cdot H_2 - H_1)^2}{12} \right] \cdot l, m^3,$$

где  $H_1$  и  $H_2$  – рабочие отметки начала и конца пикета насыпи или выемки, м;

$m$  – показатель крутизны откоса;

$B$  – ширина основной площадки земляного полотна, м.;

$F_{cp}$  – площадь среднего сечения, находящегося между смежными поперечными профилями на одинаковом расстоянии, м<sup>2</sup>.

$$F_{cp} = \frac{B \cdot (H_1 + H_2)}{2} + \frac{m \cdot (H_1 + H_2)}{2}, m^2.$$

Первое слагаемое в формуле называется основным объемом, второе слагаемое – поправкой.

Поправку следует вводить для случаев, когда разность рабочих отметок сечений  $H_1 - H_2 > 0,5$  м и расстояние между сечениями  $l > 50$  м.

Сокращенная формула без поправки принимает вид:

$$V = F_{cp} \cdot l, m^3.$$

Этой формулой пользуются при частых переломах продольного профиля.

При выполнении курсового проекта основные объемы земляных работ можно подсчитывать по данным с учетом зависимости от ширины основной площадки земляного полотна.

После определения основных объемов подсчитываются поправки, учитывающие увеличение объемов земляных работ на участках, расположенных на косогорах и в кривых с радиусами, вызывающими уширение земляного полотна. Подсчет объемов земляных работ удобно вести в табличной форме.

### 3 Подсчет объемов с учетом косогорности

По сравнению с объемом, определенным для местности без поперечного уклона, на косогоре с однообразным уклоном  $1:n$  объем земляного полотна увеличивается более чем 2 %. Поэтому требуется введение поправки.

Дополнительный объем на косогоре определяется по формуле:

$$V_d = K \cdot (V + S \cdot L), \text{ м}^3,$$

где  $V$  – основной объем насыпи или выемки,  $\text{м}^3$ ;

$K$  – коэффициент косогорности;

$S$  – дополнительная площадь,  $\text{м}^2$ ;

$L$  – длина насыпи или выемки,  $\text{м}$ .

$$K = \frac{m^2}{n^2 - m^2},$$

где  $m$  – показатель крутизны откоса,  $m = 1,5$ ;

$n$  – показатель крутизны косогора.

Величина площади  $S$  для насыпи зависит от ширины земляного полотна  $B$ , наличия сливной призмы и ее размеров (рис. 6 а).

Для выемки площадь  $S$  больше, так как учитываются кюветы и закюветные полки (рис. 6 б).

$$S = \frac{B^2}{6} - w_0, \text{ м}^2,$$

для насыпи:  $w_0$  – площадь сливной призмы,  $\text{м}^2$ ;

$w_0$  – площадь сливной призмы,  $\text{м}^2$ .

$$S = \frac{B^2}{6} + w_0 - 2w_1, \text{ м}^2,$$

для выемки:  $w_1$  – площадь кювета,  $\text{м}^2$ .

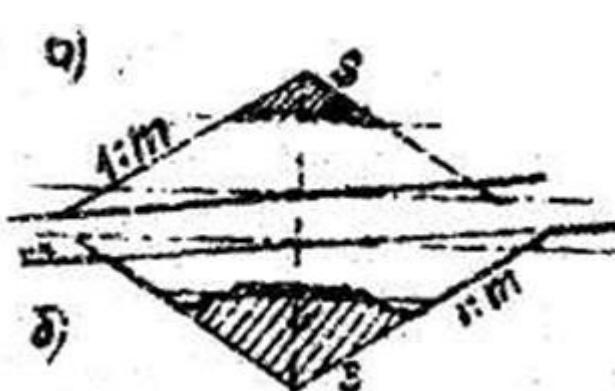


Рисунок 12-. Схема к определению площади поперечного сечения и объема земляного полотна на косогоре: а) поперечное сечение насыпи; б) поперечное сечение выемки.

### 4 Определение дополнительного объема в кривых

Дополнительный объем в кривых участках пути:

$$\Delta V = \Delta B \cdot \left( \frac{H_1 + H_2}{2} \pm 0,15 \right) \cdot L, \text{ м}^3,$$

где  $\Delta B$  – величина уширения в кривом участке пути [2], м;

$H_1$  и  $H_2$  – рабочие отметки на соответствующем пикете кривой, м;

$L$  – длина пикета, м.;

знак «-» – для выемки; знак «+» – для насыпи.

Так как длина кривой обычно больше 100 м, то подсчет дополнительных объемов проводится отдельно для каждого пикета (полного или неполного), а затем эти добавки вносятся в ведомость попикетных объемов.

### Порядок выполнения

1. Определить на профиле места нулевых работ и места изменения крутизны откоса насыпи
2. Определить объемы земляных работ и составить ведомость объемов земляных работ

Таблица 1.1-Ведомость подсчета объемов земляных работ

Километры	Пикеты и плюсы		Расстояния	Рабочие отметки		Показатели поперечного профиля		Объемы						Ориентирные объемы кривой		
	Пикеты	Плюсы		Насыпь Н	Выемка Н	Насыпь	Выемка	Частные				Пикетные	Помасси-вные			
								Насыпь		Выемка						
				$\frac{H_1 + H_2}{2}$	$\frac{H_1 + H_2}{2}$			Без полправок	С полправками	Без полправок	С полправками	Насыпь	Выемка	Насыпь	Выемка	

Контрольные вопросы:

1. Какое влияние оказывает косогорность на объем земляных работ?
2. В каком случае изменяется крутизна откосов насыпи?
3. За счет чего может происходить увеличение объема земляных работ?
4. Дайте определение понятию Рабочий объем грунта? Профильный объем?

## Практическая работа №2

### Разработка технологической карты на сооружение земляного полотна скрепером

Цель:

1 Закрепление теоретических знаний по теме: Сооружение земляного полотна скреперами.

2 Формирование практических навыков разработки технологических карт

3 Формирование компетенций: ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.5, ОК1,2,3,4,6,7

Студент должен знать: – организацию и технологию работ по строительству и железнодорожного пути

Студент должен уметь: использовать машины и механизмы по назначению, соблюдая правила техники безопасности

Задание:

Запроектировать технологию скреперных работ:

1. определить вид и марку скрепера,
2. состав и модели комплектующих машин,
3. условия, обеспечивающие наибольшую выработку комплекта,
4. сроки и объемы работ.

В качестве исходных данных: Варианты продольных профилей

Теоретическая часть:

#### ***Скреперы и скреперные комплекты***

Тип и марку скрепера следует подбирать в соответствии с основными параметрами, составляющими техническую характеристику машин.

К основным параметрам скреперов относятся (прил. 6) геометрическая емкость ковша  $q$ ; грузоподъемность (максимально допустимая масса груза в ковше  $P$ ); ширина резания (захвата)  $B_0$ ; максимальное заглубление  $I_k$ ; толщина слоя отсыпки  $h_0$ ; масса  $G$ .

Геометрическая емкость ковша ограничена боковыми стенками, днищем, заслонкой и задней стенкой, а сверху – плоскостью, проходящей через условную среднюю линию, выравнивающую верхнюю кромку боковых стенок без уменьшения их общей площади. В соответствии с ГОСТ 5738-73 прицепные скреперы по геометрической вместимости составляют следующий ряд: 6, 8, 10, 15 и 25 м<sup>3</sup>. Вместимость ковшей самоходных скреперов на базе одноосных тягачей регламентирована ГОСТ 10055-75 и составляет ряд: 8, 10, 15, 25 и 40 м<sup>3</sup>.

Вспомогательными машинами скреперных комплексов являются тракторы (бульдозеры)-толкачи и рыхлители (бульдозеры-рыхлители). Применение их повышает производительность скреперов, улучшает условия эксплуатации машин и увеличивает сроки работы комплексов без ремонтов.

Необходимость применения толкачей и рыхлителей определяется на основе тяговых расчетов. Можно руководствоваться следующими рекомендациями. Самоходные скреперы всегда работают с толкачами, прицепные – без них.

Рыхлители следует включать в комплект при разработке грунтов II группы и выше.

Примерное число скреперов, обслуживаемых одним толкачом, приведено в табл. 2.1

Т а б л и ц а 2.1 -Количество скреперов, обслуживаемых одним толкачом

Расстояние перемещения грунта, м	Число скреперов при вместимости			
	прицепного, м <sup>3</sup>		самоходного, м <sup>3</sup>	
	8...10	15	8...10	15
100	2	-	-	-

300	3	2	2	—
500	4	2	3	2
1 000	—	—	6	3
2 000	—	—	11	6

Лучшее наполнение ковша получают при разработке грунтов влажностью около 25 %.

Поэтому при сильном пересыхании грунта в жаркую погоду для его увлажнения в состав скреперных комплектов включают поливомоечные машины, которые также используют для полива землевозных дорог с целью уменьшения образования пыли. В случае сильного переувлажнения грунта требуется его просушивание до оптимальной влажности.

### Схемы движения скреперов

В зависимости от расположения забоев и мест отсыпки грунта движение скреперов может быть организовано по различным схемам.

Рациональную схему движения принимают с учетом следующих требований:

- путь движения при наполнении и разгрузке ковша должен быть прямолинейным, а путь транспортирования – кратчайшим;
- забой должен быть такой длины, чтобы ковш скрепера загружался полностью и был рассчитан на движение скрепера с трактором-толкачом;
- длина фронта разгрузки должна быть достаточной для полной выгрузки ковша;
- уклон пути на въездах и съездах должен соответствовать тяговой силе скрепера и обеспечивать безопасность движения.

На участках с поперечным перемещением грунта (из резервов в насыпь или из выемки в кавальеры) применяют схемы движения скрепера в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. 2.2.

Если рабочие отметки резко изменяются в пределах рабочего участка, следует применять комбинированные схемы движения: например, начинать отсыпку насыпи по эллиптической схеме, затем перейти на движение скрепера по восьмерке и верхнюю часть насыпи отсыпать с использованием схемы зигзаг.

Т а б л и ц а 2.2-Рациональные схемы движения скреперов

Вид земляного сооружения	Откуда или куда перемещается грунт	Рабочая отметка, м	Схема движения
Насыпь	Из резерва с одной стороны	До 2,0 До 2,5 2,0...6,0	Эллипс Восьмерка Зигзаг
	Из резервов с двух сторон	До 1,5 До 2,0 До 2,5 2,0...6,0	Поперечно-челночная Эллипс Сpirаль Продольно-челночная
Выемка	В кавальер на одну сторону	До 2,0 До 3,0 2,0...6,0	Эллипс Восьмерка Зигзаг
	В двусторонние кавальеры	До 1,5 До 2,5 2,0...6,0	Поперечно-челночная Сpirаль Продольно-челночная
Насыпь	Из выемки или карьера	Любая	Продольная (вытянутая эллиптическая)

При продольном перемещении грунта чаще всего используется так называемая вытянутая эллиптическая (кольцевая) схема движения скреперов с устройством дороги за пределами возводимого земляного полотна. Скреперные дороги устраивают, как правило, с односторонним движением с минимальным числом поворотов, подъемов и спусков. Расстояния между съездами и въездами на земляные сооружения зависят от рабочих отметок на участке (табл. 2.8).

Ширина проезжей части скреперных дорог принимается не менее 4,5 м при емкости ковша до  $10 \text{ м}^3$  и не менее 5,5 м при емкости ковша выше  $10 \text{ м}^3$ ; крутизна – не более 1 : 5...1 : 6 для въездов и 1 : 2...1 : 3 для съездов.

### Проектирование скреперного забоя

Выемки (резервы) разрабатываются скрепером послойно на всю ширину с небольшим уклоном ( $5\ldots 8^\circ$ ) в сторону набора грунта. При копании (резании) грунта применяются различные способы срезания стружки [12]. Однако исследования ЦНИИОМТП показали, что некоторые преимущества при работе с переменной толщиной стружки (гребенчатый, клевковый, клиновый способы зарезания) вызывают дополнительные расходы из-за увеличения износа деталей [13]. Таким образом, более предпочтительным является способ, когда срезается по возможности слой постоянной толщины (табл. 2.3).

Основные технологические параметры рабочего места скрепера принимаются на основе расчетов, учитывающих рабочие параметры скрепера и тяговую силу тягача [19].

Т а б л и ц а 2.3-Рекомендуемая толщина резания грунта скрепером  $h_{cp}$

Емкость ковша скрепера, $\text{м}^3$	Толщина стружки, см			
	песок	супесь	суглинок	глина
При работе без толкача				
8	20	15	12	9
10	30	20	18	14
15	35	25	21	16
При работе с толкачом				
8	30	25	20	14
10	30	30	25	18
15	35	35	30	22

Проектирование скреперного забоя ведется в следующей последовательности.

