

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Раздел «Строительство дорожных одежд»

Учебно-методическое пособие

*Рекомендовано редакционно-издательским советом
Воронежского государственного архитектурно-строительного университета в
качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлению
«Архитектура и строительство»*

Воронеж – 2011

УДК 625.7/8 (07)
ББК 39.311-06_я⁷
Т384

Авторский коллектив:

Ю.И. Калгин, Н.И. Паневин, А.С. Строкин, Е.Б. Тюков, М.Н. Паневин

Рецензенты:

*кафедра «Автомобильные дороги и специальные технические сооружения»
Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева;
Б.А. Бондарев, советник РАСН, д.т.н., проф. кафедры
«Строительные материалы»
Липецкого государственного технического университета*

Т384

Технология и организация строительства автомобильных дорог.
Раздел «Строительство дорожных одежд» : учеб.-метод. пособие /
Ю.И. Калгин [и др.]; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2011. -
90 с.

Содержит основные направления решений практических вопросов, возникающих при строительстве дорожных одежд на автомобильных дорогах, и является руководством к выполнению курсового проекта, который дает возможность студентам более глубоко усвоить теоретический материал, необходимый инженеру-дорожнику при строительстве автомобильных дорог.

Рассмотрены вопросы определения объёмов работ и продолжительности строительного сезона, средневзвешенных расстояний транспортировки дорожно-строительных материалов, расчёта и комплектования рационального специализированного отряда машин, разработки технологии и организации строительства с учётом проектных и местных условий, а также контроля качества, производственной и экологической безопасности. Особое внимание уделено самостоятельной работе студентов с нормативно-технической литературой.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов 4-го курса дневного и 6-го курса заочного обучения специальности 291000 - «Автомобильные дороги и аэродромы», выполняющих курсовой проект по теме «Строительство дорожных одежд».

Ил.: 22 Табл.: 63 Библиогр.: 29 назв.

УДК 625.7/8 (07)
ББК 39.311-06_я⁷

ISBN 978-5-89040-364-3

© Калгин Ю.И., Паневин Н.И.,
Строкин А.С., Тюков Е.Б., 2011
©Воронежский государственный архи-
тектурно-строительный университет,
2011

Оглавление

Введение	4
Цель работы	4
Задачи	4
Объем и содержание курсового проекта	5
1. АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕСТНЫХ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА	6
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ МАТЕРИАЛОВ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ	7
2.1. <i>Определение потребности материалах</i>	7
2.2. <i>Характеристика качества дорожно-строительных материалов</i>	8
2.3. <i>Определение зон действия карьеров и месторасположения асфальтобетонного и цементобетонного заводов</i>	8
3. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ	11
3.1. <i>Определение продолжительности производства работ</i>	11
3.2. <i>Выбор комплекта ведущих машин</i>	12
3.3. <i>Определение оптимальной длины захватки</i>	13
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ	14
4.1. <i>Описание технологии производства работ и расчет потребности в материальных и технических ресурсах</i>	14
4.2. <i>Разработка технологической схемы организации работ</i>	14
4.3. <i>Указания по выполнению технологических процессов</i>	19
5. ОПТИМИЗАЦИЯ СМЕННЫХ ОБЪЕМОВ РАБОТ НА ЭВМ С КОМПЛЕКТОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОТРЯДА МАШИН	20
6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ	23
7. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	24
8. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ПРОЕКТА И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ	24
8.1. <i>Организация работы над проектом</i>	24
8.2. <i>Оформление проекта</i>	24
Заключение	54
Библиографический список рекомендуемой литературы	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. КАЛЕНДАРНАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ И ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДИРЕКТИВНЫЙ СРОК СТРОИТЕЛЬСТВА	56
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И СТОИМОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	59
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВ И ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН И ОБЪЕМОВ РАБОТ	88

Введение

При выполнении настоящего курсового проекта студенты закрепляют теоретические знания по разделу «Строительство дорожных одежд» в курсе «Технология и организация строительства автомобильных дорог», а также расширяют и углубляют знание дисциплины в результате работы со специальной литературой. Разработка проекта должна дать студентам опыт самостоятельного решения практических инженерных задач, связанных с технологией строительства дорожных одежд.

