

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.В. Серватинский
«__» _____ 2021

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
08.03.01 «Строительство»
08.03.01.15 « Автомобильные дороги»

Оптимизация технико-экономических показателей капитального ремонта земляного
полотна автомобильной дороги а-333 «Виллой» на участке км 182+000 - км 187+000

Руководитель _____ доцент, к.э.н. В.В. Гавриш

Выпускник _____ В.И. Тугаринов

Красноярск 2021

Введение.....	6
1 Описание существующей дороги и принятых проектных решений по проекту организации строительства	8
1.1 Анализ природно-климатических условий	8
1.2 Техническая характеристика автомобильной дороги	11
1.3 Строительные решения, принятые проекту организации строительства.....	12
2 Разработка технологической карты на возведение земляного полотна с разработкой грунта в выемке и карьере экскаваторами и транспортировкой автомобилями-самосвалами	14
2.1 Технологическая карта №1	14
2.1.1 Область применения	21
2.1.2 Технология и организация выполнения работ.....	22
2.1.3 Контроль качества	26
2.1.4 Потребность в материально-технических ресурсах.....	29
2.1.5 Техника безопасности	29
2.1.6 Техничко-экономические показатели.....	31
2.2 Технологическая карта №2	33
2.2.1 Область применения	36
2.2.2 Технология и организация выполнения работ.....	37
2.2.3 Контроль качества	41
2.2.4 Потребность в материально-технических ресурсах.....	44
2.2.5 Техника безопасности	44
2.2.6 Техничко-экономические показатели.....	46
2.3 Технологическая карта №3	48
2.3.1 Первый раздел	48
2.3.1.1 Область применения	52
2.3.1.2 Технология и организация выполнения работ.....	52
2.3.1.3 Контроль качества	55
2.3.1.4 Потребность в материально-технических ресурсах	58
2.3.1.5 Техника безопасности	58
2.3.1.6 Техничко-экономические показатели.....	60
2.3.2 Второй раздел.....	62
2.3.2.1 Область применения	64
2.3.2.2 Технология и организация выполнения работ.....	65
2.3.2.3 Контроль качества	69
2.3.2.4 Потребность в материально-технических ресурсах	72
2.3.2.5 Техника безопасности	72
2.3.2.6 Техничко-экономические показатели.....	74
3 Сравнение технико-экономических показателей.....	76
4 Выводы и предложения	78
Заключение	80
Список использованных источников	81

Цель данной работы - оптимизация технико-экономических показателей капитального ремонта земляного полотна автомобильной дороги А-333 «Виллой» на участке км 182+000 - км 187+000.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- проанализировать природно-климатические условия района капитального ремонта;
- кратко описать существующую автомобильную дорогу;
- изучить проект организации строительства;
- составить технологическую карту, основанную на проекте организации строительства;
- составить две технологические карты с использованием новой техники;
- рассчитать технико-экономические показатели, как сроки строительства, трудозатраты и стоимость строительных работ по составленным технологическим картам;
- сравнить предложенные технико-экономические показатели и предоставить выводы по проделанной работе.

Методы решения задач: исследование проектной и сметной документации.

Средства решения задач: Microsoft Word, AutoCAD, интернет.

В современном строительстве важнейшими задачами являются сокращение трудовых затрат, сроков работ, внедрение новых энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий, а как следствие и стоимости строительных работ. Говоря об улучшении технико-экономических показателей, невольно приходишь к слову оптимизация работ. Оптимизация - это важный процесс при составлении проектной документации, а также при производстве строительных работ.

Оптимизация процессов капитального ремонта земляного полотна, связанная с материальными и нематериальными потоками на строительной площадке, в настоящее время является актуальной. Применение инновационных технологий, новых высокопроизводительных машин, механизмов, оборудования, а также качественных материалов, обеспечивает оптимизацию строительного производства и повышает эффективность достижения конечных результатов за счет экономии сметной стоимости и получения прибыли.

Основной документ для строительства (реконструкции, капитального ремонта) участка автомобильной дороги - это проект организации строительства (ПОС). Решения, утвержденные в ПОС можно изменять только в том случае, если это ведет к:

- сокращению сроков выполнения отдельных ремонтных работ;
- снижению стоимости работ;
- повышению производительности труда;
- улучшению качества земляного полотна.

Под оптимизацией строительного процесса понимается изменение параметров, которые обеспечивают наилучшие показатели. Такими показателями выступают:

- минимальная продолжительность строительства;
- минимальная продолжительность выполнения отдельных видов или комплексов работ;
- минимальная стоимость строительства;
- максимальная производительность труда;
- уровень комплексной механизации (степень использования дорожно-строительных машин с их увязкой по производительности);
- уровень автоматизации;
- уровень механовооруженности рабочих;
- уровень механовооруженности строительства;
- уровень энерговооруженности труда рабочих;
- уровень энерговооруженности строительства.

По мере улучшения технологий ремонта автомобильных дорог, обеспечивающих более высокие эксплуатационные свойства, появилась реальная возможность увеличить межремонтные сроки.

Документ оформлен в соответствии с СТО 4.2-07-2014 [1].

1 Описание существующей дороги и принятых проектных решений по проекту организации строительства

1.1 Анализ природно-климатических условий

Административный район проведения ремонтных работ расположен в пределах Иркутской области, Братского района. Согласно СП 34.13330.2012 [2, прил. Б] участок дороги проходит в районе, который относится к I дорожно-климатической зоне.

Климатическая характеристика района капитального ремонта участка дороги производится согласно СП 131.13330.2012 [3] и данным метеорологических станций, расположенных в городах Братск и Вихоревка.

Климат района резко-континентальный с суровой продолжительной зимой и теплым летом, которому характерны обильные осадки. Эти черты климата тесно связаны с особенностями физико-географического положения территории и атмосферной циркуляцией над ней [4].

Необходимые климатические параметры района приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Ведомость климатических показателей

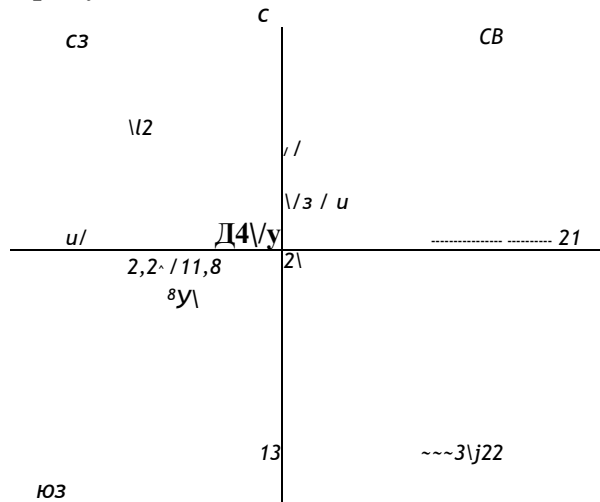
Показатель		Ед. изм.	Величина
1 Абсолютная температура воздуха	Минимальная	°С	-44
	Максимальная	°С	33
2 Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки вероятностью превышения	0,98	°С	-46
	0,92	°С	-43
3 Преобладающее направление ветра за	декабрь - февраль		ЮВ
	июнь - август		СЗ
4 Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь		м/с	3,4
5 Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль		м/с	0
6 Среднемесячная относительная влажность воздуха наиболее	холодного месяца	%	64
	теплого месяца	%	72
7 Количество осадков за	ноябрь - март	мм	95
	апрель - октябрь	мм	311

Для построения графиков розы ветров заполняются таблицы 1.2 и 1.3, в которых указываются значения средних скоростей и повторяемости ветра по румбам.

Таблица 1.2 - Повторяемость и средняя скорость ветра по румбам (январь)

Месяц	Январь							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Направление ветра								
Повторяемость, %	7	3	21	22	13	8	14	12
Средняя скорость, м/с	1,4	1,3	1,8	2	1,8	2,2	3,4	2,7

Проводим построение графика розы ветров наиболее холодного месяца, который представлен на рисунке 1.1.



Синяя линия - повторяемость, %
Красная линия - скорость, м/с

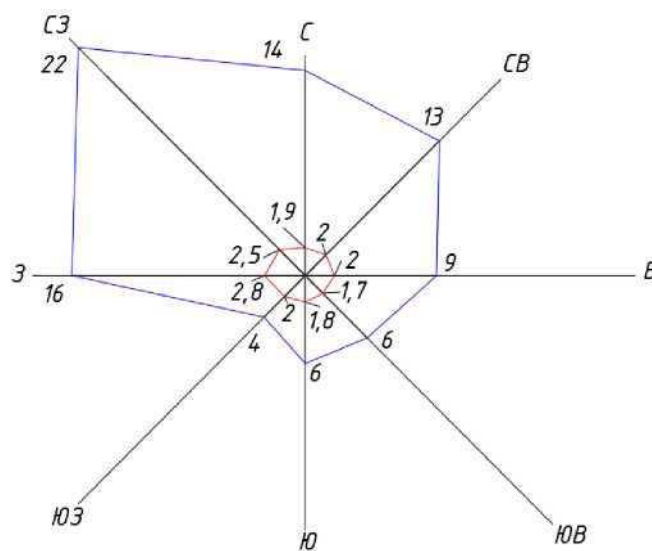
Таблица 1.2 - Повто

Месяц	Июль							
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Направление ветра	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Повторяемость, %	14	13	9	6	6	4	16	22
Средняя скорость, м/с	1,9	2	2	1,7	1,8	2	2,8	2,5

Рисунок 1.1 - Роза ветров (январь)

ряемость и средняя скорость ветра по румбам (Июль)

Проводим построение графика розы ветров наиболее теплого месяца, который



Синяя линия – повторяемость, %

Красная линия - скорость, м/с Рисунок 1.2 - Роза

ветров (июль)

представлен на рисунке 1.2.

Рельеф района, по которому проходит участок автомобильной дороги, относится к равнинному. Участок капитального ремонта дороги разместился на юге Средне-Сибирского плоскогорья. Большую часть площади района занимает Ангарский кряж. Он состоит из пологих складок и слабонаклонных плато [4].

Участок автомобильной дороги проходит по водоразделу между р. До-лоновка и р. Вихарева.

Растительность района представлена подтаёжными и южно-таёжными природными комплексами Средней Сибири. Холмисто-грядовые и пологоволнистые равнины и плато (400 - 600 м) занимают, в частности, сосновые и пихтовые природные комплексы. Значительные площади покрыты мелколиственными лесами (берёза, осина), сформировавшимися в результате рубок и многократных пожаров. На наиболее высоких (выше 600 м) формах рельефа преобладают ландшафты горной темнохвойной тайги, состоящей из пихты и кедра, на склонах - с примесью сосны и лиственницы [4].

Братский район расположен на территории Среднего Приангарья. Водные объекты представлены Братским водохранилищем (площадь водного пространства в пределах района - 3,6 тыс. км², объём воды - 132 км³), верхним участком Усть-Илимского водохранилища (220 км² и 3 км³) и многочисленными (4,4 тыс.) реками, из которых крупнейшими являются Вихорева (длина 136 км и площадь бассейна 5340 км²) и Тангуй (114 км и 1600 км²) [4].

Большая часть речной сети относится к бассейну р. Ангары и её притокам Оке и Ие, которые сформировали Братское водохранилище с его многочисленными заливами [5].

Что касается подземных вод, то на участке строящейся автомобильной дороги они протекают на глубине 8 метров.

Выводы:

- административный район производства работ расположен в пределах Иркутской области, Братский район;
- район проведения строительных работ относится к I дорожно-климатической зоне;
- климат района резко-континентальный;
- преобладающее направление ветра в наиболее холодном месяце - В и ЮВ;
- преобладающее направление ветра в наиболее теплом месяце - СЗ;
- рельеф района строительства - равнинный;
- растительность района строительства, в основном, представлена южно-таёжными и подтаёжными природными комплексами;
- глубина протекания подземных вод - 8 метров [5].

В результате проведенного анализа природно-климатических условий необходимо построить дорожно-климатический график, который представлен на рисунке 1.3.

во

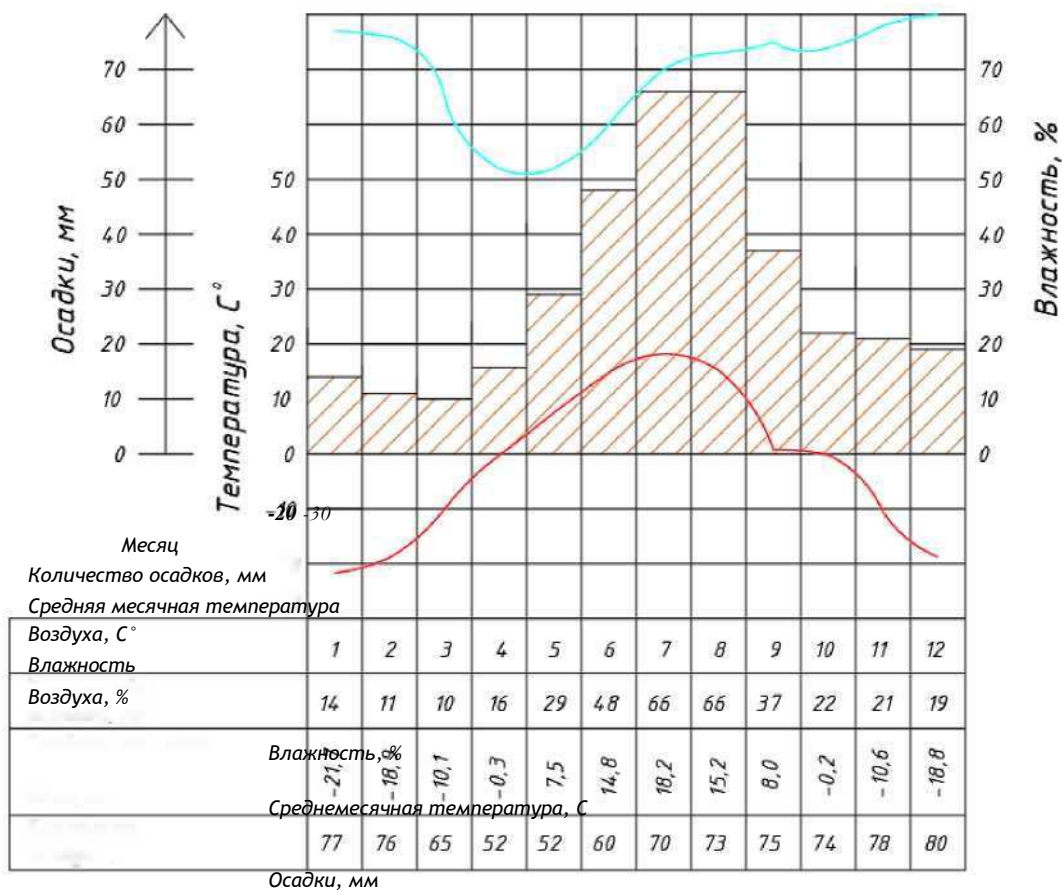


Рисунок 1.3 - Дорожно-климатический график

Участок дороги, входит в границы земельных участков, принадлежащих существующей автомобильной дороге. Для осуществления ремонта не предусмотрен отвод земель во временное пользование.

1.2 Техническая характеристика автомобильной дороги

Основные технические показатели автомобильной дороги III категории, которые должны быть достигнуты в результате проведения капитального ремонта, указаны в таблице 1.3 [6].

Таблица 1.3 - Основные технические показатели автомобильной дороги

Наименование	Параметр
Техническая категория	III
Расчетная скорость основная, км/ч	100

Наименование	Параметр
Расчетная скорость в стесненных условиях, км/ч	80
Максимальный продольный уклон, ‰	50 (60)
Число полос движения	2
Ширина земляного полотна, м	12
Ширина проезжей части дороги, м	7
Ширина обочин, м	2,5
Наименьший радиус кривой в плане, м	600 (300)
Наименьший радиус выпуклой кривой, м	1000 (5000)
Наименьший радиус вогнутой кривой, м	3000 (2000)

По данным из таблицы 1.3 в следующем пункте будут приняты проектные решения.

1.3 Строительные решения, принятые по проекту организации строительства

В соответствии с СП 34.13330.2012 ширина земляного полотна автомобильной дороги III категории составляет 12,0 м, ширина проезжей части - 7,0 м, ширина обочины - 2,5 м [6].

Уклон проезжей части - 20 ‰, обочин - 40 ‰, уклон верха земляного полотна - 30‰.

Крутизна откосов назначена в соответствии с СП 34.13330.2012, учитывая обеспечение устойчивости откосов, незаносимость дороги снегом, обеспечение требований безопасности движения [6].

Насыпи высотой до 3 метров устраиваются с крутизной откосов 1:4; от 2,0 до 6,0 м - 1:1,5, на трубах - 1:1,5.

Предусмотрена досыпка верха и откосов земляного полотна. Для досыпки используется грунт из карьера и выемки [6].

При досыпке откосов существующего земляного полотна, для лучшего сцепления грунта с телом насыпи, производится рыхление откосов. При высоте существующей насыпи более 1 метра - на откосах нарезаются уступы для обеспечения устойчивости проектируемой насыпи. Также предусмотрена замена пучин грунтом из карьера [6].

Для предотвращения образования застоев воды у подошвы насыпи и регулирования пропуска поверхностных вод, предусмотрено устройство и укрепление кюветов. При продольных уклонах от 10‰ укрепление кюветов производится посевом трав по слою растительного грунта, при уклонах более 20 ‰ осуществляется щебневание дна и засев трав на откосах, при уклонах более 30 ‰ для предотвращения размыва укрепляются геосотовым материалом, высотой 15 см с размером ячеек 210x210 мм, с заполнением щебнем фракции 40 - 70 [6].

На участках с образованием пучин предусмотрена замена пучинистого грунта на непучинистый или слабопучинистый грунт на глубину 1,5 м от верха покрытия и устройство новой дорожной одежды [6].

Основные виды работ по устройству земляного полотна экскаватором из карьера или из выемки в насыпь:

- рыхление существующих откосов в местах уширения земляного полотна или нарезка уступов;
- разработка грунта экскаватором с погрузкой и транспортировкой автосамосвалами в насыпь;
- разравнивание грунтов;
- уплотнение грунтов послойное;
- планировка верха земляного полотна и откосов насыпи.

По видам разработки объемы распределились следующим образом:

- экскаваторные - 105019 м³;
- транспортировка грунта автосамосвалами из карьера - 11706 м³;
- планировка верха и откосов - 296393 м².

При расчете продолжительности экскаваторных работ, нормы продолжительности работы машин взяты по таблице ГЭСН 01-01-012-13 [12].

Продолжительность разработки грунта экскаватором 1000 м³ с учетом коэффициента стесненности - 1,15:

- 1 группа - 10,48 маш-ч;
- 2 группа - 13,22 маш-ч;
- 3 группа - 15,93 маш-ч.

Объем экскаваторных работ:

- 1 группа V = 23149 м³;
- 2 группа V = 58271 м³;
- 3 группа V = 23599 м³ [6].

Продолжительность экскаваторных работ:

$$K_p = \frac{(10,48 \cdot 23149 + 13,22 \cdot 58271 + 15,93 \cdot 23599) \cdot 1,15}{1000 \cdot 8 \cdot 2} = 99,83 \ll 100 \text{ смен.}$$

При устройстве земляного полотна создается специализированный отряд, показанный в таблице 1.4 [6].

Таблица 1.4 - Состав специализированного отряда

Механизм, исполнитель	Количество
Рабочие	22
Машинисты	28
Бульдозеры-рыхлители на тракторе, мощность 79 кВт (108 л.с.)	2
Бульдозеры, мощность 59 кВт (80 л.с.)	2
Бульдозеры, мощность 79 кВт (108 л.с.)	2
Бульдозеры, мощность 96 кВт (130 л.с.)	5
Бульдозеры, мощность 121 кВт (165 л.с.)	2
Автогрейдеры: среднего типа, мощность 99 кВт (135 л.с.)	2

Механизм, исполнитель	Количество
Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу, емкость ковша 0,65 м ³	2
Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу, емкость ковша 1,25 м ³	3
Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу, масса 25 т	2
Автомобиль-самосвал, грузоподъемность до 12 т	4
Автомобиль-самосвал, грузоподъемность до 7 т	2

2 Разработка технологической карты на возведение земляного полотна с разработкой грунта в выемке и карьере экскаваторами и транспортировкой автомобилями-самосвалами

2.1 Технологическая карта №1

Перед началом разработки технологической карты необходимо определить продолжительность работ по капитальному ремонту, а также рассчитать производительность строительных машин.

Строительный сезон в районе города Братска начинается 1 января, а заканчивается 31 декабря. Продолжительность работ по капитальному ремонту земляного полотна составляет 183 дня.