1. Определение длины пути набора грунта по рекомендуемой толщине стружки по формуле:

$$l_H = \frac{1,25 q K_H}{h_{cp} B_o K_p},$$

где 1,25 – коэффициент, учитывающий потери грунта в валики и в призму волочения;

$q$  – емкость ковша скрепера,  $\text{м}^3$ ;

$K_H$  – коэффициент наполнения ковша скрепера (табл. 2.3);

$B_o$  – ширина резания, м;

$K_p$  – коэффициент разрыхления грунта (табл. 2.3).

Т а б л и ц а 2.3 -Коэффициент наполнения ковша и коэффициент разрыхления грунта в ковше скрепера

Грунты	Коэффициент разрыхления грунта в ковше, $K_p$	Коэффициент наполнения ковша, $K_h$	
		без толкача	с толкачом
Пески	1,0...1,2	0,5...0,7	0,8...1,0
Супеси и средние суглинки	1,2...1,3	0,8...0,95	0,9...1,2
Тяжелые суглинки и глины	1,2...1,3	0,65...0,75	—

2. Сравнение полученной величины  $l_h$  с рекомендуемой (табличной). Если длина пути набора грунта, принятая по формуле, больше табличного значения (табл. 2.4), необходимо предусмотреть предварительное рыхление грунта рыхлителем. В этом случае следует по рекомендуемой величине  $l_h$  определить из выражения рациональное значение толщины стружки.

Т а б л и ц а 2.4-Рекомендуемая длина пути набора грунта, м

Тип скрепера	Вместимость ковша скрепера, м <sup>3</sup>		
	8	10	15
Прицепной без толкача	15...20	20...25	35...35
Самоходный с толкачом	15...18	18...22	25...30

3. Определение количества слоев по глубине выемки (резерва)

$$n_{cl} = \frac{H - \delta}{h_{cp}},$$

где  $H$  – рабочая отметка в рассматриваемом сечении, м;

$\delta$  – недобор грунта по дну выемки, м;

$h_{cp}$  – принятая средняя толщина срезаемой стружки, м.

4. Определение возможного числа проходов скрепера по ширине захвата ковша при снятии каждого слоя

$$N_{np} = \frac{B_{cl}}{B_o},$$

где  $B_{cl}$  – ширина рассматриваемого слоя, м;

$B_o$  – ширина резания, м (по технической характеристике скрепера).

Ширина каждого  $i$ -го слоя определяется с учетом размеров поперечного сечения и толщины стружки

$$B_i = B + 2mH - 2m \sum_i h_{cp},$$

где  $B$  – ширина выемки (резерва) по низу, м;

$m$  – крутизна откоса сооружения;

$H$  – глубина сооружения, м;

$i$  – порядковый номер срезаемого слоя грунта от верха сооружения.

В курсовом проекте рекомендуется выполнить расчеты для одного поперечного профиля (по средней рабочей отметке на участке). Результаты проектирования забоя показывают на продольном профиле (число слоев по сечениям) и на одном из поперечных профилей выемки, где намечают последовательность разработки слоев. Рекомендуется вести разработку выемки (резерва) в направлении от краев к середине, что показывают цифрами (рис. 2.1).

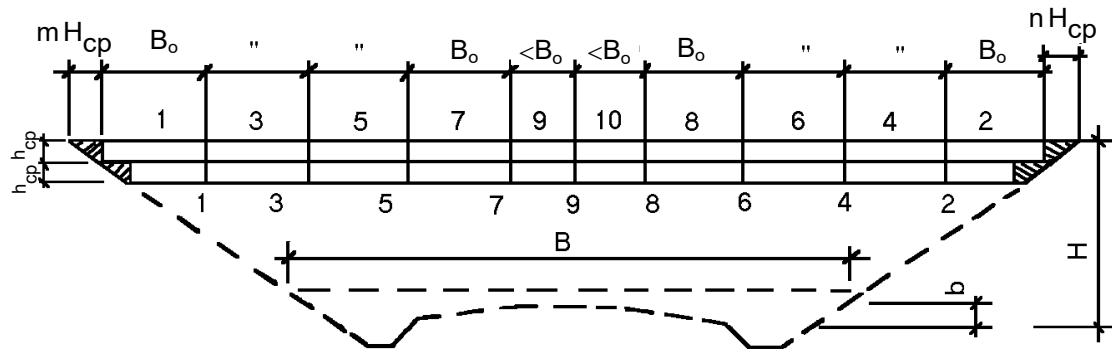


Рисунок 2.1-. Параметры скреперного забоя

#### Указания по производству работ

Технологической картой предусмотрено выполнение следующих видов работ:

- срезки растительного слоя грунта;
- рыхления грунта тракторными рыхлителями;
- разработки грунта скреперами с перемещением и укладкой в насыпи;
- послойного разравнивания грунта в теле насыпи бульдозерами;
- послойного уплотнения грунта грунтоуплотняющими машинами;
- планировки и отделки земляного полотна автогрейдерами и экскаваторами-планировщиками.

14

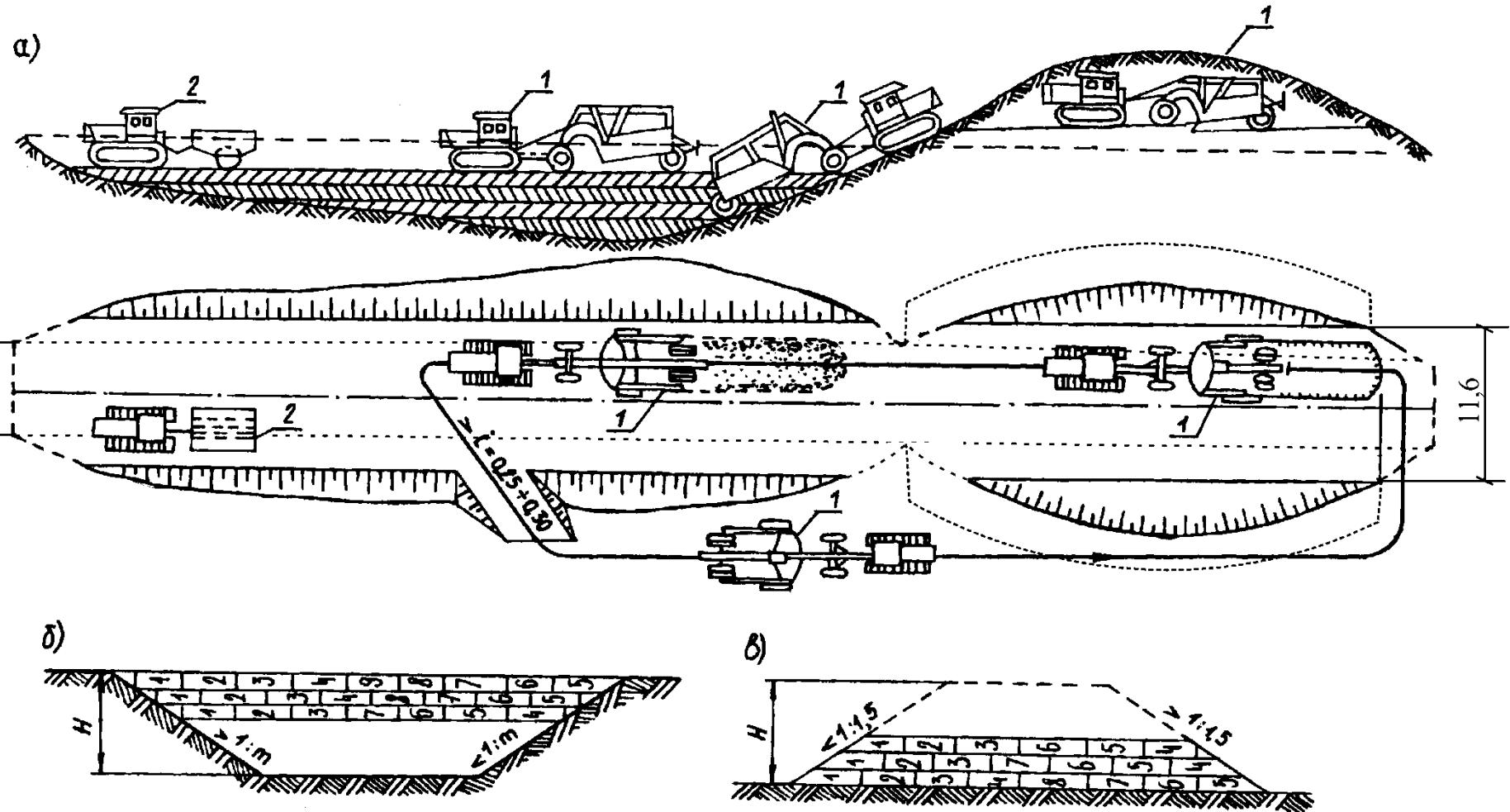


Рисунок 2.2 Схема производства работ скрепером при продольном перемещении

До начала производства работ, входящих в состав технологической карты, на участке должны быть выполнены все предшествующие работы в соответствии с техническими указаниями.

Срезку грунта выполняют бульдозером по поперечной схеме. Грунт срезают поперечными проходами с перекрытием смежных проходов на 0,2...0,3 м. Грунт перемещают за пределы полосы отвода. Рыхление грунта следует производить в объеме, не допускающем его пересыхания или переувлажнения. Поэтому объем разрыхленного грунта не должен превышать сменной производительности звена скреперов.

Для более полного и быстрого наполнения ковша скрепера следует применять толкачи. Разработку грунта ведут послойно, начиная с участков, прилегающих к бровкам выемки (резерва). Разгрузку грунта также необходимо выполнять послойно, горизонтальными рядами при движении скрепера по прямой. Для обеспечения высокой скорости движения скреперов следует землевозные дороги содержать в исправном состоянии.

На рис. 2.2 показана схема разработки выемки прицепными скреперами с перемещением и укладкой грунта в насыпь.

В табл. 2.5 приведена калькуляция трудовых затрат на комплекс работ, выполняемых скреперным комплектом при возведении земляного полотна по продольной схеме работ.

Таблица 2.5-Калькуляция трудовых затрат на разработку выемки скрепером ДЗ-13Б с перемещением грунта в насыпь

Шифр ЕНиР	Наименование процесса	Ед. изм.	Объем работ	Состав звена	Затраты труда, чел-ч	
					на ед. изм.	на весь объем
E2-1-5, п. 3, 3б	Срезка растительного слоя грунта бульдозером ДЗ-54С	1 000 м <sup>2</sup>	0,5	машинист 6 р. – 1	1,4	0,7
E2-1-1, т. 2	Послойное рыхление грунта бульдозером-рыхлителем ДЗ-35С (ДП-22С) при толщине слоя 0,35 м	100 м <sup>3</sup>	10	машинист 6 р. – 1	0,13	1,3
E2-1-22, т. 3, 1 <sub>3</sub> + 4 <sub>3</sub>	Разработка грунта II группы самоходным скрепером и перемещение его в насыпь на расст. 1 300 м	100 м <sup>3</sup>	10	машинист 6 р. – 1	1,4 + 16 × 10 = 3,0	30
E2-1-21, т.2	Работа бульдозера-толкача ДЗ-121 при обслуживании звена из двух скреперов	100 м <sup>3</sup>	10	машинист 6 р. – 1	3,0 / 2 = 1,5	15
E2-1-28, 2б	Разравнивание грунта в насыпи бульдозером ДЗ-54С слоями толщ. 0,3 м	100 м <sup>3</sup>	10	машинист 6 р. – 1	0,75	7,5
E2-1-29, 2а + 4а	Уплотнение грунта в насыпи катком ДУ-16В за 12 проходов по следу (K <sub>o</sub> = 1,06)	100 м <sup>3</sup>	10	машинист 6 р. – 1	(0,3 + 0,05×8) ×1,06 = 0,74	7,4
E2-1-37, т. 2, 1б	Нарезка сливной призмы земляного полотна авто-	1 000 м <sup>2</sup>	0,5	машинист 6 р. – 1	0,17 × 2 = 0,34	0,17

	грейдером ДЗ-143 за 2 прохода по следу					
E2-1-39, 10в	Планировка откосов выемок и насыпей автогрейдером ДЗ-143	1 000 м <sup>2</sup>	0,8	машинист 6 р. – 1	0,24	0,19
E2-1-14, 16	Устройство кюветов экскаватором с планировочным ковшом в грунте II гр. с погрузкой в автосамосвалы	100 м <sup>3</sup>	0,1	машинист 6 р. – 1; пом. маш. 5 р. – 1	9,6	0,96
E2-1-46,а	Содержание землевозной дороги в исправном состоянии автогрейдером ДЗ-143	1 000 м <sup>2</sup>	0,5	машинист 6 р. – 1	0,6	0,3

Итого: 63,52

### Практическая работа № 3

#### Разработка технологической карты на сооружение земляного полотна экскаватором

Цель:

1 Закрепление теоретических знаний по теме: Сооружение земляного полотна экскаваторами.