Курсовой проект по строительству дорожных одежд на автомобильных дорогах представляет собой самостоятельную работу студентов по одному из важнейших разделов дисциплины «Технология и организация строительства автомобильных дорог». В ходе работы над проектом студенты получают навыки использования нормативной, справочной, технической и научной литературы, приобретают опыт применения полученных знаний к комплексному решению вопросов технологии строительства дорожных одежд.

Цель работы

Основная цель проекта - закрепить полученные знания в области строительства дорожных одежд и научить студента творчески применять эти знания для решения задач дорожного строительства.

Задачи

В основные задачи курсового проекта входит научить студентов:

- а) пользоваться учебной, методической, специальной и нормативной литературой по технологии и организации строительства автомобильных дорог;
- б) анализировать местные условия производства работ;
- в) устанавливать расчётную и фактическую продолжительность строительного сезона по видам работ;
- г) определять виды и необходимое количество материалов для строительства дорожных одежд;
- д) разрабатывать технологию строительства дорожной одежды, назначать типы и рассчитывать эксплуатационную производительность машин для производства работ;
- е) определять рациональный состав специализированного отряда для строительства конструктивных слоев дорожной одежды;
- ж) разрабатывать комплекс операционного контроля качества строительства дорожной одежды;
- з) намечать мероприятия по производственной и экологической безопасности строительства автомобильной дороги.

Студент, выполняющий данный курсовой проект, учитывает, что основные решения проекта должны быть реальными, соответствовать современной технологии, создавать условия для ускорения работ, снижения их себестоимости и повышения производительности труда при одновременном обеспечении высокого качества работ. В проекте необходимо предусмотреть использование современных машин, новых материалов, изделий и конструкций, применение принципов комплексной механизации технологии и поточных методов организации работ.

Объем и содержание курсового проекта

Курсовой проект представляет собой расчётно-пояснительную записку объёмом до 50 страниц, которая включает содержание работы, разделы с расчётами и обоснованиями принятых решений, разделы по контролю качества, список используемой литературы, а также графическую часть.

1. Графическая часть проекта должна содержать следующие материалы:
 - конструкцию дорожной одежды;
 - схему размещения производственных предприятий и снабжения материалами;
 - схемы доставки и выгрузки зернистых материалов (песка, гравия, щебня) с расчетом расстояний между центрами куч;
 - схемы распределения зернистых материалов автогрейдером (или бульдозером);
 - схемы укладки зернистых материалов или смесей щебнеукладчиками, универсальными распределителями, асфальтоукладчиками; схемы уплотнения материалов и смесей;
 - технологическую схему (план потока) по устройству дорожной одежды.
2. Пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

Введение

Глава 1. Исходные данные для проектирования и их анализ.

Глава 2. Определение потребности в строительных материалах и требования к ним.

Глава 3. Основные вопросы организации строительства дорожной одежды.

Глава 4. Технология строительства дорожной одежды.

Глава 5. Контроль качества дорожно-строительных работ, производственная и экологическая безопасность строительства автомобильной дороги.

Библиографический список.

Пояснительная записка должна содержать все необходимые расчеты, при этом приводимые цифровые данные должны быть подтверждены или полным расчетом, или ссылкой на соответствующий литературный источник с указанием номера таблицы (страницы). В пояснительной записке должны найти отражение в краткой форме все без исключения вопросы, содержание которых рассматривается в настоящем учебном пособии.

1. АНАЛИЗ ПРОЕКТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МЕСТНЫХ УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА

Исходными данными для проектирования являются:

- курсовой проект, выполненный студентом по разделу «Технология сооружения земляного полотна автомобильной дороги»;
- индивидуальный бланк-задание на выполнение настоящего курсового проекта.

В главе 1, используя данные курсового проекта по земляному полотну, последовательно рассматривают следующие вопросы:

1.1. Общая характеристика района строительства.

1.2. Инженерная оценка погодно-климатических условий района строительства, оценка рельефа, геолого-грунтовых и гидрологических условий местности [1, 9].

Приводятся данные о среднемесячных температурах воздуха, даты перехода температуры воздуха через -5° , 0° , $+5^{\circ}$, $+10^{\circ}$, $+15^{\circ}$ °С, глубина промерзания, условия увлажнения (тип и степень увлажнения), количество нерабочих дней по метеоусловиям (прил. 1).