Календарная продолжительность капитального ремонта земляного полотна в сменах, определяется по формуле:

$$T_{рс} = \frac{A - T_{\text{вых}} - T_{\text{кл}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{техн}} - T_{\text{разв}}}{K_{см}}, \quad (2.1)$$

где A - количество календарных дней, дней;

T_{вых} - количество выходных и праздничных дней за время A, дней;

T_{кл} - количество дней простоя по климатическим условиям, дней;

T_{рем} - простои по ремонту и профилактике машин и оборудования, дней;

T_{техн} - продолжительность технологических разрывов, дней;

T_{разв} - количество дней необходимых на развёртывание специализированного потока, дней;

K_{см} - коэффициент сменности.

$$T_{рс} = (183 - 24 - 4 - 2 - 3 - 2) \cdot 1 = 148 \text{ смен.}$$

Для каждой строительной операции необходимо подобрать свой машино-дорожный отряд и определить производительность техники.

Капитальный ремонт земляного полотна включает в себя следующие строительные операции:

- разработка грунта как в карьере, так и в выемке;
- перемещение грунта к месту укладки;
- укладка и планировка грунта;

- уплотнение грунта земляного полотна послойное;
- планировка верха и откосов земляного полотна.

При капитальном ремонте может использоваться такая строительная техника, как экскаваторы, скреперы, автомобили-самосвалы, бульдозеры катки, автогрейдеры.

Выбираем в качестве ведущей машины для разработки грунта Caterpillar 336E Н гусеничный экскаватор и рассчитываем его производительность по формуле:

$$P_{Э} = \frac{3600 \cdot q \cdot K_n \cdot K_g}{t_{ц} \cdot K_p} \quad (2.2)$$

где q - емкость ковша, м³;

K_n - коэффициент наполнения ковша, который варьируется от 0,8 до 1,5 (он зависит от вида грунта, влажности и рабочего оборудования);

K_g - коэффициент использования рабочего времени машины, который принимаем 0,85;

t_n - время цикла работы экскаватора, сек;

K_p - коэффициент разрыхления грунта, который варьируется в диапазоне 1,1 - 1,3.

Время цикла работы экскаватора рассчитывается по формуле:

$$t_{ц} = t_k + t_{п.в} + t_B + t_{п} \quad (2.3)$$

где t_k - время, затрачиваемое на копание грунта, принимаемое 20 с;

$t_{п.в}$ - время, затрачиваемое на поворот для выгрузки грунта, равное 6 с; t_B -

время, затрачиваемое на выгрузку грунта, равное 3 с; $t_{п}$ - время на поворот в забой, равное 3 с.

Так как при капитальном ремонте досыпка земляного полотна ведется из грунтов, которые отличаются по трудности разработки, поэтому производительность гусеничного экскаватора будет различаться.

Расчет производительности Caterpillar 336E Н гусеничного экскаватора для I группы грунтов по трудности разработки.

Время цикла работы гусеничного экскаватора:

$$t_{ц} = 20 + 6 + 3 + 3 = 32 \text{ с.}$$

Производительность гусеничного экскаватора:

$$P_{Э} = \frac{3600 \cdot 1,25 \cdot 0,8 \cdot 0,85}{32 \cdot 1,1} = 86,93 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Расчет производительности Caterpillar 336E Н гусеничного экскаватора для II группы грунтов.

Время цикла работы гусеничного экскаватора берем из расчета I группы грунта, так как этот параметр не меняется.

Производительность гусеничного экскаватора:

$$ПЭ = \frac{3600 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 1,85}{32 \cdot 1,2} = 109,57 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Расчет производительности Caterpillar 336E H гусеничного экскаватора для III группы грунтов.

Время цикла работы гусеничного экскаватора берем из расчета I группы грунта, так как этот параметр не меняется.

Производительность гусеничного экскаватора:

$$ПЭ = \frac{3600 \cdot 1,25 \cdot 1,5}{0,85 \cdot 32 \cdot 1,3} = 137,92 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

После расчета производительности экскаватора необходимо выбрать марку автомобиля-самосвала. Автомобили самосвалы необходимы для транспортировки грунта к месту его укладки. Подбираем автосамосвал КАМАЗ- 45143 для транспортировки грунта. Производительность строительной техники зависит не только от их эксплуатационных показателей, но и от условий места разработки грунта: способа погрузки, дальности перемещения, состояния дорог, рельефа местности. Техническую производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) автосамосвала определяют по формуле:

$ПГ = \frac{Q_{об}}{T}$ (2.4) где $Q_{об}$ - объем грунта в кузове автомобиля-самосвала, приведенный к объему грунта в плотном теле, м^3 ;

T - продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала, мин.

Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле рассчитывается по формуле:

$$Q_{об} = \frac{C_T}{\gamma_c}, \quad (2.5)$$

где C_T - грузоподъемность автомобиля-самосвала, т;

γ_c - плотность грунта в естественном состоянии, $\text{т}/\text{м}^3$, по таблице 2.1. Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала рассчитывается по формуле:

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (2.6)$$

где t_1 - продолжительность подъезда под погрузку, принимается 0,7, мин; t_2 - продолжительность погрузки (рассчитывается по формуле 2.7), мин;

t_3 - продолжительность груженого хода (рассчитывается по формуле 2.8), мин;

t_4 - продолжительность выгрузки грунта, принимается 1, мин; t_5 - продолжительность порожнего хода (рассчитывается по формуле 2.8), мин.

Продолжительность погрузки автомобиля-самосвала рассчитывается по формуле:

где k - коэффициент повышения продолжительности погрузки из-за непредвиденных

$$t_2 = \frac{6 \cdot Q_{об} \cdot k}{P_M} \quad (2.7)$$

задержек, принимается 1,1;

P_M - производительность экскаватора, м³/ч.

Продолжительность груженого и порожнего хода автомобиля-самосвала рассчитываются по формуле:

$$t_{ч} = \frac{L}{v_{ср}} \quad (2.8)$$

где L - длина пути, м;

$v_{ср}$ - средняя скорость движения автомобиля-самосвала, м/мин.

Таблица 2.1 - Разрыхление грунта

Группа грунта	Наименование	Плотность, т/м ³	Коэффициент разрыхления
I	Песок влажный, супесь, суглинок, разрыхленный	1,4 - 1,7	1,1 - 1,25
I	Песок рыхлый, сухой	1,2 - 1,6	1,05 - 1,15
II	Суглинок, средний и мелкий гравий, легкая глина	1,5 - 1,8	1,2 - 1,27
III	Глина, плотный суглинок	1,6 - 1,9	1,2 - 1,35
IV	Тяжелая глина, сланцы, суглинок со щебнем, гравием, легкий скальный грунт	1,9 - 2,0	1,35 - 1,5

Расчет производительности автосамосвала КАМАЗ-45143 для I группы грунта.

Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле:

$$Q_{об} = V = 7,5 \text{ м}^3.$$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала:

$$t_5 = \frac{3 \cdot 2500}{833,33} = 3 \text{ мин};$$

$$t_{ч} = \frac{60 \cdot 7,5 \cdot 1,1}{86,93} = 5,69 \text{ мин};$$

$$T = 0,7 + 5,69 + 3 + 1 + 3 = 13,39 \text{ мин.}$$

Производительность автосамосвала:

$$P_T = \frac{6075}{13,39} = 33,61 \text{ —}$$

Расчет производительности автосамосвала КАМАЗ-45143 для II группы грунта.

Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле:

$$Q_6 = \frac{12}{109,57} = 7,06 \text{ м}^3.$$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала:

Продолжительность груженого и порожнего хода берем из расчета I группы грунта.

$$t_2 = \frac{109,57}{2} = 4,25 \text{ мин;}$$

$$T = 0,7 + 4,25 + 3 + 1 + 3 = 11,95 \text{ мин.}$$

Производительность автосамосвала:

$$P_1 = \frac{60706}{11,95} = \frac{60 \cdot 7,06}{11,95} = 35,45 \text{ ч}.$$

Расчет производительности автосамосвала КАМАЗ-45143 для III группы грунта.

Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле: $Q_{06} = 72 = 6,67 \text{ м}^3.$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала:

Продолжительность груженого и порожнего хода берем из расчета I группы грунта.

$$t_2 = \frac{60 \cdot 6,67 - 1,1}{137,92} = 3,19 \text{ мин;}$$

$$T = 0,7 + 3,19 + 3 + 1 + 3 = 10,89 \text{ мин.}$$

Производительность автосамосвала:

$$P_1 = \frac{66067}{10,89} = \frac{60 \cdot 6,67}{10,89} = 36,75 \text{ ч}.$$

После расчета производительности автосамосвалов необходимо выбрать еще одну комплектующую машину - бульдозер, который необходим для укладки грунта. Выбираем бульдозер Caterpillar D10N. На производительность бульдозеров, по большей степени, влияют: физические свойства грунта, дальность возки грунта, уклоны местности, геометрические размеры и форма отвала.

При укладке грунта бульдозер работает как машина цикличного действия и его производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{3600 \cdot q \cdot K_n}{K_r \cdot K_b \cdot C_{\text{ц}} \cdot K_p} \quad (2.9)$$

где q - объем грунта, который перемещается отвалом, зависящий от геометрических размеров отвала и условий перемещения грунта, м^3 ;

K_n - коэффициент потерь грунта в боковые валики, равный 0,8;

K_r - коэффициент, учитывающий влияние уклона пути, равный 0,6;

K_b - коэффициент использования рабочего времени, равный 0,8;

K_p - коэффициент остаточного разрыхления грунта, по таблице 2.2; $C_{\text{ц}}$ - продолжительность одного цикла, с.

Продолжительность одного цикла рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ц}} = t_n + t_{\text{г.х}} + t_{\text{хх}} + 2 t_n + m t_{\text{пн}} + t_0 \quad (2.10)$$

где t_n - продолжительность набора грунта, с;

$t_{\text{г.х}}$ - продолжительность груженого хода, с; $t_{\text{хх}}$ - продолжительность порожнего хода, с; t_n - продолжительность одного поворота на 180° , 15 с; m - число переключений скоростей трактора в течение одного цикла, равное 3;

$t_{\text{пн}}$ - продолжительность одного переключения передачи, 5 с; t_0 - продолжительность опускания отвала в рабочее положение, 2 с. Продолжительность набора грунта рассчитывается по формуле:

где l_n - длина пути набора грунта, м;

$$t_n = \frac{l_n}{v_n \cdot k} \quad (2.11)$$

k - коэффициент, который учитывает понижение скорости, в сравнении с расчетной скоростью трактора;

v_n - скорость бульдозера при наборе грунта, м/с.

Продолжительность груженого хода вычисляется по формуле:

$$t_{\text{г.х}} = \frac{l_{\text{г.х}}}{v_{\text{г.х}}} \quad (2.12)$$

где $l_{г.х}$ - длина пути груженого хода, м;

$v_{г.х}$ - скорость движения бульдозера при груженом ходе, м/с.

Продолжительность порожнего хода вычисляется по формуле:

$$t_{п.х} = \frac{l_{п.х}}{v_{п.х}} \quad (2.13)$$

где $v_{п.х}$ - скорость движения бульдозера при холостом ходе, м/с.

Таблица 2.2 - Коэффициенты разрыхления основных грунтов

Грунт	Коэффициент разрыхления K_p	
	Первоначальный	Остаточный
Песок и супесь без примеси	1,08 - 1,17	1,01 - 1,025
Мелкий и средний гравий, растительный грунт с примесями, лесс нормальной влажности, песок с примесями щебня и гравия, легкий и лессовидный суглинок, супесь с примесью гравия и щебня	1,14 - 1,28	1,015 - 1,05
Торф	1,20 - 1,30	1,03 - 1,04
Глина мягкая, жирная; лесс сухой; суглинок тяжелый	1,24 - 1,30	1,04 - 1,07
Галька крупная; глина ломовая, мореная, сланцевая; суглинок с примесью щебня и гравия, суглинок тяжелый с примесью щебня и гравия	1,26 - 1,32	1,06 - 1,09
Скальные разрыхленные грунты	1,45 - 1,50	1,20 - 1,30

Расчет производительности бульдозера.

Продолжительность одного цикла:

$$t_{ц} = \frac{10}{0,7-1,11} = 12,99 \text{ с};$$

$$t_{п.х} = \frac{150}{1,05} = 142,86 \text{ с};$$

$$t_{г.х} = \frac{10}{0,7-1,11} = 12,99 \text{ с};$$

$$t_{с} = 12,99 + 142,86 + 12,99 + 2 \cdot 15 + 3 \cdot 5 + 2 = 215,81 \text{ с}.$$

Производительность бульдозера:

После расчета производительности бульдозера необходимо подобрать каток.

$$P = \frac{3600 \cdot 20 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,8}{424,16 \cdot 1,05} = 65,21 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Катки необходимы для уплотнения грунта. Подбираем Bomag BW24RH прицепной каток на пневмоколесном ходу.

Для катков производительность ($\text{м}^2/\text{ч}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{\text{к}} = K_{\text{в}} \cdot B \cdot v_{\text{к}} \quad (2.14)$$

где v - скорость движения катка, равная 6000 м/ч;
 B - ширина укатываемой полосы, 2,4 м;
 C - ширина полосы перекрытия следа, равная 0,2 м; n - число проходов по одному месту, равное 12;
 K_6 - коэффициент использования рабочего времени, 0,79.

$$t = \frac{6000 \cdot (2,4 - 0,2)}{12} = 869 \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

После расчета производительности катка необходимо подобрать автогрейдер. Автогрейдеры необходимы для планировки земляного полотна. Подбираем автогрейдер ДЗ 98.

Производительность грейдеров при планировке поверхности можно выразить как для машины непрерывного действия ($\text{м}^2/\text{ч}$):

$$P_{\text{пп}} = \frac{b \cdot \sin p \cdot K_n \cdot V_{\text{mm}}}{m} \quad (2.15)$$

где b - длина отвала, равная 3 м;
 P - угол наклона отвала, равный 50° ;
 K_n - коэффициент перекрытия проходов, равный 0,5;
 V_{mm} - рабочая скорость при планировании, равная 3000 м/ч; m - число проходов по одному месту, равное 3.

$$P_{\text{пп}} = \frac{3 \cdot \sin 50^\circ \cdot 0,5 \cdot 3000}{3} = 1149,06 \frac{\text{м}^2}{\text{ч}}$$

2.1.1 Область применения

Технологическая карта предназначена для организации труда при устройстве земляного полотна участка автомобильной дороги с разработкой грунта в выемке и карьере экскаваторами и транспортировкой в насыпь автомобилями-самосвалами на объекте «Капитальный ремонт автомобильной дороги «А-331 «Виллой» Тулун - Братск - Усть-Кут - Мирный - Якутск на участке км 182+000 - км 187+000».

Технологическая карта составлена на возведение земляного полотна при разработке грунта экскаваторами марки Caterpillar 336Е Н с вместимостью ковша $1,25 \text{ м}^3$ с перевозкой грунта автомобилями-самосвалами.

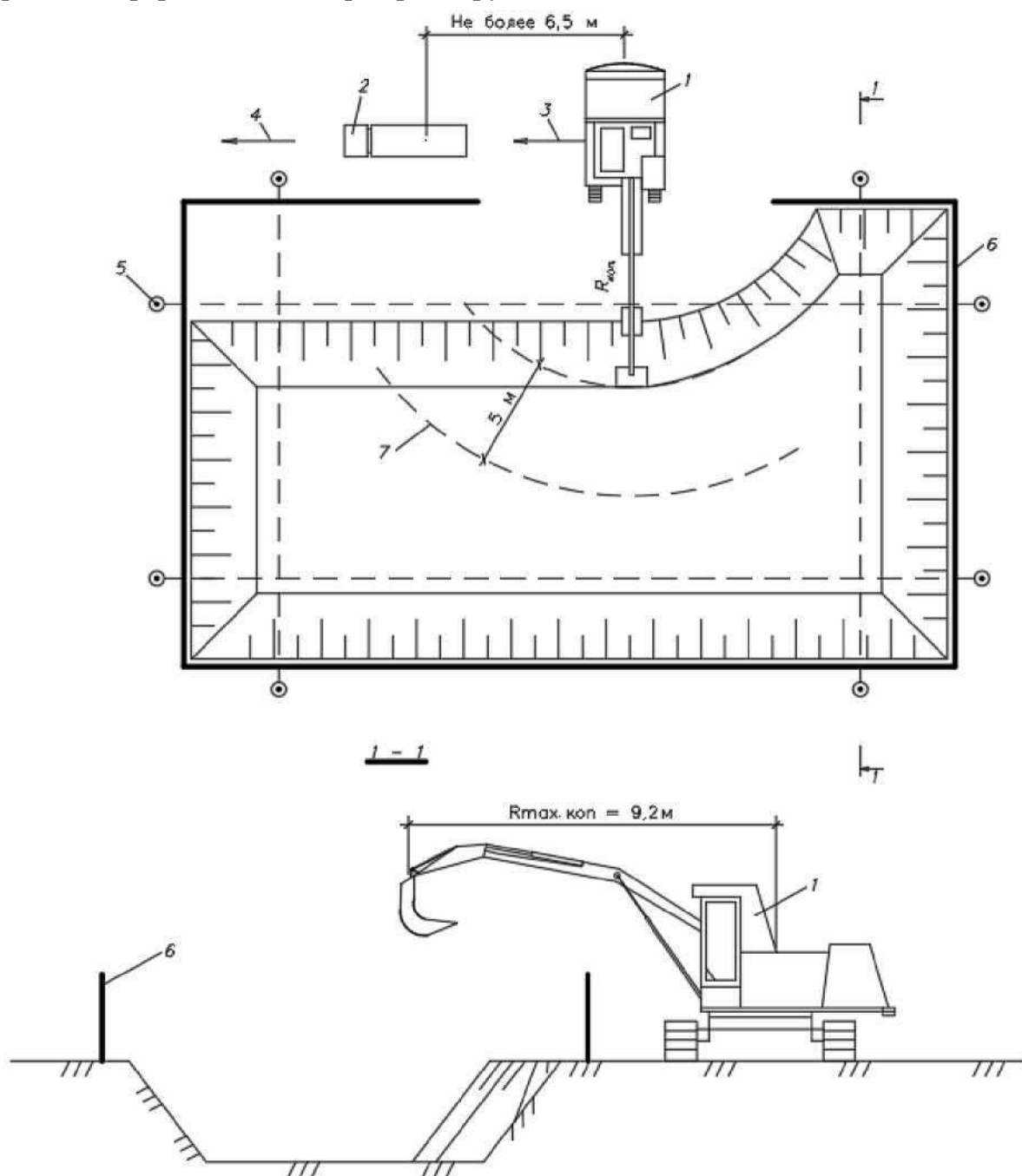
Для транспортировки грунта в данной технологической карте приняты автомобили-самосвалы КАМАЗ-45143 с вместимостью кузова 12 тонн.

Объем работ:

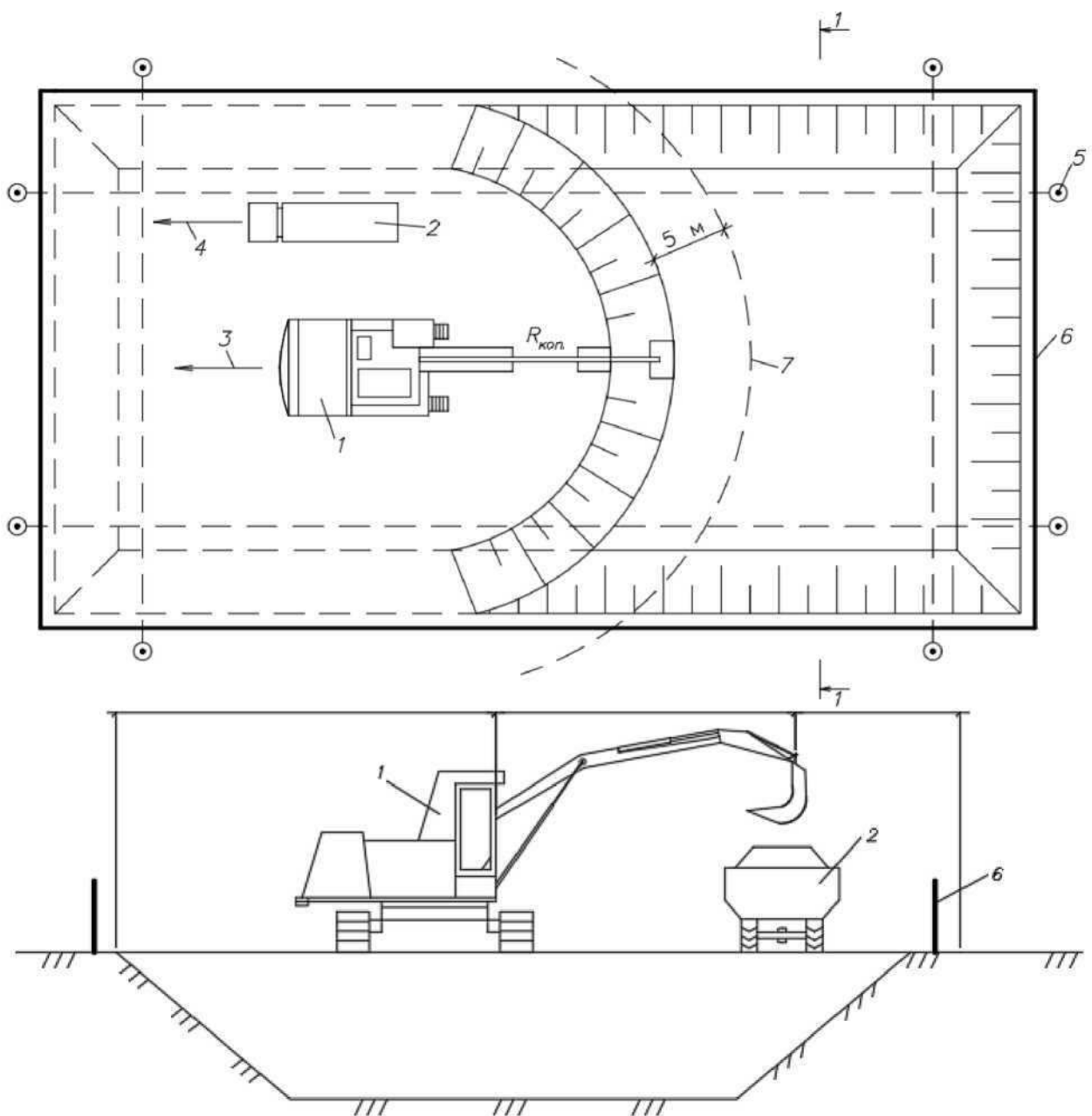
- разработка грунта экскаватором в выемке - 105019 м^3 ;
- разработка грунта экскаватором в карьере - $11705,9 \text{ м}^3$.