2 Формирование практических навыков разработки технологических карт

3 Формирование компетенций: ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.5, ОК1,2,3,4,6,7,8,9

Студент должен знать: – организацию и технологию работ по строительству железнодорожного пути

Студент должен уметь: использовать машины и механизмы по назначению, соблюдая правила техники безопасности

Задание:

1. Назначить модель экскаватора для выполнения земляных работ
2. Вычертить в масштабе забой экскаватора
3. Подобрать комплектующие машины. Определить их количество
4. Определить количество проходок для разработки выемки
5. Составить калькуляцию трудовых затрат

В качестве исходных данных результаты П/р №1

Разработка выемки экскаватором, оборудованным прямой лопатой

#### **Модель и техническая характеристика экскаватора**

Экскаваторы, оборудованные прямой лопатой, являются наиболее распространенными машинами при разработке грунта в выемках и карьерах. Главным размерным параметром экскаватора является вместимость ковша. Она определяет производственные возможности машины и, в первую очередь, нормативную производительность. Однако экскаваторы различаются не только по емкости ковша, но и по другим конструктивным характеристикам: ходовому оборудованию, приводу, системе управления и т.д. Поэтому машины, относящиеся по емкости ковша к одной размерной группе, обладают разными технико-экономическими показателями и имеют различные области эффективного применения. Следовательно, выбору модели экскаватора должно предшествовать изучение технических характеристик машин.

Технические характеристики одноковшовых экскаваторов, как и других строительных машин, приводятся в справочной литературе [5, 17]. В прил. 5 дана техническая характеристика некоторых отечественных моделей одноковшовых экскаваторов, оборудованных прямой лопатой.

Для выбранной модели экскаватора в пояснительной записке к курсовому проекту следует составить техническую характеристику в виде таблицы.

При выборе модели одноковшового экскаватора предпочтение следует отдавать гидравлическим модификациям с гусеничным ходовым оборудованием как наиболее отвечающим условиям дорожного строительства.

#### **Модель и техническая характеристика автомобиля-самосвала**

Выбор модели автомобиля-самосвала осуществляется по технологическим параметрам автомобиля и экскаватора:

- грузоподъемность и вместимость кузова автомобиля-самосвала должны обеспечивать погрузку грунта от 3 до 10 ковшей для нормальной работы экскаватора (оптимально 6–7);
- высота борта кузова автомобиля-самосвала и его размеры в плане должны соответствовать размерной группе экскаватора.

Число ковшей грунта, загружаемых в кузов автосамосвала, определяется (с округлением) по формуле:

$$A = \frac{P_{ac}}{P_{\kappa}}, \quad (3.1)$$

где  $P_{ac}$  – грузоподъемность автомобиля-самосвала, т (по паспорту);

$P_{\kappa}$  – масса грунта, набираемого в ковш, т.

Величину  $P_{\kappa}$  можно определить из выражения

$$P_{\kappa} = q \gamma \frac{K_H}{K_P}, \quad (3.2)$$

где  $q$  – емкость ковша, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – плотность грунта, т/м<sup>3</sup>;

$K_H$  – коэффициент наполнения ковша;

$K_P$  – коэффициент первоначального разрыхления грунта.

Кроме того, необходимо проверить, как используется емкость кузова автосамосвала:

$$Q_{AC} \geq q K_H A, \quad (3.3)$$

где  $Q_{AC}$  – объем кузова автосамосвала, м<sup>3</sup>.

Если условия (3.1) и (3.3) не выполняются, следует повторить расчеты при других значениях А или назначить другую модель автомобиля.

Для выбранной марки автомобиля-самосвала приводится его техническая характеристика в виде таблицы (прил. 1).

### Проектирование экскаваторного забоя

При разработке выемок экскаватором, оборудованным прямой лопатой, преимущественно применяется боковой тип забоев; лобовые забои и проходки применяются здесь, в крайнем случае (при небольших выемках, в пионерных траншеях, при устройстве съездов и т.д.).

Разработка боковым забоем предпочтительна, так как обеспечиваются лучшие условия для подъезда и погрузки транспортных средств, уменьшается угол поворота экскаватора, что способствует более производительной работе машин.

Параметры проходок и забоев должны обеспечивать возможность работы ковшом с наименьшими затратами времени на выполнение рабочего цикла экскавации. Для обеспечения указанных требований при определении параметров забоя используют не паспортные характеристики рабочего оборудования экскаватора, а так называемые оптимальные, уменьшенные на 10...15 %.

Проектирование бокового забоя (рис. 3.1) осуществляют в следующей последовательности.

Наибольшая высота забоя не должна быть больше максимальной высоты черпания экскаватора.

Наибольшее расстояние  $B$  от оси экскаватора до бокового откоса забоя следует принимать на 0,4–0,5 м меньше наибольшего радиуса резания  $R$ .

Наибольшее расстояние  $b$  от оси экскаватора до подошвы забоя принимается на 0,2 м меньше радиуса резания  $R_{cm}$  на уровне стоянки экскаватора. Расстояние  $b_1$  от оси экскаватора до подошвы откоса не должно превышать  $0,7R_{cm}$ . В боковом забое с погрузкой грунта в транспортные средства, располагаемые выше уровня стоянки экскаватора, наибольшее расстояние от оси экскаватора до транспортного средства равно  $R_B$ , а  $B_{II}$  определяется по формуле:

$$B_{II} = R_B - \frac{l_T}{2} - 1, \text{ м}, \quad (4.4)$$

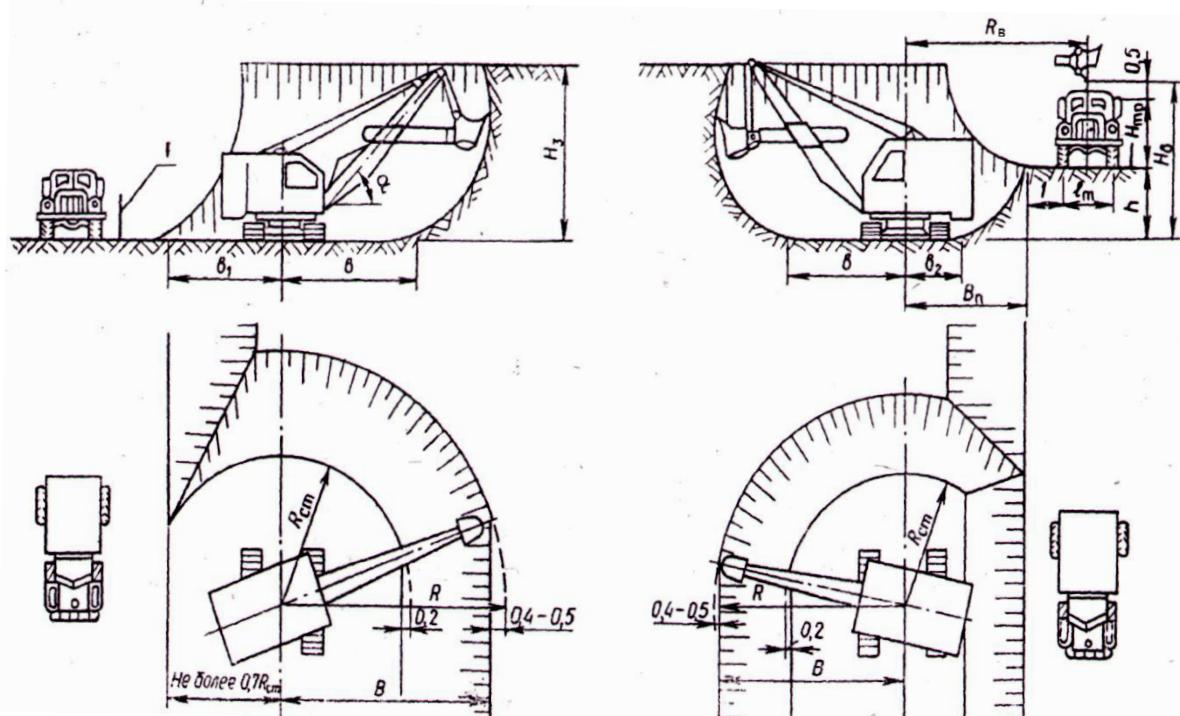
где  $R_B$  – радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, м;  
 $l_T$  – ширина хода транспортных средств, м;  
1,0 – запас ширины землевозного пути для предотвращения обрушения грунта около бровки, м.

Наибольшее превышение погрузочного пути над уровнем стоянки экскаватора  $h$  (называют «ярусом») определяется по формуле:

$$h = H_B - H_{TP} - 0,5, \text{ м}, \quad (4.5)$$

где  $H_B$  – максимальная высота выгрузки, м;  
 $H_{TP}$  – высота автосамосвала до верха бортов, м;  
0,5 – запас высоты над бортом автосамосвала, м.

$$\delta_2 = B_{II} - h, \text{ м}. \quad (3.6)$$



**Рисунок 3.1.- Схема бокового забоя:**

**а – при погрузке грунта в автосамосвалы на уровне стоянки экскаватора; б – то же выше уровня стоянки экскаватора; 1 – вешка-указатель места погрузки**

Выполнив необходимый расчет забоя, на листе миллиметровой бумаги в масштабе 1 : 100 для экскаваторов с ковшом 1 м<sup>3</sup> и меньше или 1 : 200 для экскаваторов с ковшом больше 1 м<sup>3</sup> вычерчивают его поперечное сечение и план. Затем поперечный профиль забоя переносится на более плотную бумагу или картон, и по нему вырезается шаблон для проектирования экскаваторных проходок.

#### **Проектирование поперечного и продольного профилей экскаваторных проходок**

Основная цель проектирования заключается в размещении проходок на поперечном сечении и продольном профиле заданного участка выемки. Для этого на продольном профиле выемки намечается сечение с наибольшей рабочей отметкой, а затем в масштабе, одинаковом с тем, в котором сделан шаблон забоя, вычерчивается указанное поперечное сечение выемки. Накладывая построенный шаблон забоя на поперечный профиль выемки, намечают различные варианты размещения проходок (рис. 3.2).

При этом с точки зрения технологии производства работ вскрытие выемки целесообразно начинать с устройства первой или пионерной лобовой проходки траншеи, которая в дальнейшем используется как временный путь для движения автосамосвалов или другого вида транспорта. Поэтому ее ширина по низу должна быть не менее 4 м [6]. Глубина пионерной траншеи  $h_{п.т}$  зависит от соотношения глубины выемки  $H_в$  и высоты яруса  $h$ , определяемого как

$$n = (H_в - 0,25)/h, \quad (4.7)$$

где  $n$  – расчетное количество ярусов.

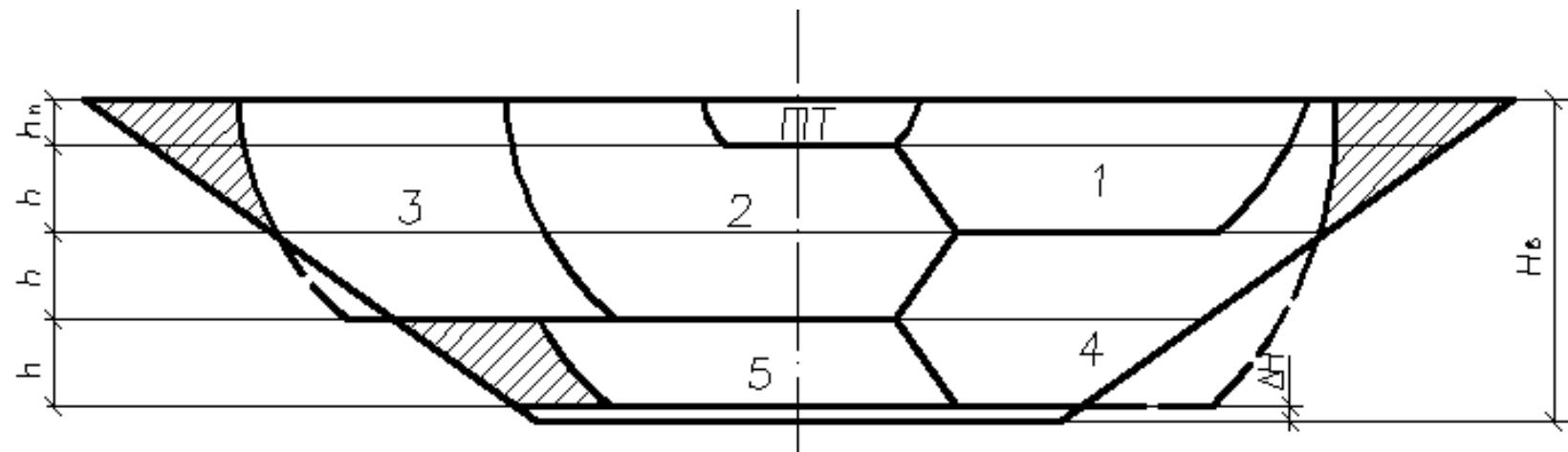
При  $n$ , равном целому числу, пионерная траншея фактически становится первой лобовой проходкой, разрабатываемой в соответствии с имеющимся шаблоном экскаваторного забоя. Если величина  $n$  оказывается не кратной целому числу, то глубина пионерной траншеи определяется из выражения:

$$h_{п.т} = H_в - nh - 0,25 \text{ м}, \quad (4.8)$$

где  $n$  – целое число ярусов.