1.3. Основные технические нормы автомобильной дороги

В соответствии с категорией дороги, установленной заданием на выполнение проекта, определяются нормативы автомобильной дороги [1] и записываются в форме (табл. 1).

Таблица 1

Основные технические нормы и транспортно-эксплуатационные показатели автомобильной дороги

Наименование нормативов	Принятые значения норм
Категория дороги	
Расчетная скорость, км/ч	
Тип покрытия	
Число полос движения	
Ширина полосы движения, м	
Ширина проезжей части, м	
Ширина обочин, м	
Ширина укрепленной полосы обочин, м	
Ширина разделительной полосы между разными направлениями движения, м	
Ширина укрепленной полосы на разделительной полосе, м	
Ширина земляного полотна, м	
Поперечный уклон, %	

Наименование нормативов	Принятые значения норм
Наибольший продольный уклон, %	
Наименьшее расстояние видимости, м, - для остановки - встречного автомобиля	
Наименьшие радиусы кривых, м а) в плане б) в продольном профиле - выпуклых - вогнутых	

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В МАТЕРИАЛАХ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

2.1. Определение потребности в материалах

В соответствии с принятой конструкцией дорожной одежды определяют расход материалов. Количество материалов определяют по нормам [11,12].

В случае отсутствия норм (применение новых материалов) расход материалов определяется расчетом по формуле

$$Q = L \cdot B_{\text{сл}} \cdot h_{\text{сл}} \cdot K_{\text{з.у}}, \quad (1)$$

где Q - расход материалов, м³;

L - общая протяжённость автомобильной дороги, м;

$B_{\text{сл}}$ - ширина слоя, м (принимают из конструктивной схемы его расположения в дорожной одежде с учетом технической категории автодороги);

$h_{\text{сл}}$ - толщина слоя, м (по заданию);

$K_{\text{з.у}}$ - коэффициент запаса на уплотнение (прил. 3).

При определении потребности материалов, измеряемых по массе (в тоннах), на устройство конструктивного слоя дорожной одежды формула (1) будет иметь вид

$$Q = L \cdot B_{\text{сл}} \cdot h_{\text{сл}} \cdot K_{\text{з.у}} \cdot \rho, \quad (2)$$

где Q - расход материалов, т ;

ρ - объемная масса материала, т/м³ (прил. 3).

Для асфальтобетонных смесей, помимо их общего расхода, определяют потребность по каждому компоненту смеси (щебень, песок, минеральный порошок, битум).

Результаты расчета заносят в ведомость по форме, приведенной в табл. 2.

Потребность в строительных материалах для устройства конструктивных слоев дорожной одежды

Наименование конструктивного слоя дорожной одежды	Наименование материала	Ед. изм. (м ³ , т, и т.д.)	Количество материала		Источник обоснования норм расхода материалов (ГЭСН и др.)
			на 1000 м ²	на весь участок дороги	

2.2. Характеристика качества дорожно-строительных материалов

При соответствующем обосновании производится окончательный выбор конкретных материалов и компонентов смесей для устройства каждого конструктивного слоя дорожной одежды.

Выбор материалов и оценка их качества выполняются с учетом категории дороги, конструктивного слоя дорожной одежды, дорожно-климатической зоны, среднемесячной температуры воздуха наиболее холодного месяца, с учетом других специальных требований к материалам.

Качество каждого материала характеризуется значениями показателей по соответствующим государственным и отраслевым стандартам, строительным нормам и правилам, ведомственным строительным нормам, рекомендациям и руководствам [6, 18-28].

В тех случаях, когда в состав материала слоя входят несколько компонентов, приводится характеристика всех компонентов этого материала. Например, для щебня, укрепленного цементом, даются значения показателей щебня и цемента, а также требования к укрепленному материалу; для асфальтобетона приводятся требования к его компонентам (щебень, песок, минеральный порошок, битум) и показатели качества асфальтобетонных смесей и асфальтобетона.