2.1.2 Технология и организация выполнения работ

Разработку грунта экскаватором с обратной лопатой производят ниже уровня стоянки экскаватора боковыми, как показано на рисунке 2.1, или лобовыми, как показано на рисунке 2.2, проходками в транспортные средства. В соответствии с условиями работы, автомобили-самосвалы перемещаются по верху разработки, либо по подошве забоя. При движении по подошве забоя обеспечивается меньший угол поворота платформы экскаватора при загрузке.



1 - экскаватор; 2 - автомобиль-самосвал; 3 - рабочий ход экскаватора; 4 - ось движения автосамосвала; 5 - геодезический знак закрепления осей; 6 - ограждение; 7 - граница опасной зоны
Рисунок 2.1 - Схема разработки грунта выемки экскаватором при боковой проходке



1 - экскаватор; 2 - автомобиль-самосвал; 3 - рабочий ход экскаватора; 4 - ось движения автосамосвала; 5 - геодезический знак закрепления осей; 6 - ограждение; 7 - граница опасной зоны
Рисунок 2.2 - Схема разработки грунта выемки экскаватором при лобовой проходке

При условии, что состояние грунта и размеры подошвы проходки экскаватора позволяют подавать самосвалы по дну проходки, применяется поперечно-челночный или продольно-челночный способ загрузки. При поперечночелночном способе углы поворота экскаватора не превышают 15° , при этом уменьшается время на разгрузку ковша и поворотное движение после разгрузки. При продольно-челночном способе грунт набирают перед задней стенкой кузова самосвала, и подняв ковш, разгружают его над кузовом. При этом способе повороты экскаватора практически не производятся. При погрузке одноковшовыми экскаваторами в самосвалы необходимо, чтобы объем кузова превышал в 4-5 раз вместимость ковша экскаватора.

Водитель устанавливает автомобиль-самосвал, чтобы он стоял вдоль одного из откосов забоя. Машинист экскаватора набирает в ковш грунт и поворачивает

стрелу под углом 90° , а затем разгружает ковш. Набор грунта в ковш производится с наиболее близкой к автосамосвалу точки, а выгрузка - с наиболее дальней точки кузова.

Помощник экскаваторщика следит за техническим состоянием экскаватора, состоянием забоя при технологических перерывах, устраняет дефекты экскаватора и убирает налипший грунт с ковша.

При перевозке грунта из забоя и выгрузке его к месту укладки требуется соблюдение точного порядка действий, что обеспечит выгрузку в необходимом месте, его укладку и уплотнение. Движение автомобилей-самосвалов осуществляется по тупиковой схеме и происходит по спланированному грунту, что обеспечивает дополнительное уплотнение грунта.

Укладка грунта в насыпь осуществляется по периметру, при этом постепенно заполняя всю площадь подошвы. Бульдозерист, приподнимая отвал на 0,3 м, укладывает грунт в насыпь ровным слоем при обратном ходе бульдозера. Затем опускает отвал на отсыпанный слой грунта, срезает неровности, заполняет впадины грунтом и возвращается к началу участка.

При работе бульдозера происходит частичное уплотнение насыпи гусеницами бульдозера. Бульдозерист производит работы по укладке грунта с перекрытием следа на 0,3 - 0,5 м.

При укладке и уплотнении грунта должны постоянно наблюдать работники строительной лаборатории, которые проверяют качество грунтов в резерве, которые, потенциально, могут быть использованы на отсыпке насыпей. Также проводят пробное уплотнение грунтов с целью уточнения необходимого количества проходов грунтоуплотняющих машин и толщины отсыпаемого слоя грунта.

При проведении работ по уплотнению грунта катками проводят наблюдения за расположением следов и количеством проходов. При выявлении причин недоуплотненности грунта в каждом отдельном случае, в срочном порядке принимают меры к доведению его до необходимой плотности. При пробном уплотнении скорость движения катков не должна превышать 2 км/ч.

Грунт уплотняют слоями последовательными круговыми проходами катка по всей ширине насыпи с перекрытием следа на 0,3 - 0,5 м. Уплотнять грунт следует при оптимальной влажности, определенной по ГОСТ 22733-2016 [12], которая не должна выходить за пределы указанной в таблице 2.3 для разных типов грунтов.

Вид грунта	Влажность, %, при требуемом коэффициенте уплотнения		
	1 - 0,98	0,95	0,90
Пески пылеватые, супеси легкие, крупные	Не более 1,35	Не более 1,6	Не нормируется
Супеси легкие и пылеватые	0,8 - 1,25	0,75 - 1,35	0,7 - 1,6
Супеси тяжелые пылеватые и суглинки легкие пылеватые	0,85 - 1,15	0,8 - 1,2	0,75 - 1,4
Суглинки тяжелые пылеватые, глины	0,95 - 1,05	0,9 - 1,1	0,85 - 1,2

Первые два прохода катка следует выполнять на расстоянии 2 м от бровки насыпи, а затем, смещая проходы на 1/3 ширины следа в сторону бровки, уплотняют края насыпи, не доходя 0,3 - 0,5 м до откоса. После этого продолжают уплотнение круговыми проходами от края к середине.

В целях уплотнения грунта в краевых частях насыпи, прилегающих к откосу, ее следует отсыпать на 0,3 - 0,5 м шире проектного очертания. Каждый последующий проход по одному и тому же следу начинают после перекрытия предыдущими проходами всей ширины земляного полотна.

Первый и последний проходы по полосе участка выполняют на малой скорости катка (2 - 2,5 км/ч), промежуточные проходы - на большой (до 8 км/ч).

Отсыпку каждого последующего слоя можно производить только после разравнивания и уплотнения предыдущего, а также контроля качества работ.

На заключительном этапе работы выполняются следующие технологические операции:

- планировка верха насыпи автогрейдером;
- планировка откосов экскаватором с верхней стоянки.

Технологической картой предусмотрено планировку верха земляного полотна выполнять автогрейдером по круговой схеме движения от бровок к оси земляного полотна за два прохода по одному следу.

Перед началом работ автогрейдер устанавливают так, чтобы его крайние колеса, ближайшие к бровке земляного полотна, находились на расстоянии 0,8 - 1,0 м от нее. Отвал устанавливают в рабочее положение с одновременным выдвиганием его к бровке на 0,8 - 1,0 м.

Угол захвата ножа автогрейдера должен составлять при первом проходе - 50°, при втором - 55°, а угол наклона соответствовать проектному поперечному профилю.

Перекрытие следов при планировке верха земляного полотна принимается 0,5 м.

Перед началом планировки откоса восстанавливают положение оси и бровок земляного полотна в плане и продольном профиле колышками через 20 м, обозначают подошву насыпи, фиксирующие проектный профиль откоса.

По обочине насыпи колышками обозначают линию движения внешней гусеницы экскаватора.

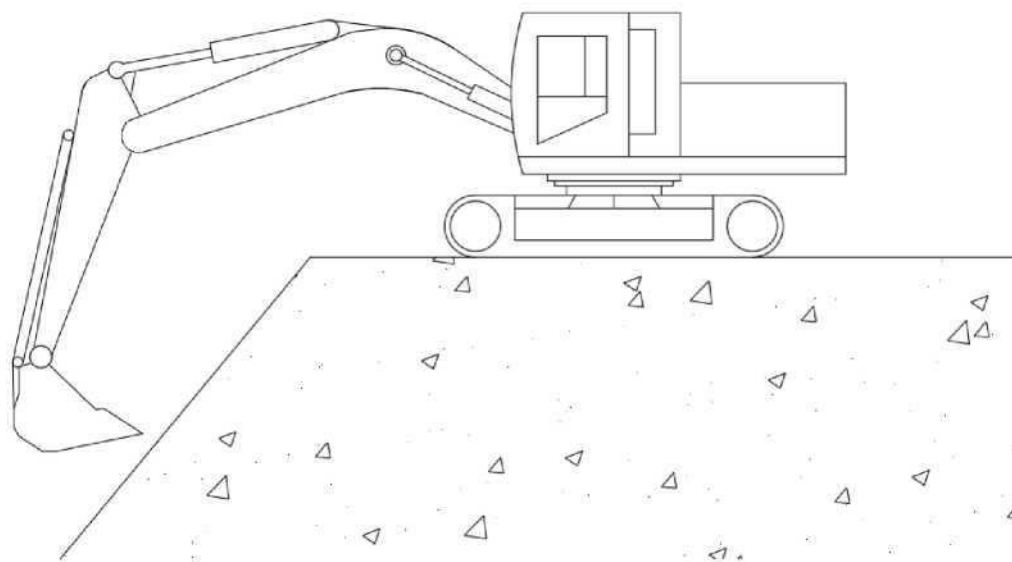


Рисунок 2.3 – Схема планировки откосов

Работу по планировке откоса выполняют с верхней стоянки экскаватора, как проиллюстрировано на рисунке 2.3. Установка стрелы экскаватора производится перпендикулярно линии бровки.

После планировки откоса на участке стоянки экскаватор перемещают по фронту работ на 2 м и планируют следующий участок, перекрывая предыдущий след на 1/3 ширины планировочной рамы.

Для обеспечения устойчивости досыпаемого в откосы насыпи грунта, в местах, где высота насыпи менее 2-х м, осуществляют рыхление откосов существующей насыпи бульдозером на глубину 0,3 м.

При высоте существующей насыпи более 2-х м, на откосах насыпи осуществляется нарезка уступов. Уступы нарезаются шириной 2 - 3 м, высотой до 1 м.

Нарезка уступов производится бульдозером с поворотным отвалом проходами под углом 45° к оси дороги, движущимся продольными ходами параллельно оси дороги, начиная с нижнего уступа. После нарезки нижнего уступа грунт из нарезаемого вышележащего уступа перемещается на готовый нижний уступ, с планировкой и уплотнением.

2.1.3 Контроль качества

Контроль качества работ осуществляется прорабом, либо мастером с привлечением аккредитованной производственно-испытательной лаборатории. Она должна быть оснащена техническими средствами, которые обеспечат необходимую точность и полноту контроля. Грунт для отсыпки земляного полотна должен быть пригоден. Этот параметр должен быть установлен лабораторными испытаниями.

Контроль качества работ производится согласно схемы операционного контроля, представленной в таблице 2.4.

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ контроля, средства контроля	Объем контроля	Обоснование
Перемещение грунта в насыпь бульдозером	1. Порядок и способ отсыпки 2. Регулирование движения бульдозера по отсыпанному слою		Инструментальный: 1. Рулетка 2. Измерительная 3. Визирки	Постоянно	
Разравнивание грунта в насыпи	1. Толщина слоя 2. Высотные отметки продольного профиля 3. Расстояние между осью и бровкой земляного полотна 4. Крутизна откосов 5. Поперечные уклоны	2. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 20 мм; остальные - до ± 10 мм 3. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 20 см, остальные ± 10 см 4. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 20%, остальные - до 10 % 5. Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от $\pm 0,010$ до 0,015, остальные - до $\pm 0,005$	Инструментальный: 1. Визирки 2. Нивелир 3. Рулетка измерительная 4. Уклономер	1. Промеры не реже, чем через 100 м 2. Промеры не реже, чем через 100 м 3. Промеры не реже, чем через 100 м 4. Промеры через 50 м 5. Промеры через 50 м	СП 78.13330.2012, приложение А, табл.А.1
Пробное уплотнение грунта	1. Влажность уплотняемого слоя 2. Максимальная плотность грунта	1. Определяется в ходе уплотнения. Должна быть близкой к оптимальной 2. Насыпь считается уплотненной до требуемой плотности, если осадка ее поверхности не превышает 3 мм при проходе автомобиля и 5 мм при проходе гладковальцового катка	1. Метод высушивания 2. Метод пробного нагружения	1. Захватка длиной 20 м, шириной в соответствии с шириной применяемого катка	СП 20.13330.2016

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ контроля, средства контроля	Объем контроля	Обоснование
Уплотнение грунта в насыпи	1. Режим уплотнения 2. Влажность уплотняемого слоя 3. Фактическая плотность грунта	2. В соответствии с актом пробного уплотнения. 3. Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 20 %, остальные - до 10 %	Визуальный Лабораторный: 1. Метод режущего кольца или метод марки 2. Метод режущего кольца или метод марки	1. Постоянно 2. Не реже одного раза в смену 3. Не менее трех образцов не реже, чем через 50 м - для верхнего слоя, не реже, чем через 20 м - для нижних слоев	СП 78.13330.2012, п. 7.12.3, 7.12.4
Планировка откосов насыпи	Крутизна откосов	Уменьшение крутизны до 10% от проектного значения	Уклономер	Промеры через 50 м	СП 20.13330.2016

2.1.4 Потребность в материально-технических ресурсах

Потребность комплексного механизированного машино-дорожного отряда, оборудования и приспособлениях представлена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Состав ^ машино-дорожного отряда

Машины	Исполнитель	Количество машин	Количество машинистов	Примечание
Экскаватор Caterpillar 336E H	Машинист	3	3	
Автомобиль-самосвал КАМАЗ-45143	Водитель	10	10	
Бульдозер Caterpillar D10N	Машинист	4	4	
Каток Bomag BW24RH	Машинист	2	2	
Автогрейдер ДЗ 98	Машинист	1	1	
Поливомосечная машина	Водитель	1	1	По необходимости

2.1.5 Техника безопасности

Следует соблюдать Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог и требования СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве» [15], а также правила техники безопасности, изложенные в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин. Запрещается посторонним людям находиться в зоне работы машин и автомобилей-самосвалов. К управлению машинами допускаются машинисты, получившие удостоверение установленной формы, знающие конструкцию, правила управления и эксплуатации данной машины и двигателя, а также правила техники безопасности. Персонал, обслуживающий машины, должен пройти обучение и получить удостоверение на право управления машиной и производства работ. К управлению: автогрейдером, катками и автосамосвалами допускаются лица не моложе 18 лет, которые прошли, на рабочем месте, вводный инструктаж. Все машины должны быть исправными.

До начала работ оградить участок дорожными знаками, а движение транспорта направить по второй полосе согласно схеме. Движение автомобилей-самосвалов задним ходом к месту погрузки и выгрузки грунта разрешается на расстояние не более 50 м и должно сопровождаться звуковым сигналом. Загрузка грунта объемом, превышающим установленную грузоподъемность автомобиля-самосвала, запрещается.

При выгрузке грунта из автомобиля-самосвала на насыпь расстояние от оси его заднего колеса до бровки естественного откоса насыпи должно быть не менее 2 м, а расстояние от бровки до внешнего колеса машины, движущейся по насыпи - не менее 1 м.

Очищать поднятые кузова автомобилей-самосвалов следует скребками или лопатой с удлиненной рукояткой, обеспечивающей нахождение рабочего в

безопасной зоне.

При разгрузке грунта рабочие должны находиться со стороны водителя машины в его зоне видимости, но не ближе 5 м к зоне отсыпки грунта.

При работе с рабочими инвентарем рабочие должны быть в защитных рукавицах. Рабочий инвентарь (лопаты, грабли) должен быть исправен, ручки не должны иметь заусенец и сколов.

При проведении строительных работ, все рабочие и механизаторы должны быть обеспечены всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Для рабочих должны быть предоставлены все необходимые условия труда, питания и отдыха.

Перед началом каждой смены должно быть проверено техническое состояние машин (надежность крепления узлов).

Каждая машина должна быть оборудована звуковой сигнализацией, перед пуском ее в действие, необходимо убедиться в их исправности, наличии на них защитных приспособлений, в отсутствии посторонних лиц на рабочем участке, и подать звуковой сигнал.

При работе нескольких машин, идущих друг за другом, необходимо соблюдать дистанцию между ними не менее 10 м.

Машинистам запрещается:

- работать на неисправных механизмах;
- на ходу, во время работы устранять неисправности;
- оставлять механизм с работающим двигателем;
- допускать посторонних лиц в кабину механизма;
- стоять перед диском с запорным кольцом при накачивании шин;

При работе бульдозера необходимо соблюдать следующие правила:

- при перемещении грунта бульдозером на подъеме необходимо следить за тем, чтобы отвал не врезался в грунт;
- запрещается перемещать грунт на подъем или под уклон более 30°;
- при сбрасывании грунта под откос запрещается выдвигать отвал бульдозера за бровку откоса;
- запрещается работать в глинистых грунтах в дождливую погоду;
- до остановки двигателя запрещается находиться между трактором и отвалом или под трактором;
- во время случайных остановок бульдозера отвал должен быть опущен на землю.

При работе на грунтоуплотняющей технике необходимо соблюдать следующие требования:

- каток должен быть оборудован звуковыми и сигнальными приборами, за исправностью которых должен следить машинист;
- на недавно отсыпанной насыпи колеса катка должны быть не ближе 0,5 м от бровки откоса;
- машинист катка должен носить специальную одежду, а для предохранения глаз от пыли следует надевать защитные очки;

- во время движения катка запрещается загружать балласт;
- загруженный балластом каток запрещается поднимать домкратом;
- запрещается работать с неисправным манометром.

2.1.6 Техничко-экономические показатели

Таблица 2.6 - Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обоснова ние	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
Экскаваторные работы из карьера в насыпь					
ГЭСН 01-01-12	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1,25 м ³ , 2 группа грунтов	1000 м ³	11,706		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		6,25	73,16
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		30,54	357,50
	Экскаваторы одноковшовые 1,25 м ³	Маш-ч		13,22	154,75
	Бульдозеры	Маш-ч		4,1	47,99
Экскаваторные работы из выемки в насыпь					
ГЭСН 01-01-12	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1,25 м ³ , 1 группа грунтов	1000 м ³	23,143		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		4,95	114,56
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		24,22	560,52
	Экскаваторы одноковшовые 1,25 м ³	Маш-ч		10,48	242,54
	Бульдозеры	Маш-ч		3,26	75,45
	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1,25 м ³ , 2 группа грунтов	1000 м ³	58,271		
Затраты труда рабочих	Чел-ч		6,25	364,19	

Обоснова ние	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
ГЭСН 01-01-12	Затраты труда машинистов	Чел-ч		30,54	1779,6
	Экскаваторы одноковшовые 1,25 м ³	Маш-ч		13,22	770,34
	Бульдозеры	Маш-ч		4,1	238,91
	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1,25 м ³ , 3 группа грунтов	1000 м ³	23,599		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		7,54	177,94
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		36,81	868,68
	Экскаваторы одноковшовые 1,25 м ³	Маш-ч		16,93	399,53
	Бульдозеры	Маш-ч		4,95	116,82
Уплотнение грунта катками					
ГЭСН 01-02-001	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по одному следу при толщине слоя: 30 см	1000 м ³	134,235		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		15,39	2065,88
	Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25т	Маш-ч		1,11	149
	На каждый последующий проход по одному следу добавлять: к норме 01-02-001-02	1000 м ³	134,235		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,38	185,24
	Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25т	Маш-ч		1,38	185,24
Планировка откосов и полотна					
ГЭСН 01-02-027-02	Планировка полотна: механизированным способом, 2 группа грунтов	1000 м ²	138,810		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		-	-

Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
ГЭСН 01-02-027-02	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,1	152,69
	Бульдозеры	Маш-ч		0,67	93
	Автогрейдеры	Маш-ч		0,43	59,69
ГЭСН 01-02-027-012	Планировка откосов механизированным способом, 2 группа грунтов	1000 м ²	157,583		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		32,08	5055,26
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		2,87	452,26
	Экскаваторы	Маш-ч		0,40	63,03
	Автогрейдеры	Маш-ч		1,64	258,43

Таблица 2.7 - Сводка затрат труда

Наименование профессии	Количество, чел-ч
Рабочие	5785,11
Машинисты	6422,37

Таблица 2.8 - Сводка потребности в машинах

Наименование машины	Потребность, маш-ч
Экскаватор	1630,19
Бульдозер	572,17
Каток	334,24
Автогрейдер	318,12

План потока по устройству земляного полотна представлен в приложении 2.