Пионерные траншеи глубиной до 1,0–1,5 м целесообразно разрабатывать бульдозером или скрепером. Эти же машины рекомендуется использовать и для разработки участков выемки от нулевой отметки до глубины 2 м, так как применять экскаватор в подобных местах неэффективно.

а)



б)

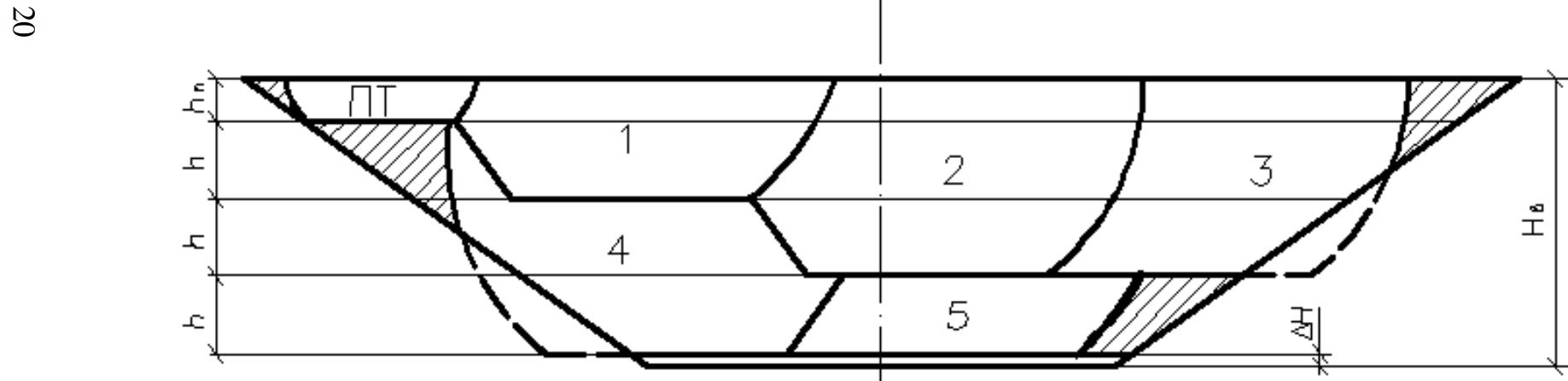


Рисунок 3.2.- Варианты размещения проходок на поперечных сечениях выемки:  
а – с пионерной траншееей (ПТ) по оси выемки; б – с пионерной траншееей со стороны откоса;  
1–5 – номера экскаваторных проходок;  $\Delta H$  – недобор грунта до проектной отметки, учитывающий последующую нарезку сливной призмы (принимается равным 0,25 м)

Выбирая наилучший вариант размещения проходок на поперечном профиле выемки, необходимо учитывать следующие рекомендации:

- число проходок должно быть по возможности минимальным;
- более предпочтительной является разработка выемки (карьера) боковым забоем с погрузкой грунта в транспортные средства, располагаемые на уровне стоянки экскаватора;
- наименьшая высота (глубина) забоя должна быть не менее 1/3 высоты до напорного вала экскаватора;
- недобор грунта на откосах не должен превышать 8–10 % от площади поперечного сечения выемки.

Далее вычерчивают продольный профиль заданного участка в масштабе горизонтальном 1 : 5000, 1 : 2500 и вертикальном, равном масштабу шаблона забоя. Проектирование продольного профиля экскаваторных проходок начинается с разбивки массива выемки на ярусы с учетом рельефа местности и вида грунта. Так, если выемка имеет пологие продольные склоны и уклон проектной линии более 0,003, то целесообразно разбить ее на ярусы, расположенные параллельно проектной линии. При этом подошва нижнего яруса должна располагаться с превышением  $\Delta H$  над проектной линией, учитывающим высоту сливной призмы с минимальным запасом на планировочные работы.

В случае, когда выемка имеет крутые склоны, исключающие движение по ней экскаватора и транспортных средств, более эффективной оказывается разбивка ее лучевыми или веерообразными проходками, направленными под углом к проектной линии. При этом крутизна уклонов для передвижения экскаватора и транспорта не должна превышать 17–24°.

Длинные выемки с большими рабочими отметками могут разрабатываться одновременно с двух концов. В подобных случаях наиболее целесообразной оказывается разбивка на ярусы ломаного профиля, состоящего из двух концевых участков веерообразного профиля и центрального участка с параллельными ярусами. Все эти и другие случаи расположения проходок на продольном профиле выемки приведены в учебнике [4, 18].

### **Технология производства экскаваторных работ**

Технологический процесс состоит из разработки грунта в забое экскаватором «прямая лопата», погрузки его на автосамосвалы или другие транспортные средства, перемещения и разгрузки грунта в насыпь, кавальер или отвал, послойного разравнивания грунта бульдозером и уплотнения специальными уплотняющими средствами (катками, уплотняющими машинами и др.).

Разработка выемки ведется отдельными проходками в соответствии с ранее составленной схемой их размещения и в пределах конкретного рабочего участка продольного профиля. Типовая технологическая схема производства работ приведена на рис. 4.3. Точное количество транспортных средств определяют расчетом для каждого конкретного случая с учетом фактических условий работы и дальности возки:

$$N = T_{\text{пп}} / t_{\text{пп}} = (t_{\text{пп}} + t_{\text{гр.х}} + t_p + t_{\text{м.р}} + t_{\text{пор.х}} + t_{\text{м.пп}}) / t_{\text{пп}}, \quad (3.9)$$

где  $N$  – искомое число транспортных средств;

$t_{\text{пп}}$  – продолжительность погрузки, мин;

$t_{\text{гр.х}}$ ,  $t_{\text{пор.х}}$  – соответственно продолжительность груженого и порожнего хода автосамосвала;

$t_p$  – продолжительность разгрузки, мин;

$t_{\text{м.р}}$ ,  $t_{\text{м.пп}}$  – время на маневры автосамосвала соответственно при разгрузке и погрузке, мин.

Задаваясь средней скоростью движения автосамосвала  $V_{\text{ср}}$  (15–18 км\ч) [5] и дальностью возки  $l$ , можно записать:

$$N = (2 l / V_{\text{ср}} + t_{\text{пп}} + t_p + t_{\text{м.р}} + t_{\text{м.пп}}) / t_{\text{пп}}. \quad (3.10)$$

В курсовом проекте продолжительность отдельных операций, точное значение которых устанавливается хронометражем, принимается ориентировочно следующей:

$$t_{\text{п}} = n t_{\text{ц}} \text{ мин} (t_{\text{ц}} = 22-24 \text{ сек}), \quad t_{\text{р}} = 1,5 \text{ мин}, \quad t_{\text{м.п}} = t_{\text{м.р}} = 1,5 \text{ мин}.$$

Из приведенной формулы следует, что очередной автосамосвал должен прибыть к месту загрузки его грунтом не позднее времени окончания загрузки предыдущего автосамосвала.

### **Техника безопасности**

При производстве работ одноковшовым экскаватором с погрузкой грунта на автосамосвалы и транспортированием его в насыпь необходимо соблюдать следующие основные правила техники безопасности.

Экскаватор во время работы должен устанавливаться на спланированной площадке.

Запрещается подкладывать под гусеницы бревна, камни и другие предметы.

Запрещается находиться под ковшом или стрелой экскаватора, выполнять работы со стороны забоя. Посторонним лицам запрещается находиться в радиусе действия экскаватора. Во время перерывов в работе ковш следует опускать на землю.

За участками забоя, где возможны оползни и обрушения грунта, должно устанавливаться постоянное наблюдение. Участки должны ограждаться, а работа на них разрешается только после их осмотра мастером или прорабом и получения письменного разрешения на производство работ.

При работе экскаватора в темное время суток место выгрузки грунта и забой должны иметь хорошее освещение.

Грунт на автосамосвалы следует грузить только со стороны заднего или бокового борта самосвала. Запрещается проносить ковш с грунтом и без грунта над кабиной. Водитель автосамосвала во время погрузки, должен выходить из кабины, если на кузове нет козырька.

Находящийся под погрузкой автосамосвал должен быть заторможен. Во время погрузки людям запрещается находиться между экскаватором и транспортным средством.

### **Указания по организации труда**

До начала производства работ на участке должны быть выполнены все предшествующие работы, в том числе по разбивке земляного полотна, корчевке пней и срезке кустарника, устройству временных землевозных дорог, въездов и съездов, обеспечению отвода поверхностных вод от забоя, водоотводу и (или) водопонижению при наличии грунтовых вод, устройству освещения рабочих мест при работе в темное время суток, ограждению места работ.

Разработка выемки экскаватором прямая лопата с погрузкой грунта на автосамосвалы, транспортированием его в насыпь осуществляется комплексной бригадой в зависимости от емкости ковша экскаватора и дальности транспортирования грунта.

В целях более полной загрузки машин и механизмов работу целесообразно организовывать в две смены с использованием передвижной электростанции для освещения места работ в темное время суток.

В начале каждой смены машинисты и водители машин обязаны проверить готовность машин к работе, устраниТЬ мелкие неисправности, заправить машину горючим и водой. А в конце смены сообщить механику (помощнику машиниста) о замеченных неисправностях.

Участок производства работ обеспечивается вагончиками для мастера, кладовой инструмента и инвентаря, отдыха рабочих и приема пищи, а также питьевой и технической водой, медицинской аптечкой, средствами связи.

### **Материально-технические ресурсы**

Материально-технические ресурсы включают ведущие и комплектующие машины и механизмы, геодезические инструменты, инвентарь, определяемые на основе

разработанных ранее технологических процессов (п. 4.2.5) и представляют в табличной форме (табл. 3.1).

**Т а б л и ц а 3.1-Материально-технические ресурсы**

№ п/п	Наименование	Тип	Марка	Количество	Примечание
1	Экскаватор				
2	Автосамосвалы				
3	Бульдозер				
4	Автогрейдер				
5	Пневмоколесный каток или уплотняющая машина				
6	Передвижная электростанция мощностью 5–7 кВт				

**Калькуляция затрат труда**

Основными нормативными документами для составления калькуляции затрат труда обычно являются нормы времени и расценки в соответствии со сборниками ЕНиР, ВНиР, ценниками и др.

**Т а б л и ц а 3.2-Калькуляция трудовых затрат разработки выемки экскаватором «прямая лопата» с перемещением грунта в насыпь**

Шифр нормы	Наименование производственных процессов	Единица измерения	Объем работы	Состав звена	Трудоемкость, чел.-ч	
					На ед. изм.	на весь объем
E2-1-5,3б	Срезка растительного слоя грунта бульдозером ДЗ-4С	1 000 м <sup>2</sup>	0,5	машинист 6 р. – 1	1,4	0,7

*Продолжение таблицы 3..2*

Шифр нормы	Наименование производственных процессов	Единица измерения	Объем работы	Состав звена	Трудоемкость, чел.-ч	
					На ед. изм.	на весь объем
E2-1-8, Т.3, 76	Разработка грунта II группы с погрузкой в автосамосвалы экскаватором «прямая лопата» с ковшом 1 м <sup>3</sup>	100 м <sup>3</sup>	10	машинист 6 р. – 1; пом. маш. 5 р. – 1	2,8	28
E2-1-28, 26	Разравнивание грунта II группы бульдозером ДЗ-54С слоями по 0,3 м	100 м <sup>3</sup>	10	машинист 6 р. – 1	0,75	7,5
E2-1-29, 2а+4а	Послойное уплотнение грунта катком ДУ-16В за 12 проходов по следу	100 м <sup>3</sup>	10,5 (K <sub>o</sub> =1,05)	машинист 6 р. – 1	0,37 + 0,062× 8 = 0,866	9,1
E2-1-37, Т.2, 16	Планировка верха земляного полотна автогрейдером ДЗ-31-1 за 4 прохода по следу	1 000 м <sup>2</sup>	0,2	машинист 6 р. – 1	0,17×4 = 0,68	0,14

E2-1-39,3б	Планировка откосов выемок автогрейдером ДЗ-31-1	1 000 м <sup>2</sup>	0,3	машинист 6 р. – 1	0,4	0,12
E2-1-39,3в	То же насыпей	1 000 м <sup>2</sup>	0,3	машинист 6 р. – 1	0,26	0,08
E2-1-42,2	Планировка откосов выемок и насыпей экскаватором-планировщиком	100 м <sup>2</sup>	2,2	машинист 6 р. – 1; пом. маш. 5 р. – 1	1,44	3,17
E2-1-14,1б	Устройство кюветов экскаватором с планировочным ковшом в грунте II группы с погрузкой в транспортные средства	100 м <sup>3</sup>	0,1	машинист 6 р. – 1; пом. маш. 5 р. – 1	9,6	0,96