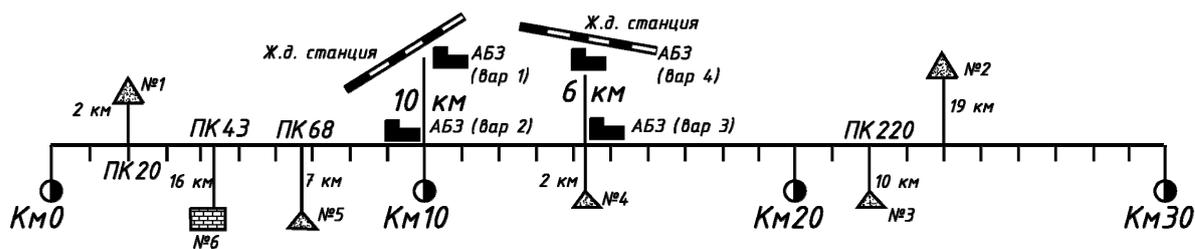
При подготовке данного раздела необходимо использовать действующие стандарты на материалы, СНиПы и ведомственную нормативную, а также справочную литературу.

2.3. Определение зон действия карьеров и месторасположения асфальтобетонного и цементобетонного заводов

В соответствии с заданием должен быть вычерчен план дороги с расположением месторождений местных материалов, станций железных дорог, пристаней и т.п. (рис. 1, а).

Границы зон действия намеченных карьеров должны быть расположены в точках строящейся дороги, обеспечивающих минимальные затраты на материал на данном участке. Это достигается в том случае, когда стоимости соответствующих материалов, подвозимых из двух соседних месторождений, равны между собой (рис. 1, б).

а)



б)

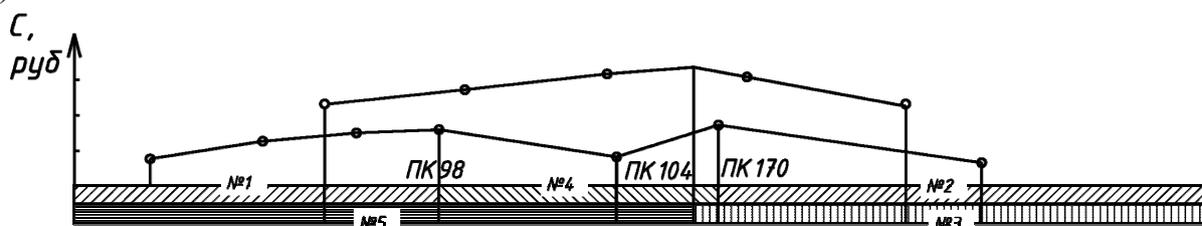


Рис. 1 – Схема к определению дальности транспортировки материалов (а) и определения зон действия карьеров (б)

Построение кривых изменений стоимости материала в зависимости от дальности его транспортировки можно осуществить, применяя следующую формулу:

$$C_i = \left[C_m + C_{вс} \cdot \frac{h_{вс}}{h_m} + C_{тpи} \cdot p \right] \cdot V_m, \quad (3)$$

где C_i – стоимость материалов в i -й точке строящейся дороге, руб.; C_m – затраты на разработку, переработку и погрузку 1 м^3 материала в карьере или камнедробильном заводе (КДЗ) без учета снятия вскрыши (определяют по специальной калькуляции или приближенно по табл.3), руб./ м^3 ; $C_{вс}$ – затраты на удаление вскрыши толщиной 1 м на 1 м^2 площади месторождения (табл. 3); $h_{вс}$ – толщина (мощность) слоя вскрыши, м; h_m – толщина (мощность) слоя материала в карьере, м; $C_{тpи}$ – затраты на транспортировку 1 т материала в i -й точке строящейся дороги, руб./т; p – насыпная плотность материала, $\text{т}/\text{м}^3$ (прил. 3); V_m – потребный объем материала на 1 км дороги, м^3 .

Таблица 3

Осредненные затраты на разработку, переработку и погрузку 1 м^3 материала из карьера и вскрышной породы

Наименование материала	Затраты C_m или $C_{вс}$, руб./ м^3
Щебень сортовой	10К _И
Щебень рядовой	6К _И
Гравийный материал	4К _И

Наименование материала	Затраты См или Свс, руб./м ³
Песчано-гравийная смесь	3К _и
Песок	2К _и
Вскрышная порода, в т.ч. её перемещение в отвал	5К _и

Примечание. Цифры в графе «затраты» соответствуют их средней величине на 01.09.1990 г., К_и - коэффициент индексации к ценам текущего года.