2.2 Технологическая карта №2

Как и в первой технологической карте необходимо подобрать специализированный отряд машин и рассчитать их производительность.

В качестве ведущей машины выбираем гусеничный экскаватор Hitachi ZX670LCR-3 с емкостью ковша 2,9 м³ и рассчитываем его производительность по формуле 2.2.

Так как при капитальном ремонте досыпка земляного полотна ведется из грунтов, которые отличаются по трудности разработки, поэтому производительность гусеничного экскаватора будет различаться.

Расчет производительности гусеничного экскаватора для I группы грунтов по трудности разработки.

$$\wedge - 20 + 6 + 3 + 3 = 32 \text{ с.}$$

Производительность гусеничного экскаватора:

$$\text{ПЭ} \frac{3600-2,9-0,8-}{0,85} \frac{201,7}{32-1,1} \text{ ч}$$

Расчет производительности гусеничного экскаватора для II группы грунтов.
Время цикла работы гусеничного экскаватора берем из расчета I группы грунта, так как этот параметр не меняется.

Производительность гусеничного экскаватора:

$$\text{ПЭ} \frac{3600-2,9-1,1-0,85}{32-1,2} = 254,2 \text{ ч}$$

Расчет производительности гусеничного экскаватора для III группы грунтов.
Время цикла работы гусеничного экскаватора берем из расчета I группы грунта, так как этот параметр не меняется.

Производительность гусеничного экскаватора:

$$\text{ПЭ} \frac{3600-2,9-1,5-}{0,85} \frac{320}{32-1,3} \text{ ч}$$

После расчета производительности экскаватора необходимо выбрать марку автомобиля-самосвала. Подбираем автосамосвал КАМАЗ-6580-87(85) с объемом кузова 25 т.

Расчет производительности автосамосвала для I группы грунта.

Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле, рассчитывается по формуле 2.5:

$$Q_{об} = \frac{25}{1,1} = 22,7 \text{ м}^3$$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала рассчитывается по формуле 2.6:

$$\begin{aligned} \text{£3} - \wedge \bar{5} &= \frac{2500}{666,67} = 3,75 \text{ мин}; \\ \wedge^2 &= \frac{15,625-1,1}{201,7} = 5,11 \text{ мин}; \\ T &= 0,7 + 5,11 + 3,75 + 1 + 3,75 = 14,31 \text{ мин.} \end{aligned}$$

$$P_T = \frac{60-15,625}{14,31} = 65,51 \text{ ч}$$

Расчет производительности автосамосвала для II группы грунта.
Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле:

$$Q_6 = 75 = 14,71 \text{ м}^3.$$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала:
Продолжительность груженого и порожнего хода берем из расчета I группы грунта.

$$t_7 = \frac{60-14,71-1,1}{254,2} = 3,82 \text{ мин};$$

$$T = 0,7 + 3,82 + 3,75 + 1 + 3,75 = 13,02 \text{ мин.}$$

Производительность автосамосвала:

$$P_T = \frac{60-14,71}{13,02} = 67,79 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Расчет производительности автосамосвала для III группы грунта.
Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле:

$$Q_6 = 75 = 13,89 \text{ м}^3.$$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала:
Продолжительность груженого и порожнего хода берем из расчета I группы грунта.
 $T = 0,7 + 2,86 + 3,75 + 1 + 3,75 = 12,06 \text{ мин.}$

$$t_2 = \frac{60-13,89-1}{320} = 2,86 \text{ мин};$$

Производительность автосамосвала:

$$P_T = \frac{60-13,89}{12,06} = 69,1 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

После расчета производительности автосамосвала необходимо выбрать вспомогательную машину - бульдозер, который необходим для разравнивания грунта. Выбираем бульдозер Caterpillar D9N WDA. На производительность бульдозеров наиболее существенно влияют: физические свойства грунта,

дальность перемещения, уклоны местности, геометрические размеры и форма отвала.

Расчет производительности бульдозера.

Продолжительность одного цикла по формуле 2.10:

$$t_{\text{н}} = 10,28 \text{ с};$$

$$\Pi_{\text{Т}} = \frac{3600 \cdot 2,2 \cdot 0,8 \cdot 0,6}{0,8 \cdot 150} : 154,16 = 102,48 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

$$t_{\text{с}} = \frac{0,74636 \cdot 1,05}{10 + 150} = 135,42 \text{ с};$$

$$t_{\text{н}} = 10,28 + 154,16 + 135,42 + 2 \cdot 15 + 3 \cdot 5 + 2 = 346,86 \text{ с}.$$

Производительность бульдозера рассчитывается по формуле 2.9:

После расчета производительности бульдозера необходимо подобрать каток. Катки необходимы для уплотнения грунта. Подбираем Caterpillar CS531C Вибрационный каток.

Производительность катка рассчитывается по формуле 2.14:

$$\Pi_{\text{F}} = \frac{6000^{2,2-0,2}}{10} \cdot 0,79 = 948 \frac{\text{м}^2}{\text{ч}}$$

После расчета производительности катка необходимо подобрать автогрейдер. Автогрейдеры необходимы для планировки земляного полотна. Подбираем автогрейдер ДЗ 98.

Производительность автогрейдера рассчитывается по формуле 2.15:

$$\Pi_{\text{пп}} = \frac{3 \cdot 50 \cdot 0,5 \cdot 3000}{3} = 1149,06 \frac{\text{м}^2}{\text{ч}}$$

2.2.1 Область применения

Технологическая карта предназначена для организации труда при устройстве земляного полотна автодороги с разработкой грунта в выемке и карьере экскаваторами и транспортировкой в насыпь автомобилями-самосвалами на объекте «Капитальный ремонт автомобильной дороги «А-331 «Виллой» Тулун - Братск - Усть-Кут - Мирный - Якутск на участке км 182+000 - км 187+000».

Технологическая карта составлена на возведение земляного полотна при разработке грунта экскаваторами марки Hitachi ZX670LCR-3 с вместимостью ковша 2,9 м³ с перевозкой грунта автомобилями-самосвалами.

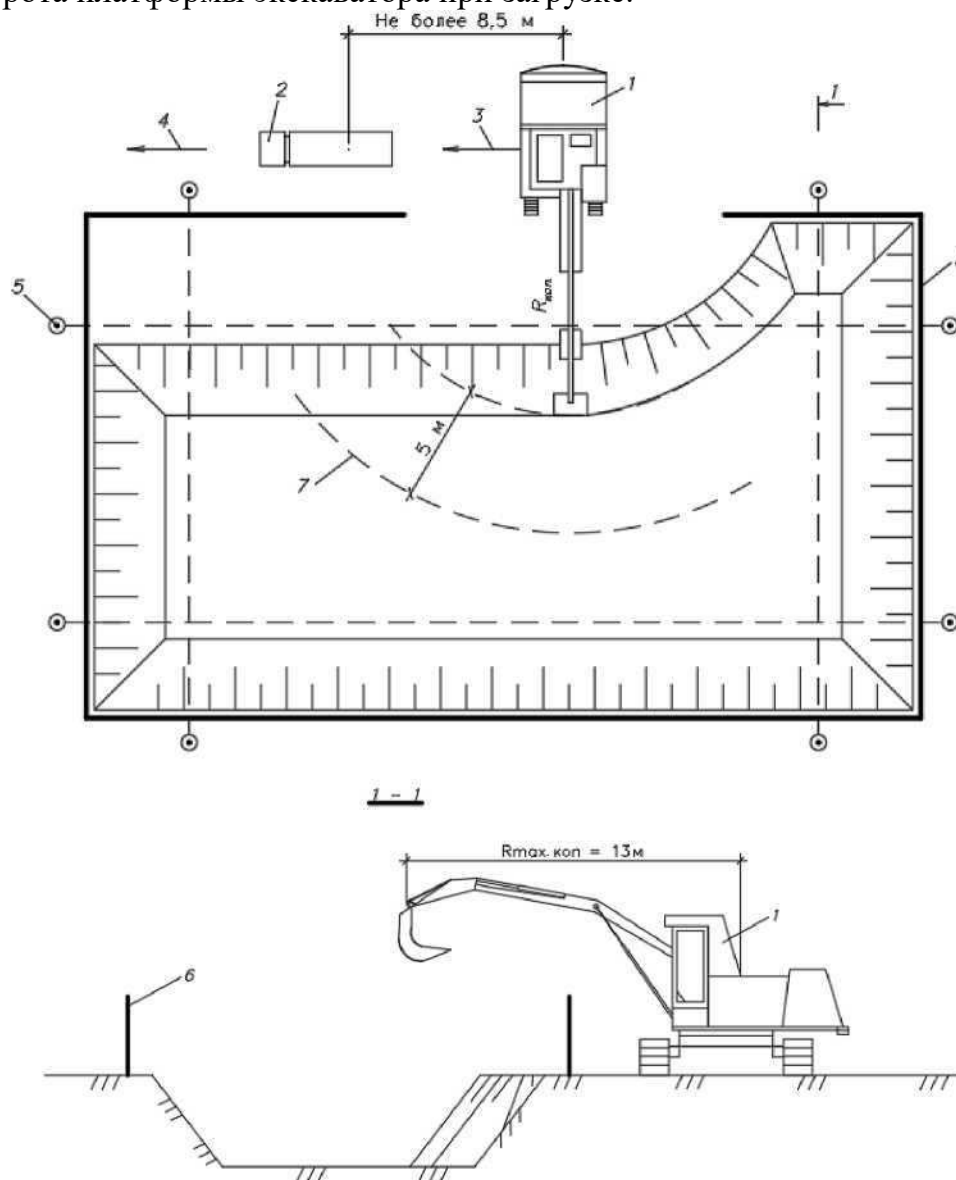
Для транспортировки грунта в данной технологической карте приняты автомобили-самосвалы КАМАЗ-6580-87(S5) с вместимостью кузова 25 тонн.

Объем работ:

- разработка грунта экскаватором в выемке - 105019 м³;
- разработка грунта экскаватором в карьере - 11705,9 м³.

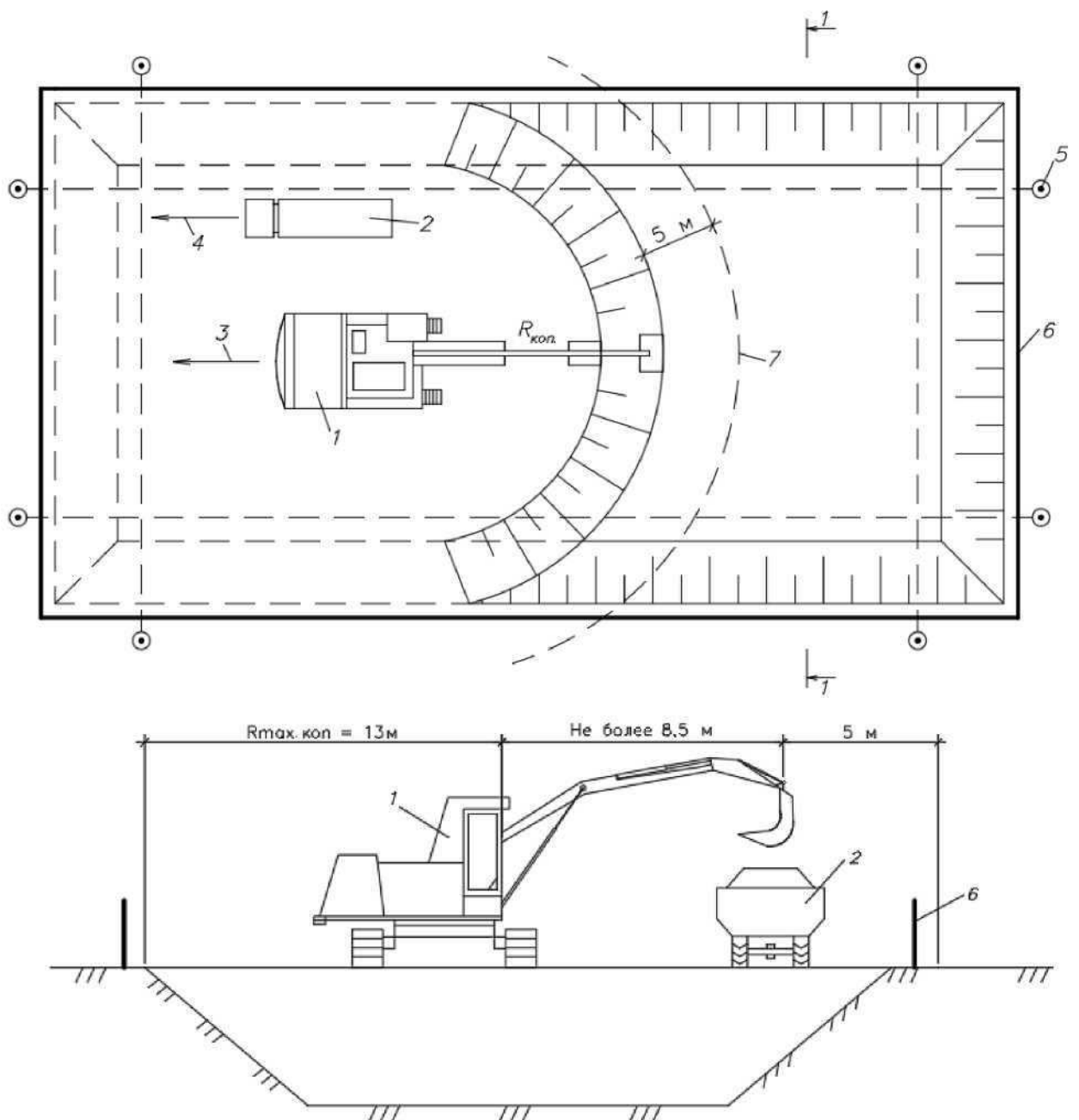
2.2.2 Технология и организация выполнения работ

Разработку грунта экскаватором с обратной лопатой производят ниже уровня стоянки экскаватора боковыми, как показано на рисунке 2.1, или лобовыми, как показано на рисунке 2.2, проходками в транспортные средства. В соответствии с условиями работы, автомобили-самосвалы перемещаются по верху разработки, либо по подошве забоя. При движении по подошве забоя обеспечивается меньший угол поворота платформы экскаватора при загрузке.



- 1 - экскаватор; 2 - автомобиль-самосвал; 3 - рабочий ход экскаватора; 4 - ось движения автосамосвала; 5 - геодезический знак закрепления осей; 6 - ограждение; 7 - граница опасной зоны

Рисунок 2.4 - Схема разработки грунта выемки экскаватором при боковой проходке



1 - экскаватор; 2 - автомобиль-самосвал; 3 - рабочий ход экскаватора; 4 - ось движения автосамосвала; 5 - геодезический знак закрепления осей; 6 - ограждение; 7 - граница опасной зоны

Рисунок 2.5 - Схема разработки грунта выемки экскаватором при лобовой проходке

При условии, что состояние грунта и размеры подошвы проходки экскаватора позволяют подавать самосвалы по дну проходки, применяется поперечно-челночный или продольно-челночный способ загрузки. При поперечночелночном способе углы поворота экскаватора не превышают 15° , при этом уменьшается время на разгрузку ковша и поворотное движение после разгрузки. При продольно-челночном способе грунт набирают перед задней стенкой кузова самосвала, и подняв ковш, разгружают его над кузовом. При этом способе повороты экскаватора практически не производятся. При погрузке одноковшовыми экскаваторами в самосвалы необходимо, чтобы объем кузова превышал в 4-5 раз вместимость ковша

экскаватора.

Водитель устанавливает автомобиль-самосвал, чтобы он стоял вдоль одного из откосов забоя. Машинист экскаватора набирает в ковш грунт и поворачивает стрелу под углом 90° , а затем разгружает ковш. Набор грунта в ковш производится с наиболее близкой к автосамосвалу точки, а выгрузка - с наиболее дальней точки кузова.

Помощник экскаваторщика следит за техническим состоянием экскаватора, состоянием забоя при технологических перерывах, устраняет дефекты экскаватора и убирает налипший грунт с ковша.

При перевозке грунта из забоя и выгрузке его к месту укладки требуется соблюдение точного порядка действий, что обеспечит выгрузку в необходимом месте, его укладку и уплотнение. Движение автомобилей-самосвалов осуществляется по тупиковой схеме и происходит по спланированному грунту, что обеспечивает дополнительное уплотнение грунта.

Укладка грунта в насыпь осуществляется по периметру, при этом постепенно заполняя всю площадь подошвы. Бульдозерист, приподнимая отвал на 0,4 - 0,45 м, укладывает грунт в насыпь ровным слоем при обратном ходе бульдозера. Затем опускает отвал на отсыпанный слой грунта, срезает неровности, заполняет впадины грунтом и возвращается к началу участка.

При работе бульдозера происходит частичное уплотнение насыпи гусеницами бульдозера. Бульдозерист производит работы по укладке грунта с перекрытием следа на 0,3 - 0,5 м.

При укладке и уплотнении грунта должны постоянно наблюдать работники строительной лаборатории, которые проверяют качество грунтов в резерве, которые, потенциально, могут быть использованы на отсыпке насыпей. Также проводят пробное уплотнение грунтов с целью уточнения необходимого количества проходов грунтоуплотняющих машин и толщины отсыпаемого слоя грунта.

При проведении работ по уплотнению грунта катками проводят наблюдения за расположением следов и количеством проходов. При выявлении причин недоуплотненности грунта в каждом отдельном случае, в срочном порядке принимают меры к доведению его до необходимой плотности. При пробном уплотнении скорость движения катков не должна превышать 2 км/ч.

Грунт уплотняют слоями последовательными круговыми проходами катка по всей ширине насыпи с перекрытием следа на 0,3 - 0,5 м. Уплотнять грунт следует при оптимальной влажности, определенной по ГОСТ 227332016 [12], которая не должна выходить за пределы указанной в таблице 2.7 для разных типов грунтов.

Вид грунта	Влажность, %, при требуемом коэффициенте уплотнения		
	1 - 0,98	0,95	0,90
Пески пылеватые, супеси легкие, крупные	Не более 1,35	Не более 1,6	Не нормируется
Супеси легкие и пылеватые	0,8 - 1,25	0,75 - 1,35	0,7 - 1,6
Супеси тяжелые пылеватые и суглинки легкие пылеватые	0,85 - 1,15	0,8 - 1,2	0,75 - 1,4
Суглинки тяжелые пылеватые, глины	0,95 - 1,05	0,9 - 1,1	0,85 - 1,2

Первые два прохода катка следует выполнять на расстоянии 2 м от бровки насыпи, а затем, смещая проходы на 1/3 ширины следа в сторону бровки, уплотняют края насыпи, не доходя 0,3 - 0,5 м до откоса. После этого продолжают уплотнение круговыми проходами от края к середине.

В целях уплотнения грунта в краевых частях насыпи, прилегающих к откосу, ее следует отсыпать на 0,3 - 0,5 м шире проектного очертания. Каждый последующий проход по одному и тому же следу начинают после перекрытия предыдущими проходами всей ширины земляного полотна.

Первый и последний проходы по полосе участка выполняют на малой скорости катка (2 - 2,5 км/ч), промежуточные проходы - на большой (до 8 км/ч).

Отсыпку каждого последующего слоя можно производить только после разравнивания и уплотнения предыдущего, а также контроля качества работ.

На заключительном этапе работы выполняются следующие технологические операции:

- планировка верха насыпи автогрейдером;
- планировка откосов экскаватором с верхней стоянки.

Технологической картой предусмотрено планировку верха земляного полотна выполнять автогрейдером по круговой схеме движения от бровок к оси земляного полотна за два прохода по одному следу.

Перед началом работ автогрейдер устанавливают так, чтобы его крайние колеса, ближайшие к бровке земляного полотна, находились на расстоянии 0,8 - 1,0 м от нее. Отвал устанавливают в рабочее положение с одновременным выдвиганием его к бровке на 0,8 - 1,0 м.

Угол захвата ножа автогрейдера должен составлять при первом проходе - 50°, при втором - 55°, а угол наклона соответствовать проектному поперечному профилю.

Перекрытие следов при планировке верха земляного полотна принимается 0,5 м.

Перед началом планировки откоса восстанавливают положение оси и бровок земляного полотна в плане и продольном профиле кольшками через 20 м, обозначают подошву насыпи, фиксирующие проектный профиль откоса.

По обочине насыпи кольшками обозначают линию движения внешней гусеницы экскаватора.