Итого: 50,07

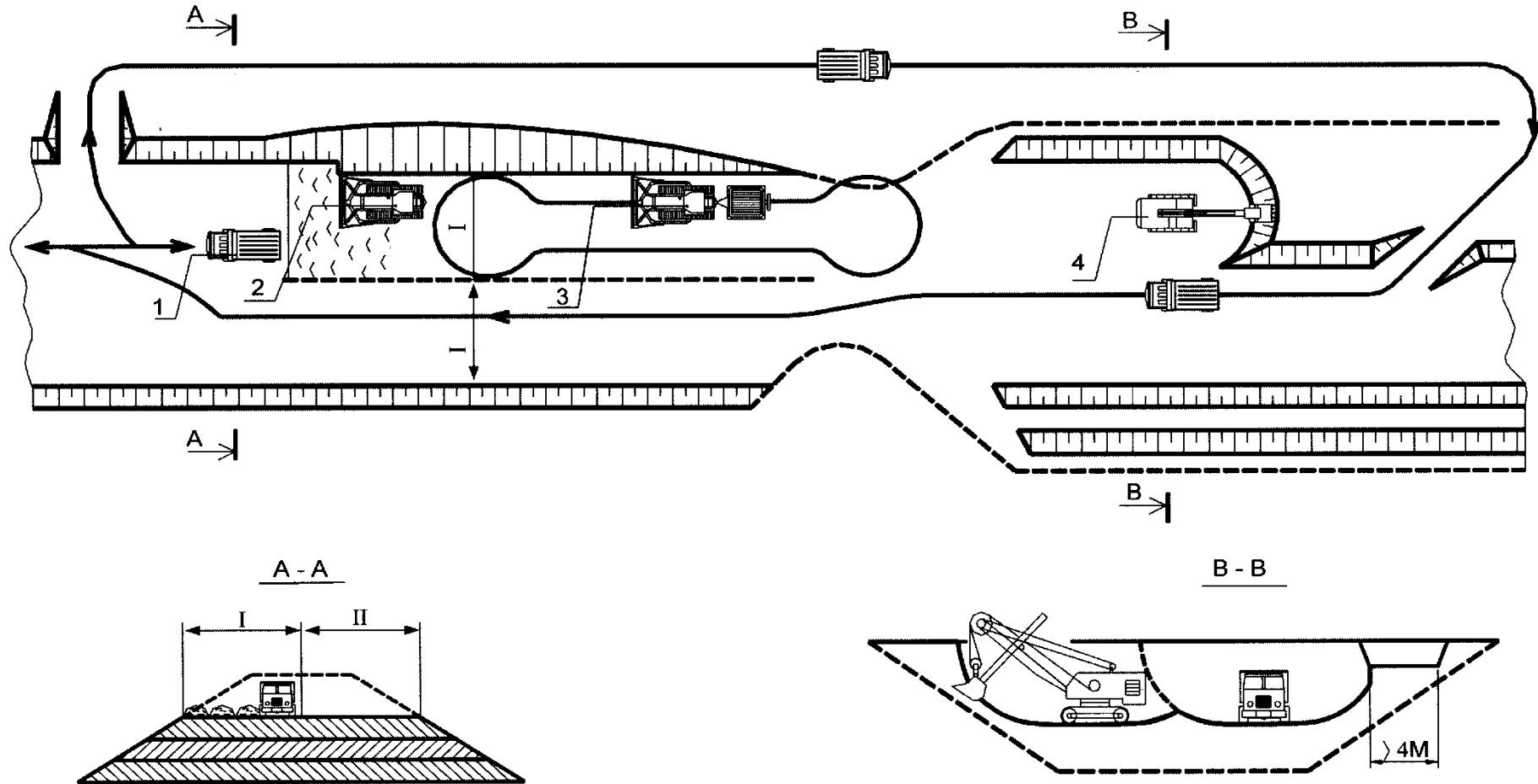


Рисунок 3.3. -Схема разработки выемки экскаваторно-транспортным комплектом и отсыпки насыпи с кольцевой ездой автомобилей-самосвалов:  
I – зона отсыпки и уплотнения насыпи; II – зона движения груженых автомобилей-самосвалов

1 – автомобиль-самосвал; 2 – бульдозер; 3 – каток; 4 – экскаватор; I – зона отсыпки и уплотнения насыпи; II – зона движения груженых автомобилей-самосвалов

Практическая работа №4  
Организация строительства водопропускных труб поточным методом

Цель:

1 Закрепление теоретических знаний по теме: Строительство малых водопропускных сооружений

2 Формирование практических навыков определения потребности строительства в материалах, трудоемкости и продолжительности работ; построения графика строительства поточным методом

3 Формирование компетенций: ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.5, ОК1,2,3,4,6,7,8,9

Студент должен знать: – организацию и технологию работ по строительству железнодорожного пути

Студент должен уметь: определять объемы работ, потребность строительства в рабочей силе, машинах и механизмах; использовать машины и механизмы по назначению, соблюдая правила техники безопасности

Задание:

1. Определить объемы работ по строительству водопропускной трубы
2. Определить трудоемкость работ
3. Определить продолжительность работ
4. Построить график строительства труб поточным методом

Исходные данные:

Вариант	Пикет расположения трубы	Тип и отверстие (диаметр) водопропускной трубы	Рабочая отметка, м	Вариант	Пикет расположения трубы	Тип и отверстие (диаметр) водопропускной трубы	Рабочая отметка, м
1	ПК 10+00	ПЖБТ 2x2,0	3,5	6	ПК 10+00	КЖБТ 1,25	3,5
	ПК25+00	ПЖБТ 2x2,0	4,0		ПК25+00	КЖБТ 1,25	4,0
	ПК 45+00	ПЖБТ 2x2,0	6,5		ПК 45+00	КЖБТ 1,25	6,5
2	ПК 10+00	ПЖБТ 2,0	4,5	7	ПК 10+00	КЖБТ 2x1,5	4,5
	ПК25+00	ПЖБТ 2,0	3,7		ПК25+00	КЖБТ 2x1,5	3,7
	ПК 45+00	ПЖБТ 2,0	7,0		ПК 45+00	КЖБТ 2x1,5	7,0
3	ПК 10+00	ПЖБТ 2x1,5	4,8	8	ПК 10+00	КЖБТ 2,0	4,8
	ПК25+00	ПЖБТ 2x1,5	5,1		ПК25+00	КЖБТ 2,0	5,1
	ПК 45+00	ПЖБТ 2x1,5	7,3		ПК 45+00	КЖБТ 2,0	7,3
4	ПК 10+00	ПЖБТ 2x1,25	3,8	9	ПК 10+00	КЖБТ 2x2,0	3,8
	ПК25+00	ПЖБТ 2x1,25	4,9		ПК25+00	КЖБТ 2x2,0	4,9
	ПК 45+00	ПЖБТ 2x1,25	7,4		ПК 45+00	КЖБТ 2x2,0	7,4
5	ПК 10+00	ПЖБТ 1,5	5,0	10	ПК 10+00	КЖБТ 2x1,0	5,0
	ПК25+00	ПЖБТ 1,5	5,9		ПК25+00	КЖБТ 2x1,0	5,9
	ПК 45+00	ПЖБТ 1,5	6,8		ПК 45+00	КЖБТ 2x1,0	6,8

Водопропускные трубы – это искусственные сооружения, предназначенные для пропуска под насыпями железных дорог небольших постоянных или периодических действующих водотоков. Сооружаются трубы комплексной бригадой поточным методом.

Порядок укладки трубы:

Разработка котлована экскаватором обратная лопата

Устройство щебеночной подготовки

Укладка блоков фундамента

Укладка звеньев и оголовков с учетом деформационных швов.

Устройство обмазочной и оклеенной гидроизоляции. Обмазывается все тело трубы по наружному диаметру, оклеиваются швы.

Отсыпка насыпи послойно 10-15 см с последующим уплотнением слоев

Работу выполняет комплексная бригада, состоящая из специализированных звеньев (10-15 чел.)

## 1. Определяем объемы работ по строительству водопропускной трубы

Для подсчёта объёмов работ по сооружению водопропускной трубы предварительно необходимо в соответствии с номером варианта индивидуального задания рассчитать длину трубы с учётом её конструктивных параметров и размеров поперечного сечения насыпи.

Исходя из принятой конструктивной схемы с оголовками из нормальных типовых звеньев, длина тела трубы  $L_t$  может быть определена по одной из следующих формул:

– при высоте насыпи до 6 м

$$L_t = b + 3 (H_H - S);$$

– при высоте насыпи от 6 до 9 м

если  $(H_H - 6) < S$ :

$$L_t = b + 18 - 3 [S - (H_H - 6)];$$

если  $(H_H - 6) > S$ :

$$L_t = b + 18 + 3,5 [(H_H - 6) - S];$$

– при высоте насыпи более 9 м

$$L_t = b + 18 + 3,5 (H_H - S - 6),$$

где  $H_H$  – высота насыпи в месте расположения трубы, м;  $b$  – ширина основной площадки земляного полотна, м;  $S$  – высота трубы, м.

Высота трубы ( $S$ ) определяется по одной из следующих формул:

– для круглых труб

$$S = D + \delta;$$

– для прямоугольных труб

$$S = H + d,$$

где  $D$  – диаметр отверстия круглой трубы, м;  $\delta$  – толщина стенки круглого звена, м;  $H$  – высота отверстия прямоугольной трубы, м;  $d$  – толщина ригеля прямоугольного звена, м.

Полученное значение  $L_t$  округляется (по правилам округления) до целого числа, так как длина звеньев трубы равна 1 м.

Объем на один погонный метр определяем по таблице объемов работ на постройку трубы (Приложение)

Объем на всю трубу  $V_{tp}$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$V_{tp} = L_{tp} \cdot V_{пог.м.} + V_{ог.}$$

где  $L_{tp}$  – длина трубы, м;

$V_{пог.м.}$  – объем работ на один погонный метр трубы, м<sup>3</sup>;

$V_{ог.}$  – объем работ на два оголовка трубы.

## 2. Определяем трудоемкость работ

Трудоемкость работ определяем по формуле

$$T_{чел.час} = V_{tp} \cdot N_{вр}$$

где  $N_{вр}$  – нормы затрат труда рабочих строителей, нормы времени работы машин (определяются по сборнику ГЭСН 30 «Мосты и трубы»)

## 3. Определяем продолжительность работ

Срок строительства трубы  $t$ , дни, определяем по формуле

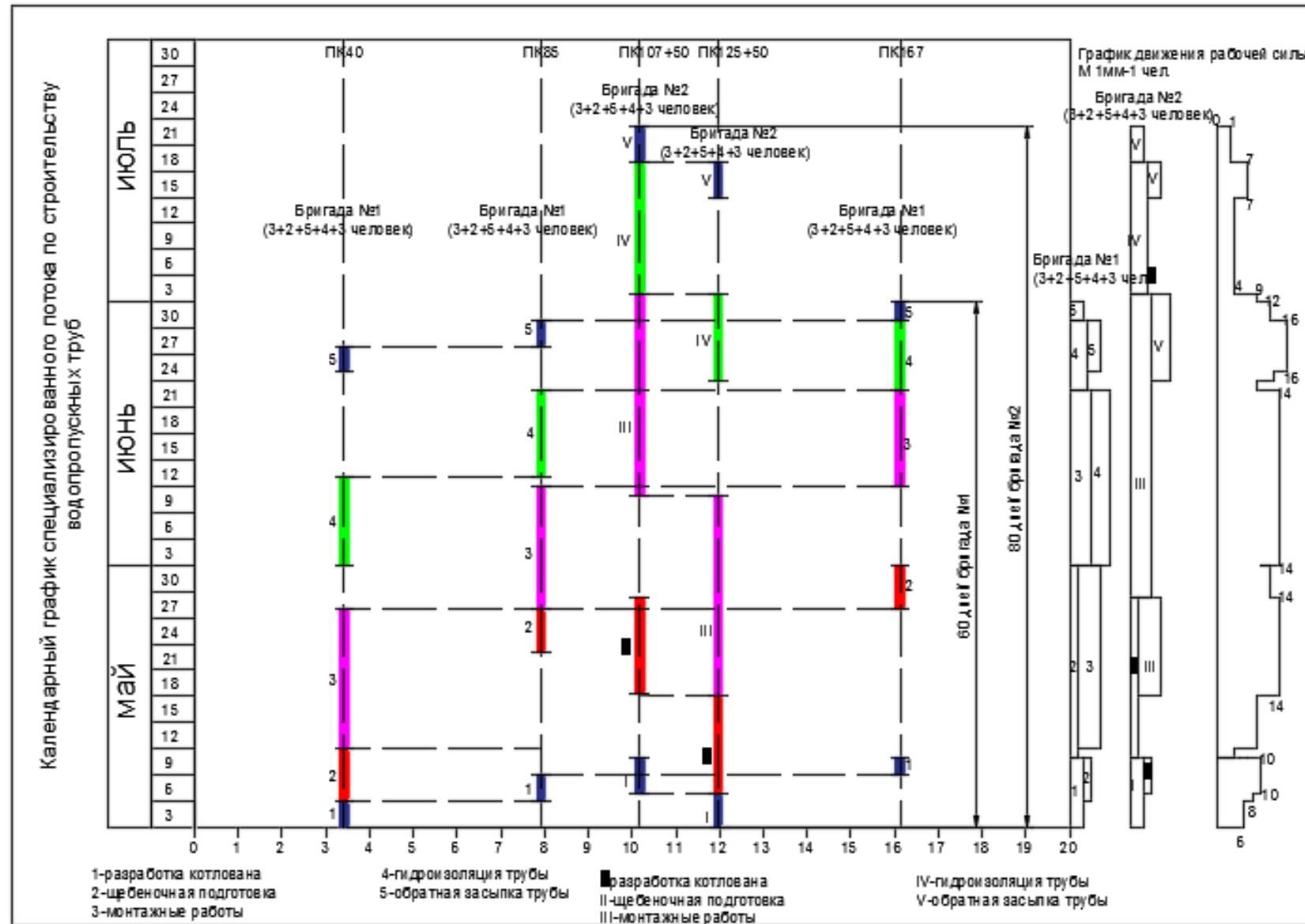
$$t = \frac{\sum T}{8 \cdot N}$$

где  $\sum T$  – суммарная трудоемкость на строительство трубы, чел.час;