Для построения каждой кривой по зависимости (3) достаточно определить величину C_i в трех точках. Из них первую принимают в месте выхода на дорогу подъезда от карьера (здесь затраты на транспортировку определяют по дальности транспортировки от карьера до строящейся дороги). Остальные две точки принимают в любом месте между выходами на дорогу от двух соседних карьеров (например, на 1/3 или 2/3 этого расстояния).

В зависимости от конструкции дорожной одежды намечают вид завода – асфальтобетонный или цементобетонный и устанавливают его месторасположение. При этом сначала определяют составы смесей и количество исходных материалов на единицу протяженности дороги (например, на 1 км).

Расположение заводов и баз возможно на станциях железной дороги, на которых получают необходимые исходные материалы; в местах соединения подъезда от станции железной дороги со строящейся дорогой; в карьерах, поставляющих необходимые материалы (песок, гравий, щебень); в местах соединения подъезда от карьера со строящейся дорогой и в других пунктах на строящейся дороге с учетом условий перевозки.

Наиболее рациональный вариант расположения завода обосновывают, учитывая расстояния транспортировки, по наименьшей стоимости материалов на единицу протяженности дороги.

Для выбора более экономичного варианта расположения завода следует заполнить табл. 4.

Таблица 4

Сравнение вариантов расположения заводов (АБЗ, ЦБЗ)

Элементы затрат	Ед. изм.	1-й вариант			2-й вариант			Источник расчета
		Затраты на единицу	Кол-во единиц на 1 км	Затраты на 1 км дороги	Затраты на единицу	Кол-во единиц на 1 км	Затраты на 1 км дороги	

В графу «Элементы затрат» заносят расходы на транспортировку материалов, их погрузку-разгрузку, разработку местных материалов и др. Затраты, одинаковые в сравниваемых вариантах, не участвуют.

В случае получения всех дорожно-строительных материалов на станциях железной дороги (при отсутствии местных карьеров) сравнение вариантов расположения заводов следует провести, заполнив табл. 5.

Сравнение вариантов расположения заводов

Элементы затрат	Ед. изм.	1-й вариант			2-й вариант			Источник расчета
		Средняя дальность транспортировки	Кол-во единиц на 1 км	Затраты на 1 км дороги	Средняя дальность транспортировки	Кол-во единиц на 1 км	Затраты на 1 км дороги	

В графу «Элементы затрат» заносят расходы на транспортировку инертных материалов (песка, щебня) на АБЗ, и транспортировку асфальтобетонной смеси с АБЗ на трассу.

3. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

3.1. Определение продолжительности производства работ

Дорожные работы в различных районах имеют разную продолжительность строительного сезона, зависящую от климатических условий. При составлении проектов организации строительства и проектов производства работ следует учитывать конкретную продолжительность строительного сезона выполнения дорожных работ, при которой обеспечивается требуемый уровень качества работ.

Определение продолжительности производства работ выполняется следующим образом:

- проводится классификация дорожных работ, предусмотренных заданием, в зависимости от допускаемой температуры воздуха для их производства на основе данных, имеющих в [5], (прил. 1);
- определяются даты среднего начала T_1 и среднего окончания T_2 , а также календарная продолжительность T строительного сезона по группам работ с учетом конкретного района строительства [5], (прил. 1);
- принимается решение о сроках начала работ в специализированном потоке по строительству дорожной одежды, при этом рассматриваются два варианта: 1) дата начала работ в потоке принимается по 1-й группе работ (устройство ППС); 2) дата начала работ в потоке принимается по 2-й группе работ (устройство асфальтобетонного или цементобетонного покрытия), при этом второй вариант принимают с целью сокращения периода развертывания потока при значительной разнице между началом производства работ по 1-й и 2-й группе работ;
- на основе принятого решения о сроках начала работ и с учетом срока окончания работ в специализированном потоке по строительству дорожной одежды уточняется календарная продолжительность работы потока

T_K .