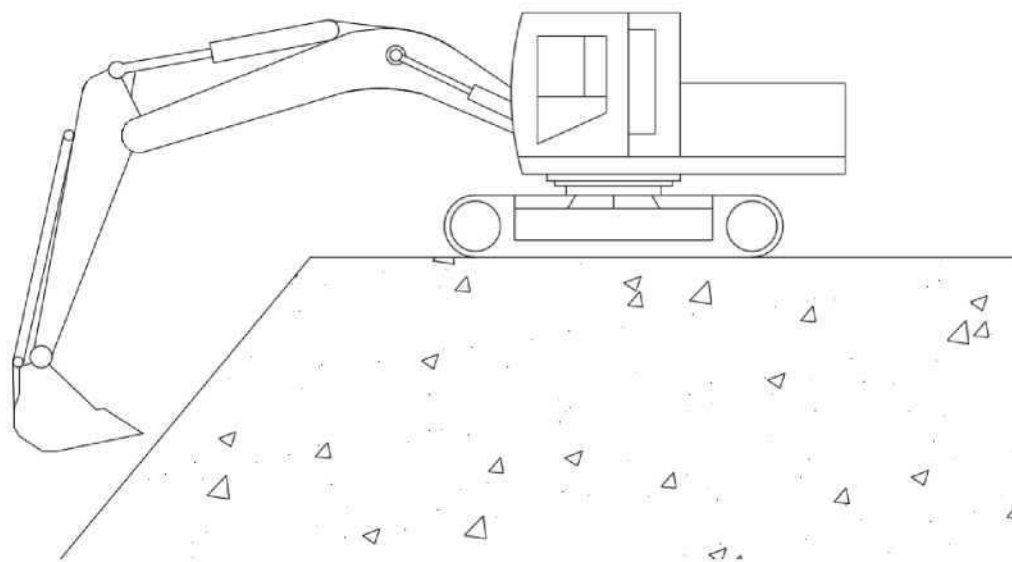


Рисунок 2.6 – Схема планировки откосов

Работу по планировке откоса выполняют с верхней стоянки экскаватора, как показано на рисунке 2.6. Стрелу экскаватора устанавливают перпендикулярно линии бровки.

После планировки откоса на участке стоянки экскаватор перемещают по фронту работ на 2 м и планируют следующий участок, перекрывая предыдущий след на 1/3 ширины планировочной рамы.

Для обеспечения устойчивости досыпаемого в откосы насыпи грунта, в местах, где высота насыпи менее 2-х м, осуществляют рыхление откосов существующей насыпи бульдозером на глубину 0,3 м.

При высоте существующей насыпи более 2-х м, на откосах насыпи осуществляется нарезка уступов. Уступы нарезаются шириной 2 - 3 м, высотой до 1 м.

Нарезка уступов производится бульдозером с поворотным отвалом проходами под углом 45° к оси дороги, движущимся продольными ходами параллельно оси дороги, начиная с нижнего уступа. После нарезки нижнего уступа грунт из нарезаемого вышележащего уступа перемещается на готовый нижний уступ, с планировкой и уплотнением.

2.2.3 Контроль качества

Контроль качества работ осуществляется прорабом, либо мастером с привлечением аккредитованной производственно-испытательной лаборатории. Она должна быть оснащена техническими средствами, которые обеспечат необходимую точность и полноту контроля. Грунт для отсыпки земляного полотна должен быть пригоден. Этот параметр должен быть установлен лабораторными испытаниями.

Контроль качества работ производится согласно схемы операционного контроля, представленной в таблице 2.4.

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ контроля, средства контроля	Объем контроля	Обоснование
Перемещение грунта в насыпь бульдозером	1. Порядок и способ отсыпки 2. Регулирование движения бульдозера по отсыпанному слою		Инструментальный: 1. Рулетка 2. Измерительная 3. Визирки	Постоянно	
Разравнивание грунта в насыпи	1. Толщина слоя 2. Высотные отметки продольного профиля 3. Расстояние между осью и бровкой земляного полотна 4. Крутизна откосов 5. Поперечные уклоны	2. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 20 мм; остальные - до ± 10 мм 3. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 20 см, остальные ± 10 см 4. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 20%, остальные - до 10 % 5. Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от $\pm 0,010$ до 0,015, остальные - до $\pm 0,005$	Инструментальный: 1. Визирки 2. Нивелир 3. Рулетка измерительная 4. Уклономер	1. Промеры не реже, чем через 100 м 2. Промеры не реже, чем через 100 м 3. Промеры не реже, чем через 100 м 4. Промеры через 50 м 5. Промеры через 50 м	СП 78.13330.2012, приложение А, табл.А.1
Пробное уплотнение грунта	1. Влажность уплотняемого слоя 2. Максимальная плотность грунта	1. Определяется в ходе уплотнения. Должна быть близкой к оптимальной 2. Насыпь считается уплотненной до требуемой плотности, если осадка ее поверхности не превышает 3 мм при проходе автомобиля и 5 мм при проходе гладковальцового катка	1. Метод высушивания 2. Метод пробного нагружения	1. Захватка длиной 20 м, шириной в соответствии с шириной применяемого катка	СП 20.13330.2016

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ контроля, средства контроля	Объем контроля	Обоснование
Уплотнение грунта в насыпи	1. Режим уплотнения 2. Влажность уплотняемого слоя 3. Фактическая плотность грунта	2. В соответствии с актом пробного уплотнения. 3. Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 20 %, остальные - до 10 %	Визуальный Лабораторный: 1. Метод режущего кольца или метод марки 2. Метод режущего кольца или метод марки	1. Постоянно 2. Не реже одного раза в смену 3. Не менее трех образцов не реже, чем через 50 м - для верхнего слоя, не реже, чем через 20 м - для нижних слоев	СП 78.13330.2012, п. 7.12.3, 7.12.4
Планировка откосов насыпи	Крутизна откосов	Уменьшение крутизны до 10% от проектного значения	Уклономер	Промеры через 50 м	СП 20.13330.2016

2.2.4 Потребность в материально-технических ресурсах

Потребность комплексного механизированного машино-дорожного отряда, оборудования и приспособлениях представлена в таблице 2.9.

Таблица 2.9 - Состав ^ машино-дорожного отряда

Машины	Исполнитель	Количество машин	Количество машинистов	Примечание
Экскаватор Hitachi ZX670LCR-3	Машинист	2	2	
Автомобиль-самосвал КАМАЗ-6580-87(S5)	Водитель	7	7	
Бульдозер Caterpillar D9N WDA	Машинист	3	3	
Каток Caterpillar CS531C	Машинист	2	2	
Автогрейдер ДЗ 98	Машинист	1	1	
Поливомосечная машина	Водитель	1	1	По необходимости

2.2.5 Техника безопасности

Следует соблюдать Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог и требования СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве» [15], а также правила техники безопасности, изложенные в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин. Запрещается посторонним людям находиться в зоне работы машин и автомобилей-самосвалов. К управлению машинами допускаются машинисты, получившие удостоверение установленной формы, знающие конструкцию, правила управления и эксплуатации данной машины и двигателя, а также правила техники безопасности. Персонал, обслуживающий машины, должен пройти обучение и получить удостоверение на право управления машиной и производства работ. К управлению: автогрейдером, катками и автосамосвалами допускаются лица не моложе 18 лет, которые прошли, на рабочем месте, вводный инструктаж. Все машины должны быть исправными.

До начала работ оградить участок дорожными знаками, а движение транспорта направить по второй полосе согласно схеме. Движение автомобилей-самосвалов задним ходом к месту погрузки и выгрузки грунта разрешается на расстояние не более 50 м и должно сопровождаться звуковым сигналом. Загрузка грунта объемом, превышающим установленную грузоподъемность автомобиля-самосвала, запрещается.

При выгрузке грунта из автомобиля-самосвала на насыпь расстояние от оси его заднего колеса до бровки естественного откоса насыпи должно быть не менее 2 м, а расстояние от бровки до внешнего колеса машины, движущейся по насыпи - не менее 1 м.

Очищать поднятые кузова автомобилей-самосвалов следует скребками или лопатой с удлиненной рукояткой, обеспечивающей нахождение рабочего в

безопасной зоне.

При разгрузке грунта рабочие должны находиться со стороны водителя машины в его зоне видимости, но не ближе 5 м к зоне отсыпки грунта.

При работе с рабочими инвентарем рабочие должны быть в защитных рукавицах. Рабочий инвентарь (лопаты, грабли) должен быть исправен, ручки не должны иметь заусенец и сколов.

При проведении строительных работ, все рабочие и механизаторы должны быть обеспечены всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Для рабочих должны быть предоставлены все необходимые условия труда, питания и отдыха.

Перед началом каждой смены должно быть проверено техническое состояние машин (надежность крепления узлов).

Каждая машина должна быть оборудована звуковой сигнализацией, перед пуском ее в действие, необходимо убедиться в их исправности, наличии на них защитных приспособлений, в отсутствии посторонних лиц на рабочем участке, и подать звуковой сигнал.

При работе нескольких машин, идущих друг за другом, необходимо соблюдать дистанцию между ними не менее 10 м.

Машинистам запрещается:

- работать на неисправных механизмах;
- на ходу, во время работы устранять неисправности;
- оставлять механизм с работающим двигателем;
- допускать посторонних лиц в кабину механизма;
- стоять перед диском с запорным кольцом при накачивании шин;

При работе бульдозера необходимо соблюдать следующие правила:

- при перемещении грунта бульдозером на подъеме необходимо следить за тем, чтобы отвал не врезался в грунт;
- запрещается перемещать грунт на подъем или под уклон более 30°;
- при сбрасывании грунта под откос запрещается выдвигать отвал бульдозера за бровку откоса;
- запрещается работать в глинистых грунтах в дождливую погоду;
- до остановки двигателя запрещается находиться между трактором и отвалом или под трактором;
- во время случайных остановок бульдозера отвал должен быть опущен на землю.

При работе на грунтоуплотняющей технике необходимо соблюдать следующие требования:

- каток должен быть оборудован звуковыми и сигнальными приборами, за исправностью которых должен следить машинист;
- на недавно отсыпанной насыпи колеса катка должны быть не ближе 0,5 м от бровки откоса;
- машинист катка должен носить специальную одежду, а для предохранения глаз от пыли следует надевать защитные очки;

- во время движения катка запрещается загружать балласт;
- загруженный балластом каток запрещается поднимать домкратом;
- запрещается работать с неисправным манометром.

2.2.6 Техничко-экономические показатели

Таблица 2.10 - Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
Экскаваторные работы из карьера в насыпь					
ГЭСН 01-01-12	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 2,5 м ³ , 2 группа грунтов	1000 м ³	11,706		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		5,95	69,65
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		18,71	219,02
	Экскаваторы одноковшовые 2,5 м ³	Маш-ч		8,1	94,82
	Бульдозеры	Маш-ч		2,51	29,38
Экскаваторные работы из выемки в насыпь					
ГЭСН 01-01-12	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 2,5 м ³ , 1 группа грунтов	1000 м ³	23,143		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		4,68	108,31
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		14,71	340,43
	Экскаваторы одноковшовые 2,5 м ³	Маш-ч		6,37	147,42
	Бульдозеры	Маш-ч		1,97	45,59
	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 2,5 м ³ , 2 группа грунтов	1000 м ³	58,271		
Затраты труда рабочих	Чел-ч			5,95	346,71

Обоснова ние	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
ГЭСН 01-01-12	Затраты труда машинистов	Чел-ч		18,71	1090,25
	Экскаваторы одноковшовые 2,5 м ³	Маш-ч		8,1	472
	Бульдозеры	Маш-ч		2,51	146,26
	Разработка грунта с погрузкой на автосамосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 2,5 м ³ , 3 группа грунтов	1000 м ³	23,599		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		7,36	173,69
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		23,12	545,61
	Экскаваторы одноковшовые 2,5 м ³	Маш-ч		10,01	236,23
	Бульдозеры	Маш-ч		3,10	73,16
Уплотнение грунта катками					
ГЭСН 01-02-003	Уплотнение грунта вибрационными катками 2,2 т на первый проход по одному следу при толщине слоя: 40 см	1000 м ³	134,235		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		10,91	1464,50
	Катки дорожные самоходные вибрационные, масса 2,2 т	Маш-ч		1,60	214,78
	На каждый последующий проход по одному следу добавлять: к норме 01-02-003-04	1000 м ³	134,235		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,60	214,78
	Катки дорожные самоходные вибрационные, масса 2,2 т	Маш-ч		1,60	214,78
Планировка откосов и полотна					
ГЭСН 01-02-027-02	Планировка полотна: механизированным способом, 2 группа грунтов	1000 м ²	138,810		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		-	-

Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
ГЭСН 01-02-027-02	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,1	152,69
	Бульдозеры	Маш-ч		0,67	93
	Автогрейдеры	Маш-ч		0,43	59,69
ГЭСН 01-02-027-012	Планировка откосов механизированным способом, 2 группа грунтов	1000 м ²	157,583		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		32,08	5055,26
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		2,87	452,26
	Экскаваторы	Маш-ч		0,40	63,03
	Автогрейдеры	Маш-ч		1,64	258,43

Таблица 2.11 - Сводка затрат труда

Наименование профессии	Количество, чел-ч
Рабочие	5753,62
Машинисты	4479,54

Таблица 2.12 - Сводка потребности в машинах

Наименование машины	Потребность, маш-ч
Экскаватор	1013,5
Бульдозер	387,39
Каток	429,56
Автогрейдер	318,12

План потока по устройству земляного полотна представлен в приложении 3.

2.3 Технологическая карта №3

2.3.1 Первый раздел

Как и в предыдущих двух технологических картах необходимо подобрать и рассчитать специализированный отряд.

В качестве ведущей в данной карте будет выступать самоходный скрепер Caterpillar 623H.

Производительность скрепера (м³/ч) рассчитывается по формуле:

$$П = \frac{3600 \cdot K_n K_b}{\Gamma_{ц} K_p} \quad (2.16)$$

где q - геометрическая емкость ковша скрепера, равная 15 м³;

K_n - коэффициент наполнения ковша, берется по таблице 2.13;

K_B - коэффициент использования рабочего времени, равный 0,85; K_p -

коэффициент разрыхления грунта, берется по таблице 2.2;

Δ - продолжительность одного цикла, с.

Продолжительность одного цикла определяется по формуле:

где t_H - продолжительность набора грунта, с; $t_{r.x}$ - продолжительность груженого хода, с; t_B -

$$\Delta = t_H + t_{r.x} + t_B + \xi + t_n + 2t_{пов} \quad (2.17)$$

продолжительность выгрузки грунта, с; $t_{x.x}$ - продолжительность порожнего хода, с; t_n - время, затрачиваемое на переключение передачи, равное 6 с; $t_{пов}$ - время, затрачиваемое на один поворот, равное 20 с.

Продолжительность набора грунта рассчитывается по формуле:

$$t_H = \frac{I_H}{u_H} \quad (2.18)$$

где I_H - длина пути набора грунта, м;

u_H - скорость скрепера при наборе грунта, м/с.

Продолжительность груженого хода рассчитывается по формуле:

$$J_{r.x} = \frac{l_{r.x}}{u_{r.x}} \quad (2.19)$$

где $l_{r.x}$ - длина пути груженого хода, м;

$u_{r.x}$ - скорость движения скрепера при груженом ходе, м/с.

Продолжительность выгрузки грунта рассчитывается по формуле:

$$*B = \frac{l_B}{u_B} \quad (2.20)$$

где l_B - длина пути выгрузки грунта, м;

u_B - скорость движения скрепера при выгрузке грунта, м/с.

Продолжительность порожнего хода рассчитывается по формуле:

$$M_{x.x} = \frac{l_{x.x}}{u_{x.x}} \quad (2.21)$$

где $l_{x.x}$ - длина пути холостого хода, м;

$u_{x.x}$ - скорость движения скрепера при холостом ходе, м/с.

Таблица 2.13 - Коэффициенты наполнения ковшей скреперов

Грунт	Коэффициент наполнения ковша	
	Без толкача	С толкачем
Сухой рыхлый песок	0,5 - 0,7	0,8 - 1,0
Супесь и средний суглинок	0,8 - 0,95	1,0 - 1,2
Тяжелый суглинок и глина	0,65 - 0,75	0,9 - 1,2

Длина пути (м) набора грунта (копания) определяется по формуле:

$$I_n = \frac{q \cdot K_n \cdot K_p}{K_h \cdot h \cdot b} \quad (2.22)$$

Длина (м) пути выгрузки грунта:

$$L = \frac{q \cdot h_{cn}}{b} \quad (2.23)$$

где q - геометрическая емкость ковша, равная 15 м^3 ;

b - ширина полосы захвата грунта ножами скрепера, равная $3,137 \text{ м}$;

h - средняя толщина стружки грунта при наборе, м;

h_{cn} - средняя толщина слоя отсыпки грунта в насыпь, равная $0,3 \text{ м}$;

K_n - коэффициент наполнения ковша грунтом, берется по таблице 2.13; K_p - коэффициент разрыхления грунта, берется по таблице 2.2;

K_h - коэффициент потерь грунта при наборе, равный $1,2$;

K_n - коэффициент неравномерности толщины стружки, равный $0,7$. Расчет

производительности самоходного скрепера Caterpillar 623H для I группы грунтов по трудности разработки.

Продолжительность одного цикла самоходного скрепера.

Длина пути набора грунта составляет:

$$I_n = \frac{15 \cdot 0,9 \cdot 1,2}{0,7 \cdot 0,3 \cdot 3,137 \cdot 1,0} = 24,34 \text{ м.}$$

Длина пути выгрузки грунта составляет:

$$L = \frac{15,9}{3,137} = 5,07 \text{ м.}$$

Время, затрачиваемое на набор грунта:

Продолжительность груженого хода:

$$t_n = \frac{24,34}{1,3} = 18,72 \text{ с.}$$

$$t_{rx} = \frac{11,25}{0,1} = 112,5 \text{ с.}$$

$$= \frac{14,34}{0,85} = 16,99 \text{ с.}$$

Продолжительность холостого хода:

$$t_{xx} = \frac{1500}{15} = 100 \text{ с.}$$

Продолжительность одного цикла:

$$\Delta = 17,51 + 133,33 + 20,78 + 100 + 6 + 2 \cdot 20 = 317,82 \text{ с.}$$

Производительность скрепера:

$$P = \frac{3600 \cdot 15 \cdot 0,9}{317,82 \cdot 1,01} = 128,69 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Расчет производительности самоходного скрепера Caterpillar 623H для II группы грунтов по трудности разработки.

Продолжительность одного цикла самоходного скрепера.

Длина пути набора грунта составляет:

$$l_{\text{н}} = \frac{15 \cdot 1,1 \cdot 1,2}{0,75} = 44,2 \text{ м.}$$

$$*_{\text{в}} = \frac{1,92}{0,33} = 17,53 \text{ м.}$$

Длина пути выгрузки грунта составляет:

Продолжительность набора грунта:

$$t_{\text{н}} = \frac{44,2}{1,39} = 31,8 \text{ с.}$$

Продолжительность груженого и холостого хода берем из расчетов, приведенных в I группе грунта.

Продолжительность выгрузки грунта:

$$*_{\text{в}} = \frac{17,53}{0,69} = 25,41 \text{ с.}$$

Продолжительность одного цикла:

$$\Delta = 31,8 + 133,33 + 25,41 + 100 + 6 + 2 \cdot 20 = 336,54 \text{ с.}$$

$$П = \frac{3600-15-1,1-0,85}{336,54-1,02} = 147,09 \frac{м^3}{ч}$$

После расчета производительности самоходного скрепера необходимо подобрать каток. Катки необходимы для уплотнения грунта. Подбираем Bomag BW24RH прицепной каток на пневмоколесном ходу. Производительность подобранного катка составляет:

$$Q = \frac{6000 \cdot (2,4 - 0,2)}{12} \cdot 9 = 869 \frac{м^2}{ч}$$

После расчета производительности катка необходимо подобрать автогрейдер. Автогрейдеры необходимы для планировки земляного полотна. Подбираем автогрейдер ДЗ 98.

Производительность автогрейдера составляет:

$$P_{пп} = \frac{3-50-0,5-3000}{3} = 1149,06 \frac{м^2}{ч}$$

2.3.1.1 Область применения

Технологическая карта необходима для организации труда при устройстве земляного полотна участка автомобильной дороги с разработкой грунта в выемке и транспортировкой в насыпь самоходным скрепером на объекте «Капитальный ремонт автомобильной дороги «А-331 «Виллой» Тулун - Братск - Усть-Кут - Мирный - Якутск на участке км 182+000 - км 187+000».

Технологическая карта составлена на возведение земляного полотна при разработке и транспортировке грунта самоходными скреперами марки Caterpillar 623Н с емкостью ковша 15 м³.

Объем работ:

- разработка грунта самоходным скрепером в выемке - 74364 м³.

2.3.1.2 Технология и организация выполнения работ

Рабочий цикл самоходного скрепера, при возведении земляного полотна участка автомобильной дороги из грунта выемок, включает следующие операции:

- зарезание и набор грунта;
- груженный ход к месту укладки грунта;
- выгрузка и разравнивание грунта в насыпи;
- обратный порожний ход.