8 – количество часов в смене;

$N$  – количество человек в бригаде

4. Строим календарный график строительства труб поточным методом



**Практическая работа № 5**  
**Технологическая карта на сборку рельсошпальной решетки**

**Цель:**

- 1 Закрепление теоретических знаний по теме: Сооружение верхнего строения пути
- 2 Формирование практических навыков определения потребности строительства в материалах, рабочей силе и трудоемкости работ

- 3 Формирование компетенций: ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.5, ОК 1,2,4,5,6

Студент должен знать: – организацию и технологию работ по строительству железнодорожного пути

Студент должен уметь: определять объемы работ, потребность строительства в рабочей силе, машинах и механизмах; использовать машины и механизмы по назначению, соблюдая правила техники безопасности

**Задание:**

1. Определить потребность в материалах верхнего строения пути
2. Составить калькуляцию трудовых затрат на сборку рельсошпальной решетки  
(определение последовательности операций, времени на их выполнение, состава рабочей бригады)
3. Определить потребность в машинах и механизмах

**Исходные данные:**

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
Тип рельсов	P65	P65	P65	P65	P65	P65	P65
Длина рельсов, м	25	25	25	25	25	25	25
Шпалы	железобетонные						
Скрепления	КБ	ЖБР	АРС	ЖБР-Ш	ЖБР-ПШ	АРС	ЖБР
Сборка звеньев производится	Пути шаблоне	ЦТЛ	ПЗЛ-100	Пути шаблоне	Пути шаблоне	На пути шаблоне	ТЛС
План линии	Прямых участков и пологих кривых -70%, кривых радиусом менее 1200м – 30%						

**Теоретический материал**

Наибольшая часть трудозатрат по укладке пути падает на монтаж звеньев. Поэтому необходимо так организовать эту работу, чтобы не допускать брака и переделок. А это возможно только в том случае, если руководитель работ (командир взвода, роты) будет твердо сам знать требования СНиП и постоянно осуществлять контроль за качеством сборки звеньев и укладки пути.

Современная технология путеукладочных работ предусматривает предварительную сборку рельсошпальной решетки индустриальными методами на звенособорочных базах.

Звенособорочная база - это индустриальное предприятие, оборудованное средствами механизации и приспособлениями для приема, выгрузки, сортировки и складирования прибывающих с заводов материалов верхнего строения пути, сборки звеньев рельсошпальной решетки и блоков стрелочных переводов, их хранения, погрузки на подвижной состав и формирования укладочных поездов.

Звенособорочные базы создают условия для ритмичной работы, механизации и автоматизации всех рабочих операций, что позволяет заметно повысить производительность труда и снизить трудоемкость работ по укладке пути.

Сборка звеньев может осуществляться на звенособорочных стенах, на ПЗЛ -100, на пути шаблоне, на ТЛС, ЦТЛ.

Ход работы:

1. Потребность в материалах определяем в табличной форме

Наименование материала	На 1 км пути		На общую протяженность	
	Количество на 1 км пути, штуки	Вес на 1 км, т	Количество, шт	Общий вес, т
1	2	3	4	5

2. Составляем калькуляцию трудовых затрат на сборку рельсошпальной решетки

Определяем комплекс выполняемых работ и их последовательность

Выбираем нормативные показатели из ТНВ

Трудоемкость работ определяется по формуле

$$T_{\text{чел-час(маш-час)}} = H_{\text{вр(чел.час(маш.час))}} \cdot V_{\text{раб}}$$

где  $H_{\text{вр(чел.час(маш.час))}}$  – норма времени (из ТНВ)

$V_{\text{раб}}$  – объем работ

Время выполнения работы определяется по формуле

$$t = \frac{T}{8 \cdot N}$$

где  $T$  – трудоемкость работы, чел.час

8 – количество часов в смене;

$N$  – количество человек в бригаде.

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Показатель на единицу		Показатель на объем		Состав бригады	Время выполнения операции
			Норма времени, маш.час	Норма времени, чел.час	Трудоемкость маш.час	Трудоемкость, чел.час		
1	2	4	5	6	7	8	9	

3. Определяем потребность в машинах и механизмах

Данные по машинам и механизмам необходимых для выполнения работы заносим в таблицу

Наименование машин, механизмов	количество	примечание
1	2	3

Контрольные вопросы:

1. Как определить потребность в элементах верхнего строения пути?
2. Как определяется трудоемкость работ?
3. Как определить время выполнения работы?

**Практическая работа №6**  
**Технологическая карта на укладку рельсошпальной решетки**

**Цель:**

- 1 Закрепление теоретических знаний по теме: Сооружение верхнего строения пути
- 2 Формирование практических навыков определения потребности строительства в материалах, рабочей силе и трудоемкости работ

- 3 Формирование компетенций: ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.5, ОК 1,2,4,5,6

Студент должен знать: – организацию и технологию работ по строительству железнодорожного пути

Студент должен уметь: определять объемы работ, потребность строительства в рабочей силе, машинах и механизмах; использовать машины и механизмы по назначению, соблюдая правила техники безопасности

**Задание:**

1. Составить калькуляцию трудовых и денежных затрат на укладку рельсошпальной решетки (определение последовательности операций, объемов работ, времени на их выполнение, состава рабочей бригады)
2. Определить потребность в машинах и механизмах
3. Описать правила техники безопасности

**Исходные данные:**

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
Тип рельсов	P65	P65	P65	P65	P65	P65	P65
Длина рельсов, м	25	25	25	25	25	25	25
Шпалы	железобетонные						
Скрепления	КБ	ЖБР	АРС	ЖБР-Ш	ЖБР-ПШ	АРС	ЖБР
Сборка звеньев производится	Пути шаблоне	ЦТЛ	ПЗЛ-100	Пути шаблоне	Пути шаблоне	На пути шаблоне	ТЛС
Протяженность строящегося участка Перегон/станция, км	15/2,5	15/3,5	15/4,0	10/3	11/3	12/4	12/3
Укладочный кран	УК 25/9-18	УК 25/9-18	УК 25/9-18	УК 25/9-18	ПБ-3М	ПБ-3М	ПБ-3М
План линии	Прямых участков и пологих кривых -70%, кривых радиусом менее 1200м – 30%						

**Теоретический материал:**

Для укладки звеньев пути из рельсов длиной 25 м, как с деревянными, так и с железобетонными шпалами, применяют консольный путеукладочный кран УК-25/21 грузоподъемностью 21 тс, путь с деревянными шпалами укладывают укладочным краном УК-25/9 грузоподъемностью 9 тс, железобетонными шпалами - УК-25/18 грузоподъемностью 18 тс.

По конструкции эти путеукладчики аналогичны, отличаются только грузоподъемностью. В состав путеукладчика входит укладочный кран типа УК, моторные платформы МПД и четырехосные платформы, оборудованные специальными приспособлениями для закрепления и перемещения вдоль укладочного поезда пакетов звеньев. Производительность этих путеукладчиков до 3-4 км/см.

После прибытия путеукладочного поезда к месту работ технологическая последовательность выполнения операций может быть представлена так:

- 1) подготовка (раскрепление) пакетов звеньев к укладке;
- 2) подготовка пакета звеньев к перетяжке;

- 3) перетяжка пакета звеньев на платформу крана;
- 4) строповка звена;
- 5) подъем звена и его вывод из портала крана;
- 6) опускание наклонного звена;
- 7)стыкование звена с ранее уложенным;
- 8) окончательное опускание звена на земляное полотно;
- 9) изгиб звена по оси пути;
- 10) переезд путеукладчика для укладки следующего звена.

После прибытия поезда с пакетами звеньев на место работ укладочный кран с частью платформ отцепляют от состава и перемещают к месту укладки. Количество сцепов, груженых пакетами, прицепляемых к путеукладчику УК-25, зависит от профиля участка и не должно превышать на площадке и уклоне пути до 5% - пяти сцепов, на уклонах от 5% до 10% -не более трех, на уклонах более 10% - не более одного сцепа.

Укладку звеньев выполняет бригада, состоящая из машиниста крана, оператора, машиниста моторной платформы и 30 монтеров пути.

Четыре монтера пути снимают крепления пакетов звеньев, двое стропуют верхнее звено пакета. Звенья пути укладывают 10 монтеров пути.

По сигналу бригадира оператор крана включает подъемные лебедки, поднимает звено на высоту 0,5 м от пакета, перемещает траверсу со звеном по стреле крана и опускает на земляное полотно. При приближении звена к поверхности основной площадки монтеры пути принимают звено, стыкуют один конец его с ранее уложенным звеном и направляют укладываемое звено по оси пути, после чего оператор крана опускает звено на земляное полотно.

Пакеты звеньев перетягивают на платформу укладочным краном, не прерывая его работы.

Одновременно с перемещением крана к концу уложенного звена последнее звено пакета поднимают, передвигают по стреле крана и перетягивают следующий пакет на первую половину платформы крана. После укладки последнего звена пакета при перемещении крана вперед следующий пакет окончательно устанавливают на его платформе. Ближнее перетягивание пакетов выполняет машинист-водитель крана и два монтера пути, которые растягивают трос, сматывая его с барабана тяговой лебедки крана. Дальние пакеты звеньев перетягивают только после того, как на укладочный кран будет перетянут последний пакет с платформ, расположенных у крана.

Освободившиеся платформы отводят моторной платформой к составу со звеньями и на них перетягивают моторной платформой или локомотивом пакеты с груженых платформ. Работу выполняют машинист моторной платформы и два монтера пути, которые были заняты на ближней перетяжке пакетов. Затем груженые сцепы подают к укладочному крану. Вслед за проходом укладочного поезда четыре монтера пути снимают автостыкователи, смазывают и монтируют стыковые накладки и болты, устанавливают стыковые шпалы по меткам.

Укладку звеньев рельсошпальной решетки длиной 25 м с рельсами типа Р65 включительно, как с деревянными, так и с железобетонными шпалами, осуществляют путеукладчик типа ПБ-ЗМ с темпом до 1,5 км в смену.

Путеукладчик ПБ-ЗМ состоит из трактора на комбинированном ходу и полуавесного оборудования - трубчатого портала с фермой на гусеничном ходу. Стойки портала телескопические, что дает возможность при движении выравнивать портал, когда гусеничные тележки находятся в разных уровнях. Высоту путеукладчика также можно менять.

Звенья подают к месту укладки в пакетах на четырехосных платформах. На базе путеукладчика имеется роликовый гидравлический механизм для рихтовки звеньев пути в кривых. Общая численность бригады составляет 14 человек. Укладку звеньев осуществляют группа из 7 человек .

Путеукладчиком выполняется следующая технологическая последовательность работ: платформы со звеньями подают локомотивом в портал путеукладчика, опускают захваты на верхнее звено пакета. Строповка осуществляется автоматически при подъеме звена, затем

портальный укладочный кран с поднятым звеном перемещают трактором по ходу укладки вперед на длину звена. После остановки крана звено опускают на земляное полотно, звенья стыкуют временными стыкователями. Вслед за проходом укладочного поезда с интервалом в 50 м производят выправку и рихтовку пути, снимают временные стыкователи, регулируют зазоры, устанавливают накладки и стыковые шпалы на место.