Рассчитывается продолжительность выполнения работ в специализированном потоке в сменах ($T_{см}$):

$$T_{см} = (T_K - T_B - T_{кл} - T_{рем} - T_{раз}) \cdot K_{см}, \text{ смен,} \quad (4)$$

где T_K - календарная продолжительность работ, дни (прил. 1);

T_B - число выходных и праздничных дней за период T_K ;

$T_{кл}$ - нерабочие дни (простои) по климатическим условиям [9], табл. п. 1.3;

$T_{рем}$ - нерабочие дни (простои) для ремонта и технического обслуживания машин и оборудования, принимается по табл. п. 1.4;

$T_{раз}$ - период развертывания потока, дни;

$K_{см}$ - коэффициент сменности, как правило, принимается равным 1,85.

$$T_{раз} = \frac{n-1}{K_{см}} + t_{тех} + t_{орг}, \text{ дни,} \quad (5)$$

где n - количество частных потоков в специализированном потоке по строительству дорожной одежды;

$t_{тех}$ - технологический перерыв в производстве работ, вызванный особенностями производства работ и технологическими особенностями применяемых материалов;

$t_{орг}$ - организационный перерыв между смежными частными потоками, вызванный необходимостью подготовки фронта работ для последующего частного потока.

3.2. Выбор комплекта ведущих машин

Предварительный выбор средств механизации для устройства конструктивных слоев дорожной одежды следует производить в соответствии с рекомендациями СНиП 3.06.03-85 [2] и справочной литературы [3-5, 18, 19].

В первую очередь производят выбор ведущих машин для частных потоков по устройству конструктивных слоев дорожной одежды на основе технико-экономического сравнения. Для расчетов рекомендуется использовать форму, приведенную в табл. 6

Таблица 6

Подбор ведущих машин для частных потоков

Обоснование норматива (ссылки)	Рабочие операции	Применяемые машины	Ед. измерения	Объем работ на 1 км	Расчетная произв. в смену, П	Требуется машино-смен на 1 км	Стоимость 1 машино-смены, тыс. р.	Общая стоимость на 1 км дороги, тыс. р.

Рассматривают не менее 3-х вариантов использования различных ведущих машин. Окончательное решение принимают с учетом экономических дан-

ных и технологических особенностей производства работ.

После выбора ведущих машин предварительно на основе изучения технологии производства работ выбирают комплектующие машины в каждом частном потоке в зависимости от заданной конструкции дорожной одежды и особенностей технологии строительства отдельных конструктивных слоев.

Итогом работы по настоящему разделу должны быть предварительные составы отрядов частных потоков по устройству слоев дорожной одежды. Составы отрядов уточняются и корректируются после детального расчета технологии.

3.3. Определение оптимальной длины захватки

Сменная захватка частных потоков по строительству дорожных одежд зависит от вида работ, заданных сроков их выполнения, производительности применяемых комплектов машин и сменности работ.

На основании установленного числа смен работы потока $T_{см}$ минимальная длина захватки

$$l_{\min} = L / T_{см}, \quad (6)$$

где L - общая протяженность строящегося участка дороги, м.

Максимальную длину захватки назначают с учетом производительности ведущих машин в частном потоке при коэффициенте их использования равном 1.

$$l_{\max} = \frac{n \cdot P_{в.м.}}{B \cdot (h)}, \quad (7)$$

где n - число ведущих машин;

$P_{в.м.}$ - производительность ведущей машины, m^2 (m^3);

B - ширина конструктивного слоя дорожной одежды, м;

h - толщина конструктивного слоя дорожной одежды, м (учитывается в случае, когда $P_{в.м.}$, m^2).

Определение оптимальной длины захватки производят путем сравнения стоимости строительства $1 m^3$ или $1 m^2$ того или иного конструктивного слоя, меняя длину захватки от минимальной до наибольшей. За оптимальную принимают такую захватку, при которой стоимость строительства $1 m^3$ или $1 m^2$ конструктивного слоя будет наименьшей. Расчет рекомендуется вести по форме, приведенной в табл. 7.

Таблица 7

Расчет оптимальной длины захватки

Перечень машинокомплекта	Ед. изм.	Объем работ	Производительность	Кол-во машино-смен	Кол-во машин	Стоим. 1 машино-смены	Стоимость машино-смен
Длина захватки							

При этом рассматривается не менее 5-ти различных захваток, от мини-

мальной до наибольшей. Используя показатель стоимости машино-смен для различных длин захваток (табл. 6), определяют стоимость 1 м³ или 1 м² по формуле

$$C = \frac{\sum C_{м-см}}{B \cdot l}, \quad (8)$$

где $C_{м-см}$ - суммарная стоимость машино-смен всех машин, входящих в комплект, руб. (у.е.), (прил. 2);

B - ширина слоя, сооружаемого данным комплектом машин, м;

l - длина захватки, м.