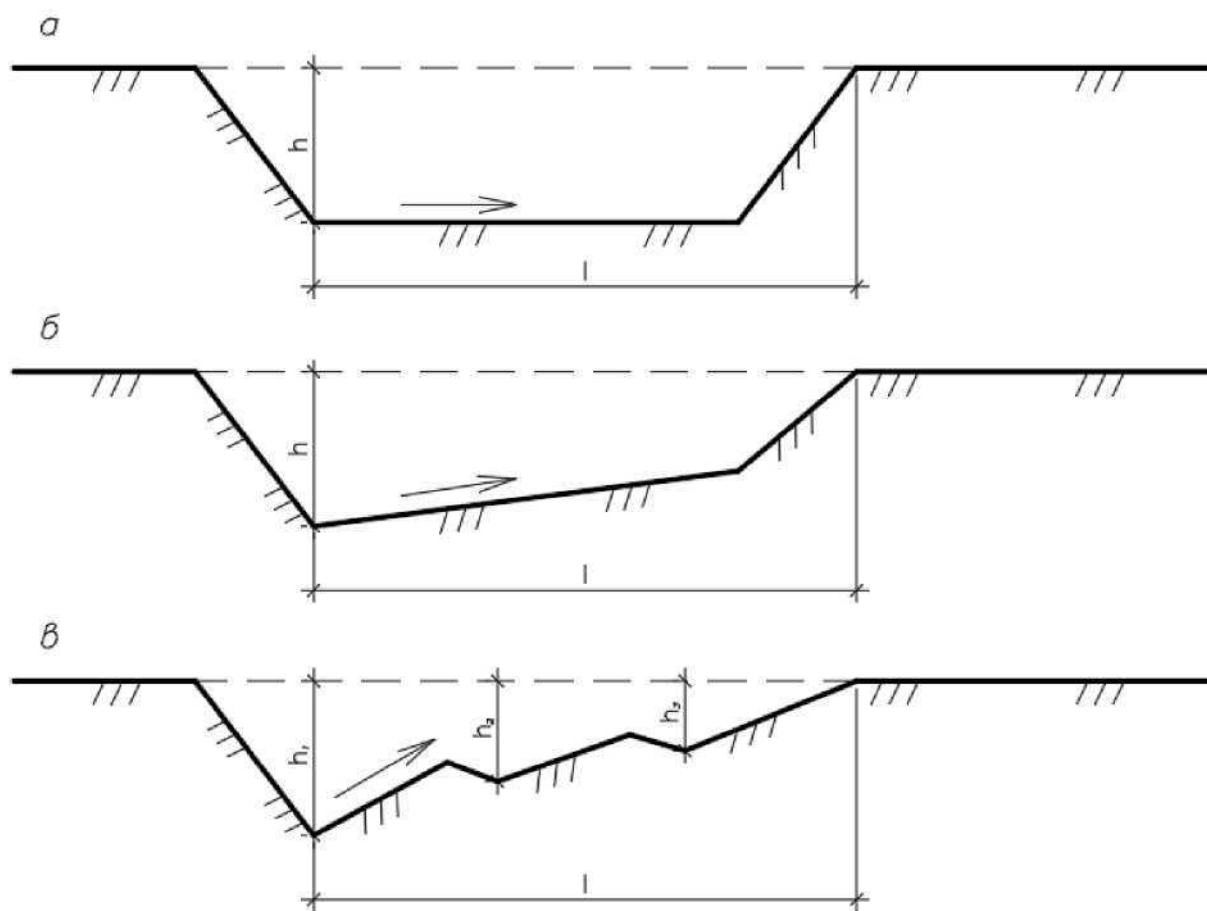
Зарезание и набор грунта зависят от толщины срезаемой стружки и длины пути набора.

При выполнении работ по резанию грунта различают способы, проиллюстрированные на рисунке 2.7:

- прямой стружкой;
- клиновой стружкой;
- гребенчатый.

Транспортировка грунта и обратный порожний ход зависят от скорости самоходного скрепера по трассе. Путь транспортирования грунта к месту его укладки должен быть кратчайшим, с наименьшим числом поворотов и без труднопреодолимых подъёмов.

Разгрузка ковша производится при прямолинейном движении со скоростью до 2,5 км/ч. Грунт выгружают послойно, горизонтальными продольными рядами, толщиной отсыпаемого слоя 30 см.



а – прямой стружкой; б – клиновой; в – гребенчатый

l - длина пути набора грунта; h - глубина резанья Рисунок 2.7 - Способы резанья грунта скрепером

В данной технологической карте движение скреперов, при разработке выемки и продольном перемещении грунта в насыпь, организуется по эллиптической схеме, что дает возможность производить развороты без съезда с насыпи. Проходы самоходных скреперов распределяются равномерно по всей ширине насыпи, это необходимо для предварительного уплотнения грунта.

Зарезание и заполнение ковша самоходного скрепера грунтом должно производиться при прямолинейном движении. Зарезание грунта следует про-

изводить при движении машины на первой передаче, по возможности под уклоном, что позволит облегчить набор грунта в ковш скрепера, сократить время набора и достичь наибольшего заполнения ковша. Резание грунта следует производить с максимально возможной толщиной стружки.

Послойная отсыпка грунта производится способом «от себя», это позволяет использовать проезд груженого скрепера в качестве уплотнения ранее уложенных участков. В начале выгрузки грунта ковш должен находиться в опущенном состоянии до просвета, равного 0,3 м, а заслонка поднимается до отказа. Не допускается разгрузка грунта кучами. Движение самоходного скрепера с одновременным разравниванием слоя, приводит к улучшению условий для уплотнения грунта, а также повышается скорость движения скрепера.

После завершения процесса выгрузки грунта, при движении скрепера в пределах отсыпаемой насыпи, ковш следует оставлять на уровне выгрузки для дальнейшего разравнивания отдельных неровностей отсыпки. При съезде с насыпи необходимо поднимать ковш на 0,4 - 0,5 м, чтобы обеспечить проход самоходного скрепера через возможные препятствия на пути.

При укладке и уплотнении грунта должны постоянно наблюдать работники строительной лаборатории, которые проверяют качество грунтов в резерве, которые, потенциально, могут быть использованы на отсыпке насыпей. Также проводят пробное уплотнение грунтов с целью уточнения необходимого количества проходов грунтоуплотняющих машин и толщины отсыпаемого слоя грунта.

При проведении работ по уплотнению грунта катками проводят наблюдения за расположением следов и количеством проходов. При выявлении причин недоуплотненности грунта в каждом отдельном случае, в срочном порядке принимают меры к доведению его до необходимой плотности. При пробном уплотнении скорость движения катков не должна превышать 2 км/ч.

Грунт уплотняют слоями последовательными круговыми проходами катка по всей ширине насыпи с перекрытием следа на 0,3 - 0,5 м. Уплотнять грунт следует при оптимальной влажности, определенной по ГОСТ 227332016 [12], которая не должна выходить за пределы указанной в таблице 2.14 для разных типов грунтов.

Таблица 2.14 - Оптимальная влажность грунтов

Вид грунта	Влажность, %, при требуемом коэффициенте уплотнения		
	1 - 0,98	0,95	0,90
Пески пылеватые, супеси легкие, крупные	Не более 1,35	Не более 1,6	Не нормируется
Супеси легкие и пылеватые	0,8 - 1,25	0,75 - 1,35	0,7 - 1,6
Супеси тяжелые пылеватые и суглинки легкие пылеватые	0,85 - 1,15	0,8 - 1,2	0,75 - 1,4
Суглинки тяжелые пылеватые, глины	0,95 - 1,05	0,9 - 1,1	0,85 - 1,2

Первые два прохода катка следует выполнять на расстоянии 2 м от бровки насыпи, а затем, смещая проходы на 1/3 ширины следа в сторону бровки, уплотняют края насыпи, не доходя 0,3 - 0,5 м до откоса. После этого продолжают уплотнение круговыми проходами от края к середине.

В целях уплотнения грунта в краевых частях насыпи, прилегающих к откосу, ее следует отсыпать на 0,3 - 0,5 м шире проектного очертания. Каждый последующий проход по одному и тому же следу начинают после перекрытия предыдущими проходами всей ширины земляного полотна.

Первый и последний проходы по полосе участка выполняют на малой скорости катка (2 - 2,5 км/ч), промежуточные проходы - на большой (до 8 км/ч).

Отсыпку каждого последующего слоя можно производить только после разравнивания и уплотнения предыдущего, а также контроля качества работ.

На заключительном этапе работы выполняются следующие технологические операции:

- планировка верха насыпи автогрейдером;
- планировка откосов экскаватором с верхней стоянки.

Технологической картой предусмотрено планировку верха земляного полотна выполнять автогрейдером по круговой схеме движения от бровок к оси земляного полотна за два прохода по одному следу.

Перед началом работ автогрейдер устанавливают так, чтобы его крайние колеса, ближайšie к бровке земляного полотна, находились на расстоянии 0,8 - 1,0 м от нее. Отвал устанавливают в рабочее положение с одновременным выдвигением его к бровке на 0,8 - 1,0 м.

Угол захвата ножа автогрейдера должен составлять при первом проходе - 50°, при втором - 55°, а угол наклона соответствовать проектному поперечному профилю.

Перекрытие следов при планировке верха земляного полотна принимается 0,5 м.

2.3.1.3 Контроль качества

Контроль качества работ осуществляется прорабом, либо мастером с привлечением аккредитованной производственно-испытательной лаборатории. Она должна быть оснащена техническими средствами, которые обеспечат необходимую точность и полноту контроля. Грунт для отсыпки земляного полотна должен быть пригоден. Этот параметр должен быть установлен лабораторными испытаниями.

Контроль качества работ производится согласно схемы операционного контроля, представленной в таблице 2.15.

Таблица 2.15 - Схема операционного контроля

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ контроля, средства контроля	Объем контроля	Обоснование
Перемещение грунта в насыпь скрепером	Однородность грунта в теле насыпи		Визуальный	Постоянно	
Разравнивание грунта в насыпи	1. Толщина слоя 2. Высотные отметки продольного профиля 3. Расстояние между осью и бровкой земляного полотна 4. Крутизна откосов 5. Поперечные уклоны	2. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 20 мм; остальные - до ± 10 мм 3. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 20 см, остальные ± 10 см 4. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 20%, остальные - до 10 % 5. Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от $\pm 0,010$ до 0,015, остальные - до $\pm 0,005$	Инструментальный: 1. Визирки 2. Нивелир 3. Рулетка измерительная 4. Уклономер	1. Промеры не реже, чем через 100 м 2. Промеры не реже, чем через 100 м 3. Промеры не реже, чем через 100 м 4. Промеры через 50м 5. Промеры через 50м	СП 78.13330.2012, приложение А, табл.А.1
Пробное уплотнение грунта	1. Влажность уплотняемого слоя 2. Максимальная плотность грунта	1. Определяется в ходе уплотнения. Должна быть близкой к оптимальной 2. Насыпь считается уплотненной до требуемой плотности, если осадка ее поверхности не превышает 3 мм при проходе автомобиля и 5 мм при проходе гладковальцового катка	1. Метод высушивания 2. Метод пробного нагружения	1. Захватка длиной 20 м, шириной в соответствии с шириной применяемого катка	СП 20.13330.2016

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ контроля, средства контроля	Объем контроля	Обоснование
Уплотнение грунта в насыпи	1. Режим уплотнения 2. Влажность уплотняемого слоя 3. Фактическая плотность грунта	2. В соответствии с актом пробного уплотнения. 3. Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 20 %, остальные - до 10 %	Визуальный Лабораторный: 1. Метод режущего кольца или метод марки 2. Метод режущего кольца или метод марки	1. Постоянно 2. Не реже одного раза в смену 3. Не менее трех образцов не реже, чем через 50 м - для верхнего слоя, не реже, чем через 20 м - для нижних слоев	СП 78.13330.2012, п. 7.12.3, 7.12.4
Планировка откосов насыпи	Крутизна откосов	Уменьшение крутизны до 10% от проектного значения	Уклономер	Промеры через 50 м	СП 20.13330.2016

2.3.1.4 Потребность в материально-технических ресурсах

Потребность комплексного механизированного машино-дорожного отряда, оборудования и приспособлениях представлена в таблице 2.16.

Таблица 2.16 - Состав машино-дорожного отряда

Машины	Исполнитель	Количество машин	Количество машинистов	Примечание
Самоходный скрепер Caterpillar 623H	Машинист	1	1	
Каток Bomag BW24RH	Машинист	1	1	
Автогрейдер ДЗ 98	Машинист	1	1	
Поливомоечная машина	Водитель	1	1	По необходимости

2.3.1.5 Техника безопасности

Следует соблюдать Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог и требования СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве» [15], а также правила техники безопасности, изложенные в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин. Запрещается посторонним людям находиться в зоне работы машин и автомобилей-самосвалов. К управлению машинами допускаются машинисты, получившие удостоверение установленной формы, знающие конструкцию, правила управления и эксплуатации данной машины и двигателя, а также правила техники безопасности. Персонал, обслуживающий машины, должен пройти обучение и получить удостоверение на право управления машиной и производства работ. К управлению: автогрейдером, катками и автосамосвалами допускаются лица не моложе 18 лет прошедшие вводный инструктаж на рабочем месте. Все машины должны быть исправными.

До начала работ оградить участок дорожными знаками, а движение транспорта направить по второй полосе согласно схеме. При выполнении транспортных и погрузочно-разгрузочных работ в строительстве, промышленности строительных материалов и стройиндустрии в зависимости от вида транспортных средств наряду с требованиями настоящих правил и норм должны соблюдаться правила по охране труда на автомобильном транспорте, межотраслевые правила по охране труда и государственные стандарты.

Дистанция между движущимися скреперами должна быть не менее 5 м. Каждая машина должна быть оборудована исправным звуковым сигналом. Значение сигналов разъясняется всем работающим.

Грунт набирается при прямолинейном движении на низших передачах с максимально возможной толщиной стружки. Повороты при наполнении ковша могут привести к опрокидыванию скрепера. Чрезмерное заглубление ковша скрепера на плотных и недостаточно взрыхленных участках не допускается, так как при этом возникают сильные толчки, сопровождаемые подъемом задней части машины. Во избежание опрокидывания не допускаются крутые развороты, а также

транспортирование порожнего скрепера с поднятым ковшом.

Разгрузка осуществляется только на ходу с одновременной послойной укладкой грунта в отсыпаемые места. При разгрузке движение задним ходом под откос и повороты не производятся. Особое внимание обращается на организацию скреперных работ в зоне расположения действующих подземных коммуникаций.

При работе с рабочими инвентарем рабочие должны быть в защитных рукавицах. Рабочий инвентарь (лопаты, грабли) должен быть исправен, ручки не должны иметь заусенец и сколов.

При проведении строительных работ, все рабочие и механизаторы должны быть обеспечены всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Для рабочих должны быть предоставлены все необходимые условия труда, питания и отдыха.

Техническое состояние машин (надежность крепления узлов) необходимо проверять перед началом каждой смены.

Каждая машина должна быть оборудована звуковой сигнализацией, перед пуском ее в действие необходимо убедиться в их исправности, наличии на них защитных приспособлений, в отсутствии посторонних лиц на рабочем участке и подать звуковой сигнал.

При работе нескольких машин, идущих друг за другом, необходимо соблюдать дистанцию между ними не менее 10 м.

Машинистам запрещается:

- работать на неисправных механизмах;
- на ходу, во время работы устранять неисправности;
- оставлять механизм с работающим двигателем;
- допускать посторонних лиц в кабину механизма;
- стоять перед диском с запорным кольцом при накачивании шин;

При работе на грунтоуплотняющей технике необходимо соблюдать следующие требования:

- каток должен быть оборудован звуковыми и сигнальными приборами, за исправностью которых должен следить машинист;
- на свежееотсыпанной насыпи колеса катка должны быть не ближе 0,5 м от бровки откоса;
- машинист катка должен носить спецодежду, для предохранения глаз от пыли следует надевать защитные очки;
- запрещается загружать балласт во время движения катка;
- запрещается поднимать домкратом загруженный балластом каток;
- запрещается работать с неисправным манометром.

2.3.1.6 Техничко-экономические показатели

Таблица 2.17 - Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
Скреперные работы из выемки в насыпь					
ГЭСН 01-01-024	Разработка грунта с перемещением до 300 м скреперами самоходными с ковшом вместимостью 15 м ³ , 1 группа грунтов	1000 м ³	16,093		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		3,38	54,39
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		20,03	322,34
	Скреперы самоходные (на колесных тягачах), емкость ковша 15 м ³	Маш-ч		6,37	102,51
	При перемещении грунта на каждые последующие 100 м по дорогам добавлять: к норме 01-01-024-03	1000 м ³	16,093		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,77	28,48
	Скреперы самоходные (на колесных тягачах), емкость ковша 15 м ³	Маш-ч		1,77	28,48
	Разработка грунта с перемещением до 300 м скреперами самоходными с ковшом вместимостью 15 м ³ , 2 группа грунтов	1000 м ³	58,271		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		3,94	229,59
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		22,94	1336,74
	Скреперы самоходные (на колесных тягачах), емкость ковша 15 м ³	Маш-ч		16,53	963,22
	При перемещении грунта на каждые последующие 100 м по дорогам добавлять: к норме 01-01-024-04	1000 м ³	58,271		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,88	109,55

Обоснова ние	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
	Скреперы самоходные (на колесных тягачах), емкость ковша 15 м ³	Маш-ч		1,88	109,55
Уплотнение грунта катками					
ГЭСН 01-02-001	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по одному следу при толщине слоя: 30 см	1000 м ³	96,512		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		15,39	1485,32
	Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25т	Маш-ч		1,11	107,13
	На каждый последующий проход по одному следу добавлять: к норме 01-02-001-02	1000 м ³	96,512		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,38	133,19
	Катки дорожные прицепные на пневмоколесном ходу 25т	Маш-ч		1,38	133,19
Планировка откосов и полотна					
ГЭСН 01-02-027-02	Планировка полотна: механизированным способом, 2 группа грунтов	1000 м ²	79,202		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		-	-
ГЭСН 01-02-027-02	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,1	87,12
	Автогрейдеры	Маш-ч		0,43	34,06

Таблица 2.18 - Сводка затрат труда

Наименование профессии	Количество, чел-ч
Рабочие	229,59
Машинисты	3502,74

Таблица 2.19 - Сводка потребности в машинах

Наименование машины	Потребность, маш-ч
Самоходный скрепер	1203,76
Каток	240,32
Автогрейдер	34,06

План потока по устройству земляного полотна представлен в приложении 4.

2.3.2 Второй раздел

В данной технологической карте во втором машино-дорожном отряде ведущей машиной для разработки грунта выступает Caterpillar 336E H гусеничный экскаватор и рассчитываем его производительность по формуле 2.2.

Расчет производительности Caterpillar 336E H гусеничного экскаватора для I группы грунтов по трудности разработки.

Время цикла работы гусеничного экскаватора:

$$t_{ц} — 20 + 6 + 3 + 3 — 32 \text{ с.}$$

Производительность гусеничного экскаватора:

Расчет производительности Caterpillar 336E H гусеничного экскаватора для II

$$\text{ПЭ} \frac{3600 \cdot 1,25 \cdot 0,8}{0,85} — 86,93 \frac{\text{ч}}{\text{ч}}$$

группы грунтов.

Время цикла работы гусеничного экскаватора берем из расчета I группы грунта, так как этот параметр не меняется.

Производительность гусеничного экскаватора:

$$\text{ПЭ} \frac{3600 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 0,85}{32 \cdot 1,2} — 109,57 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Расчет производительности Caterpillar 336E H гусеничного экскаватора для III группы грунтов.

Время цикла работы гусеничного экскаватора берем из расчета I группы грунта, так как этот параметр не меняется.

Производительность гусеничного экскаватора:

$$\text{ПЭ} \frac{3600 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 0,85}{32 \cdot 1,3} — 137,92 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

После расчета производительности экскаватора необходимо выбрать марку автосамосвала. Автомобили самосвалы необходимы для транспортировки грунта к месту его укладки. Подбираем автосамосвал КАМАЗ-45143 для транспортировки грунта.

Расчет производительности автосамосвала КАМАЗ-45143 для I группы грунта.

Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле:

$$Q_{сб} = 72 = 7,5 \text{ м}^3.$$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала:

$$t_3 = t_g = \frac{2500}{833,33} = 3 \text{ мин};$$

$$t_2 = \frac{60 \cdot 7,5 \text{ Л}}{1 \cdot 86,93} = 5,69 \text{ мин};$$

$$T = 0,7 + 5,69 + 3 + 1 + 3 = 13,39 \text{ мин.}$$

Производительность автосамосвала:

$$P_T = \frac{60 \cdot 7,5}{13,39} = 33,61 \text{ ч}$$

Расчет производительности автосамосвала КАМАЗ-45143 для II группы грунта.

Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле:

$$Q_6 = 7,06 \text{ м}^3.$$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала: Продолжительность груженого и порожнего хода берем из расчета I группы грунта.

$$t_2 = \frac{109,57}{25} = 4,25 \text{ мин};$$

$$T = 0,7 + 4,25 + 3 + 1 + 3 = 11,95 \text{ мин.}$$

Производительность автосамосвала:

$$P_T = \frac{60 \cdot 7,06}{11,95} = 35,45 \text{ ч}$$

Расчет производительности автосамосвала КАМАЗ-45143 для III группы грунта.

Объем грунта в кузове, приведенный к объему в плотном теле:

$$Q_6 = 6,67 \text{ м}^3.$$

Продолжительность одного цикла автомобиля-самосвала: Продолжительность груженого и порожнего хода берем из расчета I группы грунта.

$$t_2 = \frac{60 \cdot 6,67^1}{1} = 3,19 \text{ мин};$$

$$137,92$$

$$T = 0,7 + 3,19 + 3 + 1 + 3 = 10,89 \text{ мин.}$$

Производительность автосамосвала:

$$P_T = \frac{60 - 6,67}{10,89} \cdot 36,75 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

После расчета производительности автосамосвалов необходимо выбрать вспомогательную машину - бульдозер, который необходим для разравнивания грунта. Выбираем бульдозер Caterpillar D10N.

Расчет производительности бульдозера.

Продолжительность одного цикла:

$$t_n = \frac{10}{0,7 - 1,11} = 12,99 \text{ с};$$

$$*t = \frac{150}{0,7 - 1,11} : 193,05 \text{ с}; =$$

$$t_x = \frac{10 + 150}{0,85 - 1,11} = 171,12 \text{ с};$$

$$t_{\text{ц}} = 12,99 + 193,05 + 171,12 + 2 \cdot 15 + 3 \cdot 5 + 2 = 424,16 \text{ с.}$$

Производительность бульдозера:

$$P = \frac{3600 - 20 - 0,8 - 0,6 - 0,8}{424,16^{1,05}} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{ч}} = 65,21 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

После расчета производительности бульдозера необходимо подобрать каток. Подбираем Bomag BW24RH прицепной каток на пневмоколесном ходу и рассчитываем его производительность.

$$P = \frac{6000 - 0,4 - 0,22 \cdot 0,79}{12} = 869 \frac{\text{м}^2}{\text{ч}}$$

После расчета производительности катка необходимо подобрать автогрейдер. Автогрейдеры необходимы для планировки земляного полотна. Подбираем автогрейдер ДЗ 98 и рассчитываем его производительность.

$$P_{\text{пп}} = \frac{3 - \text{sm}50 - 0,5 - 3000}{3} = 1149,06 \frac{\text{м}^2}{\text{ч}}$$

2.3.2.1 Область применения

Технологическая карта предназначена для организации труда при устройстве земляного полотна участка автомобильной дороги с разработкой грунта в выемке и карьере экскаваторами и транспортировкой в насыпь авто-

мобилями-самосвалами на объекте «Капитальный ремонт автомобильной дороги «А-331 «Виллой» Тулун - Братск - Усть-Кут - Мирный - Якутск на участке км 182+000 - км 187+000».

Технологическая карта составлена на возведение земляного полотна при разработке грунта экскаваторами марки Caterpillar 336Е Н с вместимостью ковша $1,25 \text{ м}^3$ с перевозкой грунта автомобилями-самосвалами.

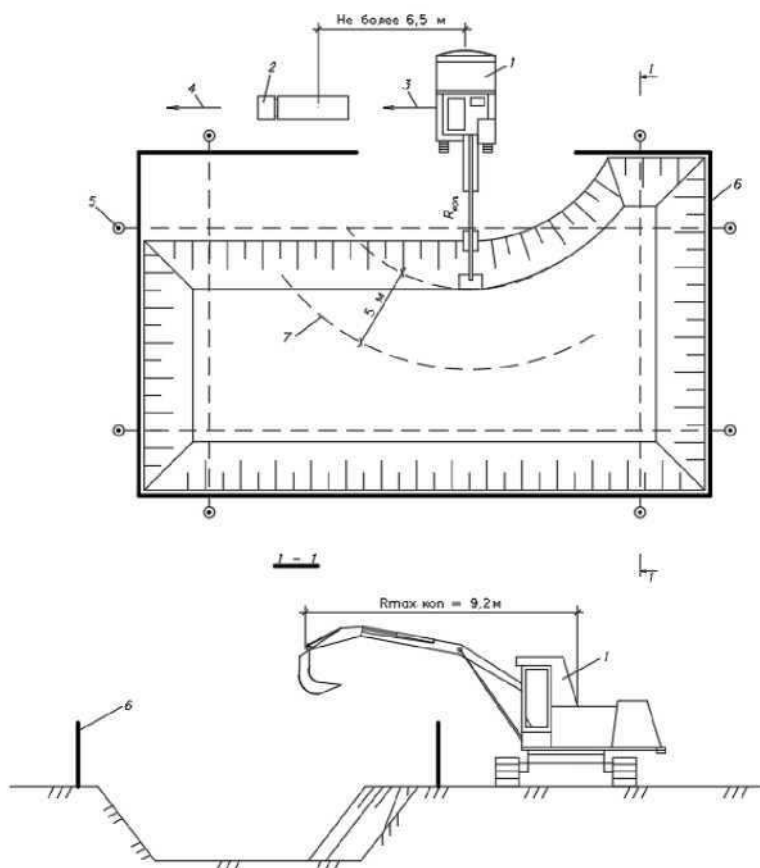
Для транспортировки грунта в данной технологической карте приняты автомобили-самосвалы КАМАЗ-45143 с вместимостью кузова 12 тонн.

Объем работ:

- разработка грунта экскаватором в выемке - 30655 м^3 ;
- разработка грунта экскаватором в карьере - $11705,9 \text{ м}^3$.

2.3.2.2 Технология и организация выполнения работ

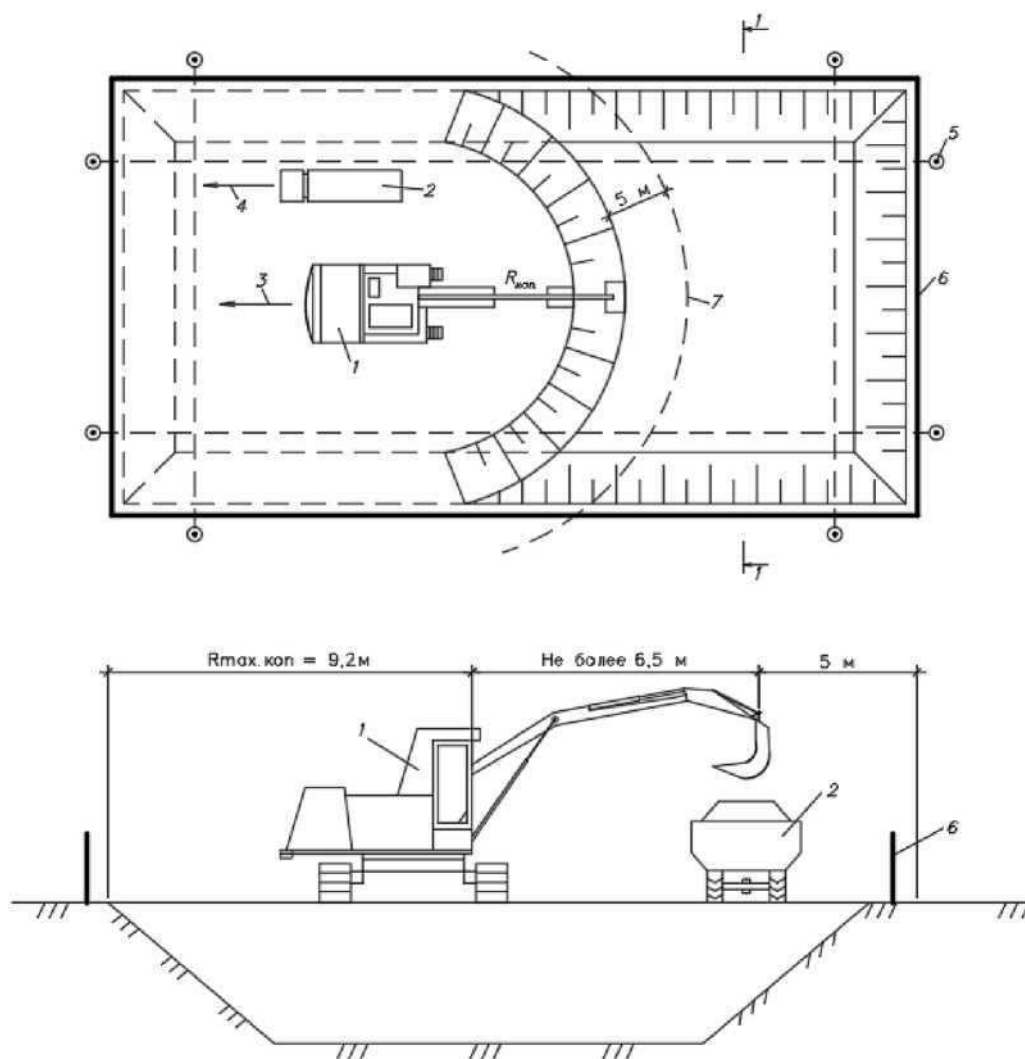
Разработку грунта экскаватором с обратной лопатой производят ниже уровня стоянки экскаватора боковыми, как показано на рисунке 2.8, или лобовыми, как показано на рисунке 2.9, проходками в транспортные средства. В соответствии с условиями работы, автомобили-самосвалы перемещаются по верху разработки, либо по подошве забоя. При движении по подошве забоя обеспечивается меньший



- экскаватор; 2 - автомобиль-самосвал; 3 - рабочий ход экскаватора; 4 - ось движения автосамосвала; 5 - геодезический знак закрепления осей; 6 - ограждение; 7 - граница опасной зоны

Рисунок 2.8 - Схема разработки грунта выемки экскаватором при боковой проходке

угол поворота платформы экскаватора при загрузке.



1 - экскаватор; 2 - автомобиль-самосвал; 3 - рабочий ход экскаватора; 4 - ось движения автосамосвала; 5 - геодезический знак закрепления осей; 6 - ограждение; 7 - граница опасной зоны

Рисунок 2.9 - Схема разработки грунта выемки экскаватором при лобовой проходке

При условии, что состояние грунта и размеры подошвы проходки экскаватора позволяют подавать самосвалы по дну проходки, применяется поперечно-челночный или продольно-челночный способ загрузки. При поперечночелночном способе углы поворота экскаватора не превышают 15° , при этом уменьшается время на разгрузку ковша и поворотное движение после разгрузки. При продольно-челночном способе грунт набирают перед задней стенкой кузова самосвала, и подняв ковш, разгружают его над кузовом. При этом способе повороты экскаватора практически не производятся. При погрузке одноковшовыми экскаваторами в самосвалы необходимо, чтобы объем кузова превышал в 4-5 раз вместимость ковша экскаватора.

Водитель устанавливает автомобиль-самосвал, чтобы он стоял вдоль одного из откосов забоя. Машинист экскаватора набирает в ковш грунт и поворачивает стрелу под углом 90° , а затем разгружает ковш. Набор грунта в ковш производится с наиболее близкой к автосамосвалу точки, а выгрузка - с наиболее дальней точки

кузова.

Помощник экскаваторщика следит за техническим состоянием экскаватора, состоянием забоя при технологических перерывах, устраняет дефекты экскаватора и убирает налипший грунт с ковша.

При перевозке грунта из забоя и выгрузке его к месту укладки требуется соблюдение точного порядка действий, что обеспечит выгрузку в необходимом месте, его укладку и уплотнение. Движение автомобилей-самосвалов осуществляется по тупиковой схеме и происходит по спланированному грунту, что обеспечивает дополнительное уплотнение грунта.

Укладка грунта в насыпь осуществляется по периметру, при этом постепенно заполняя всю площадь подошвы. Бульдозерист, приподнимая отвал на 0,3 м, укладывает грунт в насыпь ровным слоем при обратном ходе бульдозера. Затем опускает отвал на отсыпанный слой грунта, срезает неровности, заполняет впадины грунтом и возвращается к началу участка.

При работе бульдозера происходит частичное уплотнение насыпи гусеницами бульдозера. Бульдозерист производит работы по укладке грунта с перекрытием следа на 0,3 - 0,5 м.

При укладке и уплотнении грунта должны постоянно наблюдать работники строительной лаборатории, которые проверяют качество грунтов в резерве, которые, потенциально, могут быть использованы на отсыпке насыпей. Также проводят пробное уплотнение грунтов с целью уточнения необходимого количества проходов грунтоуплотняющих машин и толщины отсыпаемого слоя грунта.

При проведении работ по уплотнению грунта катками проводят наблюдения за расположением следов и количеством проходов. При выявлении причин недоуплотненности грунта в каждом отдельном случае, в срочном порядке принимают меры к доведению его до необходимой плотности. При пробном уплотнении скорость движения катков не должна превышать 2 км/ч.

Грунт уплотняют слоями последовательными круговыми проходами катка по всей ширине насыпи с перекрытием следа на 0,3 - 0,5 м. Уплотнять грунт следует при оптимальной влажности, определенной по ГОСТ 227332016 [12], которая не должна выходить за пределы указанной в таблице 2.20 для разных типов грунтов.

Таблица 2.20 - Оптимальная влажность грунтов

Вид грунта	Влажность, %, при требуемом коэффициенте уплотнения		
	1 - 0,98	0,95	0,90
Пески пылеватые, супеси легкие, крупные	Не более 1,35	Не более 1,6	Не нормируется
Супеси легкие и пылеватые	0,8 - 1,25	0,75 - 1,35	0,7 - 1,6

Окончание таблицы 2.20

Вид грунта	Влажность, %, при требуемом коэффициенте уплотнения		
	1 - 0,98	0,95	0,90
Супеси тяжелые пылеватые и суглинки легкие пылеватые	0,85 - 1,15	0,8 - 1,2	0,75 - 1,4
Суглинки тяжелые пылеватые, глины	0,95 - 1,05	0,9 - 1,1	0,85 - 1,2

Первые два прохода катка следует выполнять на расстоянии 2 м от бровки насыпи, а затем, смещая проходы на 1/3 ширины следа в сторону бровки, уплотняют края насыпи, не доходя 0,3 - 0,5 м до откоса. После этого продолжают уплотнение круговыми проходами от края к середине.

В целях уплотнения грунта в краевых частях насыпи, прилегающих к откосу, ее следует отсыпать на 0,3 - 0,5 м шире проектного очертания. Каждый последующий проход по одному и тому же следу начинают после перекрытия предыдущими проходами всей ширины земляного полотна.

Первый и последний проходы по полосе участка выполняют на малой скорости катка (2 - 2,5 км/ч), промежуточные проходы - на большой (до 8 км/ч).

Отсыпку каждого последующего слоя можно производить только после разравнивания и уплотнения предыдущего, а также контроля качества работ.

На заключительном этапе работы выполняются следующие технологические операции:

- планировка верха насыпи автогрейдером;
- планировка откосов экскаватором с верхней стоянки.

Технологической картой предусмотрено планировку верха земляного полотна выполнять автогрейдером по круговой схеме движения от бровок к оси земляного полотна за два прохода по одному следу.

Перед началом работ автогрейдер устанавливают так, чтобы его крайние колеса, ближайšie к бровке земляного полотна, находились на расстоянии 0,8 - 1,0 м от нее. Отвал устанавливают в рабочее положение с одновременным выдвиганием его к бровке на 0,8 - 1,0 м.

Угол захвата ножа автогрейдера должен составлять при первом проходе - 50°, при втором - 55°, а угол наклона соответствовать проектному поперечному профилю.

Перекрытие следов при планировке верха земляного полотна принимается 0,5 м.

Перед началом планировки откоса восстанавливают положение оси и бровок земляного полотна в плане и продольном профиле колышками через 20 м, обозначают подошву насыпи, фиксирующие проектный профиль откоса.

По обочине насыпи колышками обозначают линию движения внешней гусеницы экскаватора.

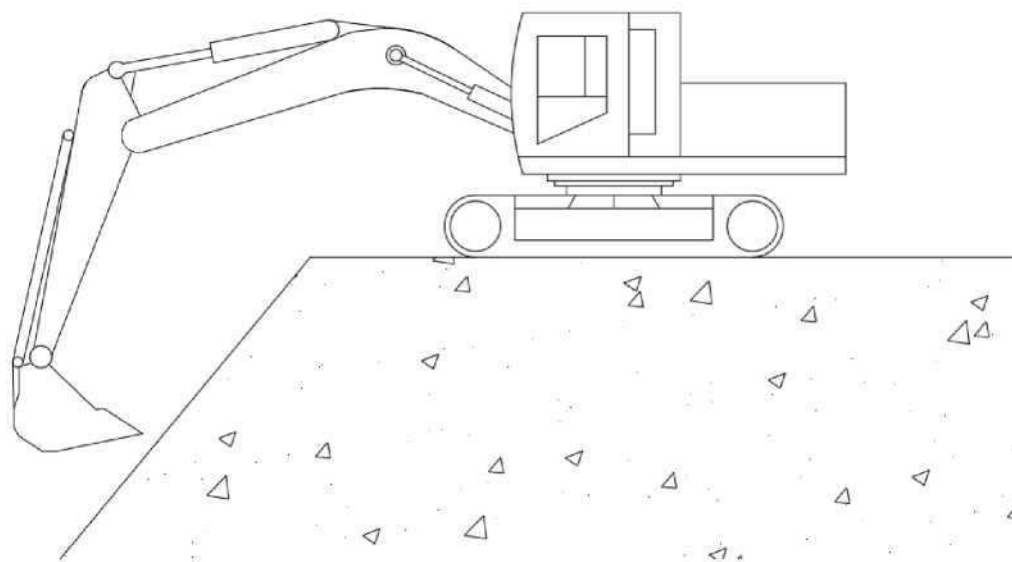


Рисунок 2.10 – Схема планировки откосов

Работу по планировке откоса выполняют с верхней стоянки экскаватора, как проиллюстрировано на рисунке 2.10. Установка стрелы экскаватора производится перпендикулярно линии бровки

После планировки откоса на участке стоянки экскаватор перемещают по фронту работ на 2 м и планируют следующий участок, перекрывая предыдущий след на 1/3 ширины планировочной рамы.

Для обеспечения устойчивости досыпаемого в откосы насыпи грунта, в местах, где высота насыпи менее 2-х м, осуществляют рыхление откосов существующей насыпи бульдозером на глубину 0,3 м.

При высоте существующей насыпи более 2-х м, на откосах насыпи осуществляется нарезка уступов. Уступы нарезаются шириной 2 - 3 м, высотой до 1 м.

Нарезка уступов производится бульдозером с поворотным отвалом проходами под углом 45° к оси дороги, движущимся продольными ходами параллельно оси дороги, начиная с нижнего уступа. После нарезки нижнего уступа грунт из нарезаемого вышележащего уступа перемещается на готовый нижний уступ, с планировкой и уплотнением.

2.3.2.3 Контроль качества

Контроль качества работ осуществляется прорабом, либо мастером с привлечением аккредитованной производственно-испытательной лаборатории. Она должна быть оснащена техническими средствами, которые обеспечат необходимую точность и полноту контроля. Грунт для отсыпки земляного полотна должен быть пригоден. Этот параметр должен быть установлен лабораторными испытаниями.

Контроль качества работ производится согласно схемы операционного контроля, представленной в таблице 2.21.

Таблица 2.21 - Схема операционного контроля

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ контроля, средства контроля	Объем контроля	Обоснование
Перемещение грунта в насыпь бульдозером	1. Порядок и способ отсыпки 2. Регулирование движения бульдозера по отсыпанному слою		Инструментальный: 1. Рулетка измерительная 2. Визирки	Постоянно	
Разравнивание грунта в насыпи	1. Толщина слоя 2. Высотные отметки продольного профиля 3. Расстояние между осью и бровкой земляного полотна 4. Крутизна откосов 5. Поперечные уклоны	2. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 20 мм; остальные - до ± 10 мм 3. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до ± 20 см, остальные ± 10 см 4. Не более 10% результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 20%, остальные - до 10 % 5. Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах от $\pm 0,010$ до 0,015, остальные - до $\pm 0,005$	Инструментальный: 1. Визирки 2. Нивелир 3. Рулетка измерительная 4. Уклономер	1. Промеры не реже, чем через 100 м 2. Промеры не реже, чем через 100 м 3. Промеры не реже, чем через 100 м 4. Промеры через 50м 5. Промеры через 50м	СП 78.13330.2012, приложение А, табл.А.1
Пробное уплотнение грунта	1. Влажность уплотняемого слоя 2. Максимальная плотность грунта	1. Определяется в ходе уплотнения. Должна быть близкой к оптимальной 2. Насыпь считается уплотненной до требуемой плотности, если осадка ее поверхности не превышает 3 мм при проходе автомобиля и 5 мм при проходе гладковальцового катка	1. Метод высушивания 2. Метод пробного нагружения	1. Захватка длиной 20 м, шириной в соответствии с шириной применяемого катка	СП 20.13330.2016

Окончание таблицы 2.21

Наименование технологического процесса	Контролируемый параметр	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ контроля, средства контроля	Объем контроля	Обоснование
Уплотнение грунта в насыпи	1. Режим уплотнения 2. Влажность уплотняемого слоя 3. Фактическая плотность грунта	2. В соответствии с актом пробного уплотнения. 3. Не более 10 % результатов определений могут иметь отклонения от проектных значений в пределах до 20 %, остальные - до 10 %	Визуальный Лабораторный: 1. Метод режущего кольца или метод марки 2. Метод режущего кольца или метод марки	1. Постоянно 2. Не реже одного раза в смену 3. Не менее трех образцов не реже, чем через 50 м - для верхнего слоя, не реже, чем через 20 м - для нижних слоев	СП 78.13330.2012, п. 7.12.3, 7.12.4
Планировка откосов насыпи	Крутизна откосов	Уменьшение крутизны до 10% от проектного значения	Уклономер	Промеры через 50 м	СП 20.13330.2016

2.3.2.4 Потребность в материально-технических ресурсах

Потребность комплексного механизированного машино-дорожного отряда, оборудования и приспособлениях представлена в таблице 2.22.