Ход работы:

1. Составляем калькуляцию трудовых и денежных затрат на сборку рельсошпальной решетки

Определяем комплекс выполняемых работ и их последовательность

Выбираем нормативные показатели из ТНВ (ЕНиР)

Трудоемкость работ определяется по формуле

$$T_{\text{чел-час(маш-час)}} = H_{\text{вр(чел.час(маш.час))}} \cdot V_{\text{раб}}$$

где  $H_{\text{вр(чел.час(маш.час))}}$  – норма времени (из ТНВ)

$V_{\text{раб}}$  – объем работ

Время выполнения работы определяется по формуле

$$t = \frac{T}{8 \cdot N}$$

где Т- трудоемкость работы, чел.час

8 – количество часов в смене;

N- количество человек в бригаде

Расценка работ определяется по формуле

$$\text{Расц} = \text{Тариф. час. ст} \cdot H_{\text{вр}}$$

где Тариф.час.ст – тарифная часовая ставка в соответствии с разрядом рабочего;

$H_{\text{вр}}$ - норма времени чел.час.

Суммарную заработную плату определяем по формуле

$$\text{Сумм. зар/пл.} = \text{Расц} \cdot V_{\text{раб}}$$

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Показатель на единицу			Показатель на объем			Состав бригады
			Норма времени, маш.час	Норма времени, чел.час	Расценка, руб	Трудоемкость, маш.час	Трудоемкость, чел.час	Суммарная зарплата	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Определяем потребность в машинах и механизмах

Данные по машинам и механизмам необходимых для выполнения работы заносим в таблицу

Наименование машин, механизмов	количество	примечание
1	2	3

## Практическая работа № 7

### Составление технологической карты на балластировку железнодорожного пути

**Цель:**

- 1 Закрепление теоретических знаний по теме: Сооружение верхнего строения пути
- 2 Формирование практических навыков определения потребности строительства в материалах, рабочей силе и трудоемкости работ
- 3 Формирование компетенций: ПК 2.2, ПК 2.3, ПК 2.5, ОК 1,2,4,5,6

Студент должен знать: – организацию и технологию работ по строительству железнодорожного пути

Студент должен уметь: определять объемы работ, потребность строительства в рабочей силе, машинах и механизмах; использовать машины и механизмы по назначению, соблюдая правила техники безопасности

**Задание:**

1. Определить потребность в балластных материалах
2. Составить калькуляцию трудовых и денежных затрат на комплекс балластировочных работ (определение последовательности операций, объемов работ, времени на их выполнение, состава рабочей бригады)
3. Определить потребность в машинах и механизмах
4. Построить график выполнения работ

**Исходные данные:**

Вариант	1	2	3	4	5	6	7
Тип рельсов	P65	P65	P65	P65	P65	P65	P65
Длина рельсов, м	25	25	25	25	25	25	25
Шпалы	железобетонные						
Скрепления	КБ	ЖБР	АРС	ЖБР-Ш	ЖБР-ПШ	АРС	ЖБР
Сборка звеньев производится	Пути шаблоне	ЦТЛ	ПЗЛ-100	Пути шаблоне	Пути шаблоне	На пути шаблоне	ТЛС
Протяженность строящегося участка Перегон/станция, км	15/2,5	15/3,5	15/4,0	10/3	11/3	12/4	12/3
Укладочный кран	УК 25/9-18	УК 25/9-18	УК 25/9-18	УК 25/9-18	ПБ-3М	ПБ-3М	ПБ-3М
Балластный материал	Щебень на песчаной подушке						
План линии	Прямых участков и пологих кривых -70%, кривых радиусом менее 1200м – 30%						

1. Определяем потребность в балластных материалах

Принимаем на 1 км пути необходимо 1200м<sup>3</sup> щебня и 800м<sup>3</sup> песка

2. Составляем калькуляцию трудовых затрат на балластировку пути

Определяем комплекс выполняемых работ и их последовательность

Выбираем нормативные показатели из ТНВ (ЕНиР)

Трудоемкость работ определяется по формуле

$$T_{\text{чел-час(маш-час)}} = H_{\text{вр(чел.час(маш.час))}} \cdot V_{\text{раб}}$$

где  $H_{\text{вр(чел.час(маш.час))}}$  – норма времени (из ТНВ)

$V_{\text{раб}}$  – объем работ

Время выполнения работы определяется по формуле

$$t = \frac{T}{8 \cdot N}$$

где Т- трудоемкость работы, чел.час

8 – количество часов в смене;

N- количество человек в бригаде

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Показатель на единицу		Показатель на объем		Состав бригады	Время выполнения операции
			Норма времени, маш.час	Норма времени, чел.час	Трудоемкость, маш.час	Трудоемкость, чел.час		
1	2		4	5	6	7	8	9

3. Определяем потребность в машинах и механизмах

Данные по машинам и механизмам необходимых для выполнения работы заносим в таблицу

Наименование машин, механизмов	количество	примечание
1	2	3

Контрольные вопросы:

1. Назовите комплекс работ, выполняемый при балластировке пути?
2. Как определить количество хоппер-дозаторов?
3. Как определить трудоемкость работ?
4. Как определить продолжительность работ?

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Шкала оценивания	Критерии оценки
5 (отлично)	Все задания выполнены правильно, возможна одна неточность или описка, не являющаяся следствием незнания или непонимания учебного материала. Работа выполнена самостоятельно. Работа сдана с соблюдением всех сроков. Соблюдены все правила оформления отчета.
4 (хорошо)	Все задания выполнены правильно, но недостаточны обоснования, рассуждения, допущены одна ошибка или два – три недочета. Обучающийся единожды обращается за помощью преподавателя. Работа сдана в срок (либо с опозданием на дватри занятия). Есть некоторые недочеты в оформлении отчета.
3 (удовлетв.)	В заданиях допущены более одной ошибки или более трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме. Обучающийся многократно обращается за помощью преподавателя. Работа сдана с опозданием более трех занятий. В оформлении отчета есть отклонения и не во всем соответствует предъявляемым требованиям.
2 (неудовл.)	Выполнено меньше половины предложенных заданий, допущены существенные ошибки, показавшие, что обучающийся не владеет обязательными умениями по данной теме в полном объеме. Обучающийся выполняет работу с помощью преподавателя. Работа сдана с нарушением всех сроков. Много нарушений правил оформления

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная учебная литература:

1. Зеленская, Л.И. Сооружение земляного полотна: иллюстрированное учебное пособие / Л. И. Зеленская. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2023. — 120 с. — 978-5-907479-91-3.  
— Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczdt.ru/books/1210/280363/> (дата обращения 09.06.2023).

Дополнительная учебная литература:

1. Абрамов, Р.Г. Реконструкция железнодорожного пути : учебное пособие / Р. Г. Абрамов, Н. В. Добрынина. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2019. — 117 с. — 978-5-907055-20-9.  
— Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczdt.ru/books/1193/230297/> (дата обращения 07.06.2023).

Отечественные журналы:

- 1.«Путь и путевое хозяйство».
2. «Железнодорожный транспорт»

Электронные ресурсы:

1. «Транспорт России» (еженедельная газета) <http://www.transportrussia.ru>
2. «Железнодорожный транспорт» (журнал) <http://www.zdt-magazine.ru/redact/redak.htm>
3. «Гудок»(газета). [http://www.onlinegazeta.info/gazeta\\_goodok.htm](http://www.onlinegazeta.info/gazeta_goodok.htm)
4. Сайт Министерства транспорта РФ: [www.mintrans.ru/](http://www.mintrans.ru/)
5. Сайт ОАО «РЖД»: [www.rzd.ru/](http://www.rzd.ru/)

**Объемы работ по постройке прямоугольных железобетонных  
водопропускных трубы, на 1 пог. м тела трубы**

Отверстие, м	Высота насыпи, м	Рытье котлована, м <sup>3</sup>	Щебеночная подготовка, м <sup>3</sup>	Монтаж, м <sup>3</sup>		Гидроизоляция, м <sup>2</sup>	Засыпка трубы, м <sup>3</sup>	Наибольшая масса элемента, т	
				фунда- мента	звеньев				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,0	до 3,0	2,5	0,1	1,1	0,7	2,3	2,6	1,3	1,4
	3,1—7,0	2,6	0,1	1,1	0,7	2,4	2,6	1,3	1,6
	7,1—19,0	2,7	0,1	1,1	0,8	2,5	2,6	1,4	1,6
2□1,0	до 3,0	3,7	0,2	1,9	1,3	2,3	3,8	1,9	1,4
	3,1—7,0	3,8	0,2	1,9	1,4	2,4	3,8	1,9	1,6
	7,1—19,0	4,0	0,2	1,9	1,5	2,5	3,8	2,0	1,6
1,25	до 3,0	2,9	0,2	1,7	0,8	2,4	2,9	1,4	1,8
	3,1—7,0	3,1	0,2	1,8	0,9	2,5	2,9	1,5	2,0
	7,1—19,0	3,2	0,2	1,9	1,0	2,6	2,9	1,6	2,2
2□1,25	до 3,0	4,5	0,4	2,0	1,6	2,4	4,4	2,1	2,1
	3,1—7,0	4,7	0,4	2,0	1,8	2,5	4,4	2,2	2,2
	7,1—19,0	4,9	0,4	2,0	2,0	2,6	4,4	2,4	2,4
1,5	до 3,5	3,3	0,2	1,6	1,1	3,2	3,2	1,4	1,4
	3,6—9,0	3,5	0,2	1,6	1,3	3,4	3,2	1,5	1,5
	9,1—19,0	3,8	0,2	1,6	1,6	3,6	3,3	1,6	1,6
2□1,5	до 3,5	5,3	0,4	3,1	2,2	3,2	4,9	2,2	2,2
	3,6—9,0	5,6	0,4	3,1	2,6	3,4	4,9	2,3	3,3
	9,1—19,0	5,9	0,4	3,1	3,2	3,5	5,1	2,4	3,4
2,0	до 3,5	4,1	0,3	2,0	1,4	3,3	3,8	1,6	3,5
	3,6—9,0	4,4	0,3	2,0	1,7	3,5	3,8	1,7	4,0
	9,1—19,0	4,9	0,3	2,0	2,3	3,8	4,0	1,8	5,6
2□2,0	до 3,5	6,4	0,6	3,9	2,8	3,3	6,1	2,3	3,5
	3,6—9,0	6,8	0,6	3,9	3,4	3,5	6,1	2,4	4,2
	9,1—19,0	7,5	0,6	3,9	4,5	3,8	6,3	2,5	5,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,5	до 3,5	4,7	0,3	2,2	1,8	3,4	4,4	1,6	4,4
	3,6—9,0	4,9	0,3	2,2	2,3	3,6	4,5	1,7	5,8
	9,1—19,0	5,5	0,3	2,2	3,1	4,1	4,6	2,1	7,8
3,0	до 9,0	5,8	0,4	2,8	3,2	4,3	5,4	1,9	6,2
	9,1—19,0	6,4	0,4	2,3	4,0	4,6	5,6	2,2	8,0
2□3,0	до 9,0	9,6	0,8	5,6	6,4	4,0	8,8	2,8	6,2
	9,1—19,0	10,5	0,8	5,7	8,0	4,6	9,1	3,0	8,0
4,0	до 9,0	7,1	0,5	3,6	4,0	4,0	6,4	2,0	9,1
	9,1—19,0	8,2	0,5	3,7	5,4	4,6	7,2	2,4	10,0
2□4,0	до 9,0	12,0	1,0	7,2	10,0	4,3	10,8	3,7	9,1
	9,1—19,0	13,9	1,0	7,5	10,9	4,6	11,8	3,8	10,0