Таблица 2.22 - Состав машино-дорожного отряда

Машины	Исполнитель	Количество машин	Количество машинистов	Примечание
Экскаватор Caterpillar 336E H	Машинист	2	2	
Автомобиль-самосвал КАМАЗ-45143	Водитель	7	7	
Бульдозер Caterpillar D10N	Машинист	3	3	
Каток Bomag BW24RH	Машинист	1	1	
Автогрейдер ДЗ 98	Машинист	1	1	
Поливомоечная машина	Водитель	1	1	По необходимости

2.3.2.5 Техника безопасности

Следует соблюдать Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог и требования СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве» [15], а также правила техники безопасности, изложенные в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин. Запрещается посторонним людям находиться в зоне работы машин и автомобилей-самосвалов. К управлению машинами допускаются машинисты, получившие удостоверение установленной формы, знающие конструкцию, правила управления и эксплуатации данной машины и двигателя, а также правила техники безопасности. Персонал, обслуживающий машины, должен пройти обучение и получить удостоверение на право управления машиной и производства работ. К управлению: автогрейдером, катками и автосамосвалами допускаются лица не моложе 18 лет, которые прошли, на рабочем месте, вводный инструктаж. Все машины должны быть исправными.

До начала работ оградить участок дорожными знаками, а движение транспорта направить по второй полосе согласно схеме. Движение автомобилей-самосвалов задним ходом к месту погрузки и выгрузки грунта разрешается на расстояние не более 50 м и должно сопровождаться звуковым сигналом. Загрузка грунта объемом, превышающим установленную грузоподъемность автомобиля-самосвала, запрещается.

При выгрузке грунта из автомобиля-самосвала на насыпь расстояние от оси его заднего колеса до бровки естественного откоса насыпи должно быть не менее 2 м, а расстояние от бровки до внешнего колеса машины, движущейся по насыпи - не менее 1 м.

Очищать поднятые кузова автомобилей-самосвалов следует скребками или лопатой с удлиненной рукояткой, обеспечивающей нахождение рабочего в безопасной зоне.

При разгрузке грунта рабочие должны находиться со стороны водителя машины в его зоне видимости, но не ближе 5 м к зоне отсыпки грунта.

При работе с рабочими инструментами рабочие должны быть в защитных рукавицах. Рабочий инструмент (лопаты, грабли) должен быть исправен, ручки не должны иметь заусенец и сколов.

При проведении строительных работ, все рабочие и механизаторы должны быть обеспечены всеми необходимыми средствами индивидуальной защиты (специальной одежды, обуви и др.), санитарно-бытовыми помещениями и устройствами, в соответствии с действующими нормами и характером выполняемых работ. Для рабочих должны быть предоставлены все необходимые условия труда, питания и отдыха.

Перед началом каждой смены должно быть проверено техническое состояние машин (надежность крепления узлов).

Каждая машина должна быть оборудована звуковой сигнализацией, перед пуском ее в действие, необходимо убедиться в их исправности, наличии на них защитных приспособлений, в отсутствии посторонних лиц на рабочем участке, и подать звуковой сигнал.

При работе нескольких машин, идущих друг за другом, необходимо соблюдать дистанцию между ними не менее 10 м.

Машинистам запрещается:

- работать на неисправных механизмах;
- на ходу, во время работы устранять неисправности;
- оставлять механизм с работающим двигателем;
- допускать посторонних лиц в кабину механизма;
- стоять перед диском с запорным кольцом при накачивании шин;

При работе бульдозера необходимо соблюдать следующие правила:

- при перемещении грунта бульдозером на подъеме необходимо следить за тем, чтобы отвал не врезался в грунт;
- запрещается перемещать грунт на подъем или под уклон более 30°;
- при сбрасывании грунта под откос запрещается выдвигать отвал бульдозера за бровку откоса;
- запрещается работать в глинистых грунтах в дождливую погоду;
- до остановки двигателя запрещается находиться между трактором и отвалом или под трактором;
- во время случайных остановок бульдозера отвал должен быть опущен на землю.

При работе на грунтоуплотняющей технике необходимо соблюдать следующие требования:

- каток должен быть оборудован звуковыми и сигнальными приборами, за исправностью которых должен следить машинист;
- на недавно отсыпанной насыпи колеса катка должны быть не ближе 0,5 м от бровки откоса;
- машинист катка должен носить специальную одежду, а для предохранения глаз от пыли следует надевать защитные очки;
- во время движения катка запрещается загружать балласт;

- загруженный балластом каток запрещается поднимать домкратом;
- запрещается работать с неисправным манометром.

2.3.2.6 Техничко-экономические показатели

Таблица 2.23 - Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обоснование	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
Экскаваторные работы из карьера в насыпь					
ГЭСН 01-01-12	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1,25 м ³ , 2 группа грунтов	1000 м ³	11,706		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		6,25	73,16
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		30,54	357,50
	Экскаваторы одноковшовые 1,25 м ³	Маш-ч		13,22	154,75
	Бульдозеры	Маш-ч		4,1	47,99
Экскаваторные работы из выемки в насыпь					
ГЭСН 01-01-12	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1,25 м ³ , 1 группа грунтов	1000 м ³	7,056		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		4,95	34,93
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		24,22	170,9
	Экскаваторы одноковшовые 1,25 м ³	Маш-ч		10,48	73,95
	Бульдозеры	Маш-ч		3,26	23
	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 1,25 м ³ , 3 группа грунтов	1000 м ³	23,599		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		7,54	177,94
Затраты труда машинистов	Чел-ч		36,81	868,68	

Окончание таблицы 2.23

Обоснова ние	Наименование работ	Единица измере ния	Объем работ	Потребность в ресурсах	
				На единицу измерения	Общая
	Экскаваторы одноков- шовые 1,25 м ³	Маш-ч		16,93	399,53
	Бульдозеры	Маш-ч		4,95	116,82
Уплотнение грунта катками					
ГЭСН 01-02-001	Уплотнение грунта прицепными катками на пневмоколесном ходу 25 т на первый проход по одному следу при толщине слоя: 30 см	1000 м ³	37,723		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		15,39	580,56
	Катки дорожные при- цепные на пневмоколесном ходу 25т	Маш-ч		1,11	41,87
	На каждый последующий проход по одному следу добавлять: к норме 01-02- 001-02	1000 м ³	37,723		
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,38	52,06
	Катки дорожные при- цепные на пневмоколесном ходу 25т	Маш-ч		1,38	52,06
Планировка откосов и полотна					
ГЭСН 01-02-027-02	Планировка полотна: механизированным способом, 2 группа грунтов	1000 м ²	59,608		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		-	-
ГЭСН 01-02-027-02	Затраты труда машинистов	Чел-ч		1,1	65,65
	Бульдозеры	Маш-ч		0,67	39,94
	Автогрейдеры	Маш-ч		0,43	25,63
ГЭСН 01-02- 027-012	Планировка откосов механизированным способом, 2 группа грунтов	1000 м ²	157,583		
	Затраты труда рабочих	Чел-ч		32,08	5055,26
	Затраты труда машинистов	Чел-ч		2,87	452,26
	Экскаваторы	Маш-ч		0,40	63,03
	Автогрейдеры	Маш-ч		1,64	258,43

Таблица 2.24 - Сводка затрат труда

Наименование профессии	Количество, чел-ч
Рабочие	5341,19
Машинисты	2547,61

Таблица 2.25 - Сводка потребности в машинах

Наименование машины	Потребность, маш-ч
Экскаватор	691,26
Бульдозер	227,75
Каток	93,93
Автогрейдер	284,06

План потока по устройству земляного полотна представлен в приложении 2.

3 Сравнение технико-экономических показателей

В процессе выполнения данной работы были предложены три технологические карты по выполнению земляных работ с применением разной строительной техники. В данном разделе необходимо провести сравнение технико-экономических показателей разработанных технологических карт, а именно: сроки выполнения строительных работ, трудозатраты (трудовые, механизированные), стоимость работ. Это необходимо для того, чтобы выбрать наиболее приемлемую технологическую карту, с точки зрения рассматриваемых технико-экономических показателей. Все необходимые данные будут представлены в таблице 3.1.

Сроки выполнения работ рассчитываются по формуле:

$$T = \frac{V}{n \cdot P} \cdot 1,15, \quad (3.1)$$

где V - объем работ, м³;

P - производительность ведущей машины, м³/ч;

n - количество используемых машин, шт.;

1,15 - коэффициент стесненности.

Затраты труда рабочих и машинистов берутся из сводок, представленных в конце каждой технологической карты.

Потребность в машинах, как и затраты труда берутся из сводок, представленных в конце каждой технологической карты.

Оплата труда рабочих, машинистов и стоимость эксплуатации машин берется по ФЕР 81-02-01-2001 [13].

Суммарная стоимость работ в базисных ценах 2001 года, представляет собой сумму из оплаты труда рабочих, машинистов и стоимости эксплуатации машин.

Перевод стоимости строительных работ в текущий уровень цен I квартала 2021 года происходит согласно письму Минстроя России от 01.04.2021 №213122-ИФ/09 [14] с применением индекса изменения сметной стоимости строительномонтажных работ по объектам строительства «Автомобильные дороги» и «Искусственные дорожные сооружения», который равняется 8,78.

Таблица 3.1 - Сравнение технико-экономических показателей

Показатель	Технологическая карта №1	Технологическая карта №2	Технологическая карта №3	
			скрепер	экскаватор
Сроки выполнения работ, смен	87	71	128	
Затраты труда на 1000 м ³				
Затраты труда рабочих, чел-ч	5785,11	5753,62	229,59	5341,19
Затраты труда машинистов, чел-ч	6422,37	4479,54	3502,74	2547,61
Потребность в землеройно-транспортных машинах на 1000 м ³				
Потребность в экскаваторах, маш-ч	1630,19	1013,5	-	691,26
Потребность в бульдозерах, маш-ч	572,17	387,39	-	227,75
Потребность в катках, маш-ч	334,24	429,56	240,32	93,93
Потребность в автогрейдерах, маш-ч	318,12	318,12	34,06	284,06
Потребность в скреперах, маш-ч	-	-	1203,76	-
Стоимость работ по возведению земляного полотна				
Оплата труда рабочих в базисных ценах 2001 г., руб.	303342	292640	82568	278132
Оплата труда машинистов в базисных ценах 2001 г., руб.	740615	400535	106954	490841
Стоимость эксплуатации машин в базисных ценах 2001 г., руб.	3545947	2833088	896179	2341314
Сметная стоимость работ в базисных ценах 2001 г., руб.	4552089	3526263	1085701	3110287

Окончание таблицы 3.1

Показатель	Технологическая карта №1	Технологическая карта №2	Технологическая карта №3
			скрепер экскаватор
Сметная стоимость работ в текущих ценах, на I квартал 2021 г., руб.	39967341,4	30960589,1	36840774,6

В результате проведенного сравнения технико-экономических показателей технологических карт необходимо сказать, что в результате замены строительной техники была достигнута поставленная цель, а именно оптимизирован процесс капитального ремонта автомобильной дороги.

Проанализировав данные таблицы 3.1 можно сделать вывод, что период производства строительных работ по технологической карте №2 сокращается на 16 смен, в сравнении с технологической картой №1, а также уменьшаются затраты труда (трудовые, механизированные), и, как следствие, уменьшается стоимость производства работ по капитальному ремонту земляного полотна участка данной автомобильной дороги.

4 Выводы и предложения

Проведя работу по оптимизации капитального ремонта участка автомобильной дороги можно сделать следующие выводы:

- ознакомиться со всеми проектными документами, которые предоставляет заказчик подрядчику (проект организации строительства, локальные сметы, сводный сметный расчет стоимости строительства участка автомобильной дороги);
- провести углубленный анализ, что позволит правильно сформировать состав машино-дорожных отрядов по типам и маркам, разработать схемы их работы на строительной площадке, что, как следствие, приведет к уменьшению средств на производство строительных работ;
- рассчитать производительность ведущих машин и определить сроки выполнения определенных видов работ;
- необходимо обращать внимание при выборе технологии производства работ на то, в каких условиях выполняются земляные работы и каким способом. При капитальном ремонте земляного полотна необходимо определиться из какого грунта будет возводиться земляное полотно (из грунта выемки, боковых притрассовых резервов или сосредоточенного грунтового карьера), так как это влияет на выбор способов разработки грунта, и, как следствие, может привести к увеличению сроков строительства;
- одним из главных процессов при производстве строительных работ является контроль качества. Без него бы все перечисленное выше было бы бессмысленно, так как при окончании всех строительных операций инженерное сооружение было бы непригодно для эксплуатации. Поэтому этот процесс должен проводиться на высоком уровне с использованием высокоточных приборов измерения;

- необходимо уделять большое внимание технике безопасности и охране труда. Так как это связано с безопасностью людей, так как без ручного труда ни один строительный процесс не будет существовать. Поэтому этим пунктом никогда нельзя пренебрегать, а только улучшать;

- технико-экономические показатели отражают результат ранее проделанной работы (выбор ведущей машины, комплектование машино-дорожных отрядов, расчет производительности, определение календарных сроков выполнения дорожных работ и в рамках этого календарного срока определения интервала выполнения земляных работ). Эти показатели дают возможность определить стоимость строительных работ, что для подрядчика, на сегодняшний день, является самым главным.

В заключение данного раздела необходимо сказать, что при строительстве (ремонте, реконструкции) автомобильных дорог необходимо использовать прогрессивные технологии строительства, высокопроизводительные дорожные машины, новейшие материалы, высокоточные приборы, а также многофункциональное оборудование, что в результате приведет к сокращению сроков производства работ, уменьшению трудозатрат, в том числе к уменьшению ручного труда, что в результате уменьшит денежные затраты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы удалось достигнуть поставленной цели, а именно оптимизировать технико-экономические показатели капитального ремонта земляного полотна автомобильной дороги А-333 «Виллой» на участке км 182+000 - км 187+000.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- проанализированы природно-климатические условия района капитального ремонта;
- кратко описаны параметры существующей автомобильной дороги;
- изучен проект организации строительства;
- составлена технологическая карта на основе проекта организации строительства;
- составлены две технологические карты с использованием новой техники;
- рассчитаны технико-экономические показатели, как сроки строительства, трудозатраты и стоимость строительных работ по составленным технологическим картам;
- было проведено сравнение вычисленных технико-экономических показателей и предоставлены выводы по проделанной работе.

Также необходимо сказать, что процесс оптимизации работ достаточно сложный и требует высокой квалификации специалиста, который занимается его разработкой, так его неправильное составление может привести к серьезным последствиям.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СТО 4.2-07-2014. Стандарт организации. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности / Сиб. федер. ун-т. - Красноярск, 2014. - 60 с.
- 2 СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85. - Москва: Росстандарт, 2012. - 152 с.
- 3 СП 131.13330.2012. Строительная климатология. - Москва: Росстандарт, 2012. - 168 с.
- 4 Братский район. Справка [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://imenabratska.ru/bratskii-raj-on-spravka/>
- 5 МБУК «ЦБС г. Братска» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://bratsklib.ru/baza/reki-bratsko-go-rayona/1907/>
- 6 «Капитальный ремонт автомобильной дороги А-333 "Виллой" Тулун - Братск - Усть-Кут - Мирный - Якутск на участке км 182+000 - км 187+000, Иркутская область». Раздел 5. Проект организации строительства / Сибпроект-нии - Иркутск, 2018. - 159 с.
- 7 Разработка технологических карт при курсовом и дипломном проектировании [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://brstu.ru/images/stories/section/facultets/isf/kaf-tiosp/mr/7.pdf>
- 8 Технические характеристики спецтехники [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://miniteh.com/specs/>
- 9 Лекции по технологии строительных процессов [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://hydrotechnics.ru/wstav.html>
- 10 Единая информационная система в сфере закупок. Сведения закупки [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://zakupki.gov.ru/epz/order/notice/ea44/view/common-info.html?regNumber=0334100007519000124>
- 11 СТО НОСТРОЙ 2.25.23-2011. Стандарт организации. Строительство земляного полотна автомобильной дороги. Механизация земляных работ при сооружении земляного полотна автомобильных дорог / Общество с ограниченной ответственностью «МАДИ-плюс» - Москва, 2012. - 73 с.
- 12 ГОСТ 22733-2016. Межгосударственный стандарт. Метод лабораторного определения максимальной плотности / Акционерное общество «Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве». - Москва, 2019. - 55 с.
- 13 СП 78.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги / ЗАО «СюздорНИИ». - Москва, 2013. - 67 с.
- 14 СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия / АО «НИЦ Строительство». - Москва, 2017. - 95 с.
- 15 СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве / Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. - Москва, 2001. - 40 с.

16 ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - Москва, 2019. - 16 с.

17 ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. - Москва, 2006. - 62 с.

18 ГОСТ 12.2.011-2012. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Машины строительные, дорожные и землеройные. Общие требования безопасности. - Москва, 2012. - 15 с.

19 ГЭСН 81-02-01-2017. Государственные элементные сметные нормы. Сборник 1. Земляные работы / Москва, 2017. - 253 с.

20 ФЕР 81-02-01-2001. Федеральные единичные расценки на строительные работы. Сборник 1. Земляные работы / Москва, 2019. - 129 с.

21 Письмо Минстроя России от 01.04.2021 № 13122-ИФ/09 «О рекомендуемой величине индексов изменения сметной стоимости строительства в I квартале 2021 года, в том числе величине индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ» / Москва, 2021. - 17 с.

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
Кафедра «Автомобильные дороги и городские сооружения»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В. В. Серватинский

подпись

« 18 » 06 2021 г.

Выпускная квалификационная работа бакалавра

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА
АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ А-333 «ВИЛЮЙ»
НА УЧАСТКЕ КМ 182+000 – КМ 187+000**

08.03.01 Строительство
08.03.01.15 Автомобильные дороги

Руководитель


подпись, дата

доцент кафедры, к. э. н. В. В. Гавриш

Выпускник


подпись, дата

В. И. Тугаринов

Красноярск 2021

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
Кафедра «Автомобильные дороги и городские сооружения»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
В. В. Серватинский
подпись
«24» 04 2021 г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту (ке) Тугаринову Виталию Игоревичу
Группа ДС17-11Б Направление (специальность) 08.03.01
Автомобильные дороги и городские сооружения

Тема выпускной квалификационной работы: Оптимизация технико-экономических показателей капитального ремонта земляного полотна автомобильной дороги А–333 «Виллой» на участке км 182+000 – км 187+000

Утверждена приказом по университету № 3121/С от 04.03.2021 г.

Руководитель ВКР В. В. Гавриш, к.э.н., доцент каф. АД и ГС

Исходные данные для ВКР: Проект организации строительства «Капитальный ремонт автомобильной дороги А-333 «Виллой» Тулун – Братск – Усть-Кут – Мирный – Якутск на участке км 182+000 – км 187+000, Иркутская область».

Перечень разделов ВКР:

1. Описание существующей дороги и принятых проектных решений по проекту организации строительства.

2. Разработка технологической карты на возведение земляного полотна с разработкой грунта в выемке и карьере экскаваторами и транспортировкой автомобилями-самосвалами.

3. Сравнение технико-экономических показателей.

4. Выводы и предложения.

Перечень графического или иллюстративного материала с указанием основных чертежей, плакатов, слайдов.

Лист 1: Поперечные профили автомобильной дороги.

Лист 2: План потока по устройству земляного полотна для 1 технологической карты.

Лист 3: План потока по устройству земляного полотна для 2 технологической карты.

Лист 4: План потока по устройству земляного полотна для 3 технологической карты.

Лист 5: Сравнение технико-экономических показателей. Выводы.

Руководитель



подпись, дата

В. В. Гавриш

Задание принял к исполнению



подпись, дата

В. И. Тугаринов