**Объемы работ по постройке прямоугольных железобетонных водопропускных труб, на два оголовка**

Отвер- стие, м	Высота насыпи, м	Рытье котлова- на, м <sup>3</sup>	Подготовка, м <sup>3</sup>		Монтаж фунда- мента, м <sup>3</sup>	Монтаж надфун- даментной части, м <sup>3</sup>	Бетони- рование лотка, пазух и др., м <sup>3</sup>	Гидроизоля- ция, м <sup>2</sup>		За- сыпка тру- бы, м <sup>3</sup>	Наи- большая масса элемен- та, т
			гравийно- песчаная	шебе- ночная				обма- зооч- ная	оклееч- ная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1,0	до 3,0	120	3,2	7,9	14,0	14,2	2,1	67	12,9	92	4,3
	3,1—7,0	120	3,2	7,9	14,0	14,2	2,1	67	12,9	92	4,3
	7,1—19,0	120	3,2	7,9	14,0	14,2	2,1	67	12,9	92	4,3
2×1,0	до 3,0	149	6,4	15,8	26,0	18,3	4,2	67	19,1	115	4,3
	3,1—7,0	149	6,4	15,8	26,0	18,4	4,2	67	19,1	115	4,3
	7,1—19,0	149	6,4	15,8	26,0	18,6	4,2	67	19,1	115	4,3
1,25	до 3,0	129	3,6	8,6	16,8	16,1	2,4	68	14,5	99	4,5
	3,1—7,0	129	3,6	8,6	16,8	16,2	2,4	68	14,5	99	4,5
	7,1—19,0	129	3,6	8,6	16,8	16,4	2,4	68	14,5	99	4,5
2×1,25	до 3,0	165	7,2	17,2	32,0	20,2	4,8	68	22,3	130	4,5
	3,1—7,0	165	7,2	17,2	32,0	20,4	4,8	68	22,3	130	4,5
	7,1—19,0	165	7,2	17,2	32,0	20,6	4,8	68	22,3	130	4,5
1,5	до 3,5	155	5,9	9,0	21,0	21,0	3,9	92	16,3	113	4,7
	3,6—9,0	155	5,9	9,0	21,3	21,2	4,0	92	16,3	113	4,7
	9,1—19,0	157	5,9	9,0	21,4	21,5	4,1	92	16,3	113	4,7
2×1,5	до 3,5	177	11,8	18,0	37,1	27,6	7,8	92	25,4	129	4,7
	3,6—9,0	180	11,8	18,0	37,4	27,9	8,0	92	25,4	129	4,7
	9,1—19,0	183	11,8	18,0	38,5	28,5	8,2	92	25,8	129	4,7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2,0	до 3,5	172	6,8	9,0	25,6	22,8	4,6	92	19,3	123	5,1
	3,6—9,0	174	6,8	9,1	25,8	23,0	4,9	92	19,3	125	5,1
	9,1—19,0	177	6,8	9,6	26,0	23,0	5,0	92	19,3	128	5,1
2□2,0	до 3,5	192	13,6	18,0	46,9	31,0	9,2	92	30,6	140	5,1
	3,6—9,0	198	13,6	18,2	47,4	31,6	9,6	92	30,6	242	5,1
	9,1—19,0	202	13,6	19,2	49,2	32,7	10,0	92	31,0	242	5,1
2,5	до 3,5	179	6,1	8,3	29,4	24,7	11,7	92	21,7	134	5,5
	3,6—9,0	182	7,8	9,8	29,6	25,2	5,4	92	21,9	137	5,5
	9,1—19,0	187	7,8	10,6	29,9	26,0	5,7	92	22,1	141	5,5
2□2,5	до 3,5	215	12,2	16,6	59,1	35,0	33,4	92	35,6	157	5,5
	3,6—9,0	218	15,6	19,6	60,8	36,1	10,8	92	36,2	160	5,5
	9,1—19,0	225	15,6	21,2	62,8	37,7	11,4	92	36,6	164	5,5
3,0	до 9,0	188	10,6	9,6	32,6	29,0	8,2	102	21,2	130	6,2
	9,1—19,0	216	10,6	13,4	33,2	30,6	8,2	102	22,0	156	6,2
2□3,0	до 9,0	240	21,2	19,2	63,2	41,4	16,4	102	35,2	173	6,2
	9,1—19,0	250	21,2	26,8	64,6	44,0	16,4	102	35,6	199	6,2
4,0	до 19,0	216	13,0	12,2	40,6	32,4	9,0	102	24,8	158	6,9
2□4,0	до 19,0	274	26,0	24,4	81,2	48,4	19,0	102	42,4	197	6,9

**Объемы работ по постройке круглых железобетонных водопропускных труб, на 1 пог. м тела трубы**

Отверстие, м	Высота насыпи, м	Рытье котлована, м <sup>3</sup>	Щебеночная подготовка, м <sup>3</sup>	Монтаж, м <sup>3</sup>			Бетонирование пазух многоочковых труб, м <sup>3</sup>	Гидроизоляция, м <sup>2</sup>		Засыпка трубы, м <sup>3</sup>
				фундамента	лекальных блоков	звеньев		обмазочная	оклеечная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,0	до 3,0	2,7	0,2	0,7	0,38	0,35	—	2,8	1,0	1,4
	3,1—6,0	2,8	0,2	0,7	0,38	0,42	—	2,9	1,0	1,5
2×1,0	до 3,0	4,3	0,3	1,5	0,76	0,70	0,6	—	5,2	1,4
	3,1—6,0	4,4	0,3	1,5	0,76	0,84	0,6	—	5,3	1,5
3×1,0	до 3,0	5,6	0,5	2,1	1,14	1,05	1,3	—	6,7	1,4
	3,1—6,0	5,7	0,5	2,14	1,14	1,25	1,2	—	6,8	1,5
1,25	до 3,0	3,0	0,2	0,8	0,48	0,52	—	3,5	1,2	1,5
	3,1—7,0	3,2	0,2	0,8	0,48	0,61	—	3,5	1,2	1,5
	7,1—19,0	3,4	0,2	0,8	0,50	0,81	—	3,6	1,3	1,6
2×1,25	до 3,0	4,8	0,4	1,6	0,96	1,04	0,9	—	6,4	1,5
	3,1—7,0	4,9	0,4	1,6	0,96	1,22	0,9	—	5,5	1,5
	7,1—19,0	5,1	0,4	1,6	1,00	1,62	0,8	—	6,7	1,6
3×1,25	до 3,0	6,7	0,6	2,6	1,44	1,56	1,9	—	8,2	1,5
	3,1—7,0	6,9	0,6	2,6	1,44	1,83	1,9	—	8,3	1,5
	7,1—19,0	7,2	0,6	2,6	1,50	2,43	1,7	—	8,5	1,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,5	до 3,0	3,5	0,2	1,0	0,57	0,72	—	4,0	1,4	1,6
	3,1—8,0	3,6	0,2	1,0	0,57	0,84	—	4,1	1,4	1,5
	8,1—19,0	3,9	0,2	1,0	0,51	1,19	—	4,3	1,5	1,8
2×1,5	до 3,0	5,6	0,4	2,0	1,14	1,44	1,3	—	7,5	1,6
	3,1—8,0	5,7	0,4	2,0	1,14	1,68	1,3	—	7,6	1,6
	8,1—19,0	6,1	0,4	2,0	1,24	2,38	1,1	—	7,9	1,8
3×1,5	до 3,0	7,6	0,7	2,9	1,71	2,16	2,7	—	9,6	1,5
	3,1—8,0	7,8	0,7	2,9	1,71	2,52	2,6	—	9,7	1,5
	8,1—19,0	8,3	0,7	2,9	1,85	3,57	2,3	—	10,0	1,8
2,0	до 3,0	4,0	0,3	1,1	0,74	1,09	—	5,1	1,7	1,6
	3,1—8,0	4,2	0,3	1,1	0,79	1,38	—	5,2	1,8	1,7
	8,1—19,0	4,4	0,3	1,1	0,81	1,69	—	5,4	1,8	1,8
2×2,0	до 3,0	6,7	0,5	2,4	1,48	2,18	2,2	—	9,6	1,6
	3,1—8,0	7,0	0,3	2,4	1,58	2,76	2,1	—	9,8	1,7
	8,1—19,0	7,3	0,3	2,4	1,62	3,38	2,0	—	10,0	1,8
3×2,0	до 3,0	9,5	0,8	3,7	2,22	3,27	4,6	—	12,3	1,6
	3,1—8,0	9,9	0,8	3,7	2,37	4,14	4,3	—	12,5	1,7
	8,1—19,0	10,3	0,8	3,7	2,43	5,07	4,1	—	12,7	1,8

**Объемы работ по постройке круглых железобетонных водопропускных труб, на два оголовка**

Отвер- стие, м	Рытье котло- вана, м <sup>3</sup>	Подготовка, м <sup>3</sup>		Монтаж фундамен- та, м <sup>3</sup>	Монтаж над- фундамент- ной части, м <sup>3</sup>	Бетониро- вание пазух многоочко- вых труб, м <sup>3</sup>	Гидроизоляция, м <sup>2</sup>		Бетони- рование лотков, м <sup>3</sup>	Засыпка трубы, м <sup>3</sup>
		гравий- но- песча- ная	щебеноч- ная				обма- зочная	оклееч- ная		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,0	62	2,0	2,6	4,8	10,6	—	50	3,0	1,4	46
2×1,0	75	4,2	3,4	12,2	15,6	1,8	38	16,0	2,4	52
3×1,0	90	6,4	4,2	14,8	20,6	3,6	48	16,2	3,4	58
1,25	76	3,4	6,4	7,0	14,2	—	64	3,8	2,2	52
2×1,25	86	5,8	8,8	15,8	20,8	2,2	56	16,8	3,8	58
3×1,25	108	8,2	11,2	24,6	27,4	4,4	76	22,0	5,4	64
1,5	82	4,8	5,2	9,2	18,2	—	76	6,0	3,2	54
2×1,5	106	8,4	6,8	20,0	26,4	2,8	68	22,0	5,5	62
3×1,5	126	12,0	8,4	31,6	34,8	5,6	76	25,4	7,8	70
2,0	82	8,4	7,6	14,6	26,2	—	100	6,0	5,6	54
2×2,0	124	14,4	10,4	30,2	37,8	4,8	92	25,4	9,6	62
3×2,0	152	20,4	13,2	46,4	49,6	9,6	104	32,8	13,6	70

**Объемы работ по постройке металлических водопропускных труб, на 1 п.м тела трубы**

Отвер- стие, м	Высота насыпи, м	Толщина листа, мм	Металл звеньев			Покрытие асфальто- бетоном, л	Обмазочная гидроизо- ляция, м <sup>2</sup>	Гравий- но- песчаная подго- товка, м <sup>3</sup>	Рытье котлова- на, м <sup>3</sup>	Засыпка трубы, м <sup>3</sup>
			основной, кг	скрепле- ний, кг	всего, кг					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1,5	до 5,2	2,0	100,0	9,7	109,7	2,0	5,6	2,1	1,2	36,0
	более 5,3	2,5	124,8	9,7	134,5	2,0	5,6	2,1	1,2	36,0
2×1,5	до 5,2	1,0	200,0	19,4	219,4	4,0	11,2	3,7	2,2	42,0
	более 5,3	2,5	249,0	19,4	269,0	4,0	11,2	3,7	2,2	42,0
3×1,5	до 5,2	2,0	300,0	29,0	329,0	6,0	16,8	5,4	3,2	49,0
	более 5,3	2,5	374,4	29,0	403,4	6,0	16,8	5,4	3,2	49,0
2,3	до 3,5	2,0	150,0	14,5	164,5	3,0	8,4	3,5	1,7	48,0
	более 3,6	2,5	187,3	14,5	201,8	3,0	8,4	3,5	1,7	48,0
2×2,3	до 3,5	2,0	300,0	29,0	329,0	6,0	16,8	6,0	3,0	57,0
3×2,3	до 3,5	2,0	450,0	29,0	479,0	9,0	25,2	8,6	4,4	66,0
	более 3,6	2,5	561,8	43,6	605,4	9,0	25,2	8,6	4,4	66,0
3,0	—	2,5	250,0	19,4	269,4	4,0	11,2	5,9	3,2	61,0
2×3,0	—	2,5	500,0	38,7	538,7	8,0	22,2	10,0	5,6	72,0
3×3,0	—	2,5	750,0	58,1	808,1	12,0	33,3	14,2	8,0	83,0

**Объемы работ по постройке металлических водопропускных труб, на оголовок**

Отверстие трубы, м	Толщина листа, мм	Высота насыпи, м	Металл звеньев, кг	Металл скреплений, кг	Обмазочная изоляция, м <sup>2</sup>	Бетонирование лотка, м <sup>3</sup>	Гравийно-песчаная подготовка, м <sup>3</sup>	Рытье котлована, м <sup>3</sup>
1,5	2,0	до 5,2	91,0	10,9	16,9	1,8	4,3	17,0
	2,5	более 5,3	113,6	10,9	16,9	1,8	4,3	17,0
2×1,5	2,0	до 5,2	182,0	21,8	31,7	3,6	6,6	26,0
	2,5	более 5,3	227,2	21,8	31,7	3,6	6,6	26,0
3×1,5	2,0	до 5,2	273,0	32,8	46,0	5,4	8,9	35,0
	2,5	5,3—6,0	340,8	32,8	46,0	5,4	8,9	35,0
2,3	2,0	до 3,5	136,5	16,4	25,5	2,7	5,3	22,0
	2,5	более 3,6	170,4	16,4	25,5	2,7	5,3	22,0
2×2,3	2,0	до 3,5	273,0	32,8	46,3	5,4	8,3	34,0
	2,5	более 3,6	340,8	32,8	46,3	5,4	8,3	34,0
3×2,3	2,0	до 3,5	409,5	49,2	60,8	8,1	11,3	46,0
3,0	2,5	—	401,2	31,0	37,6	14,5	17,0	33,7
2×3,0	2,5	—	802,4	62,0	68,7	29,2	22,8	53,2
3×3,0	2,5	—	1203,6	93,0	99,6	43,8	40,6	72,5