Полученные в результате такого расчета данные представляют в виде графика, по которому определяют оптимальную длину захватки.

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

Технологический процесс устройства дорожной одежды должен отражать наиболее прогрессивные способы организации строительства и производства работ, соответствующие современному уровню развития техники и передовой технологии строительства.

Для разработки технологического процесса строительства дорожной одежды служат следующие нормативные документы и материалы:

- строительные нормы и правила (СНиП) [1];
- единые нормы и расценки (ЕНиР), а на работы, не охваченные ЕНиР, ведомственные и местные нормы или соответствующие инженерные расчеты [7, 8];
- технологические схемы комплексной механизации основных видов дорожно-строительных работ, а также типовые технологические карты;
- ведомственные технические указания и инструкции по производству соответствующих видов работ, выпущенные в развитие СНиП.
- Помимо этого используют справочную учебную литературу [3-5].

4.1. Описание технологии производства работ и расчет потребности в материальных и технических ресурсах

Технологический процесс устройства дорожной одежды разрабатывается для установленной заданием конструкции дорожной одежды.

Типовой перечень технологических этапов (операций) в зависимости от вида материалов слоев включает следующие строительные процессы (табл. 8).

Типовой перечень технологических операций

Вид работ	Рекомендуемый перечень операций
Подготовительные работы	Чистовое профилирование поверхности земляного полотна автогрейдером. Доуплотнение верхней части земляного полотна катками.
Строительство дополнительного слоя основания из песка или песчано-гравийной смеси (ПГС)	Транспортировка песка (или ПГС) автомобилями-самосвалами из карьера или склада. Разравнивание песка (ПГС) автогрейдером. Профилирование песчаного слоя (или слоя ПГС) автогрейдером. Увлажнение песчаного слоя (или слоя ПГС) водой поливомоечными машинами. Уплотнения песчаного слоя (или слоя ПГС) катками.
Строительство основания из щебня (гравия, шлака)	Транспортировка щебня (гравия, шлака) автомобилями-самосвалами из карьера (склада). Разравнивание щебня (гравия, шлака) автогрейдером или распределение распределителем дорожно-строительных материалов. Увлажнение слоя щебня (гравия, шлака) водой поливомоечными машинами. Первый этап уплотнения слоя щебня (гравия, шлака) катками. Второй этап уплотнения слоя щебня (гравия, шлака) катками.
Строительство основания из щебня, укрепленного цементом	Транспортировка щебня, укрепленного цементом, автомобилями-самосвалами из карьера или ЦБЗ. Разравнивание щебня, укрепленного цементом, автогрейдером, распределителем дорожно-строительных материалов, бетоноукладчиком или асфальтоукладчиком. Профилирование слоя щебня, укрепленного цементом, автогрейдером или профилировщиком (в случае разравнивания его автогрейдером). Первый этап уплотнения слоя щебня, укрепленного цементом, катками. Второй этап уплотнения слоя щебня, укрепленного цементом, катками. Уход за слоем щебня, укрепленного цементом, автогудронатором или распределителем плёнообразующих материалов.
Строительство основания из чёрного щебня	Транспортировка чёрного щебня автомобилями-самосвалами из карьера или АБЗ. Разравнивание чёрного щебня автогрейдером, распределителем дорожно-строительных материалов или асфальтоукладчиком. Профилирование слоя чёрного щебня автогрейдером или профилировщиком (в случае разравнивания его автогрейдером). Первый этап уплотнения слоя чёрного щебня катками. Второй этап уплотнения слоя чёрного щебня катками.

Вид работ	Рекомендуемый перечень операций
Строительство основания из цементогрунта	<p>Транспортировка цементогрунта автомобилями-самосвалами из карьера или ЦБЗ.</p> <p>Разравнивание цементогрунта автогрейдером, распределителем дорожно-строительных материалов, бетоноукладчиком или асфальтоукладчиком.</p> <p>Профилирование слоя цементогрунта автогрейдером или профилировщиком (в случае разравнивания его автогрейдером).</p> <p>Первый этап уплотнения слоя цементогрунта катками.</p> <p>Второй этап уплотнения слоя цементогрунта катками.</p> <p>Уход за слоем цементогрунта автогудронатором или распределителем плёнкообразующих материалов.</p>
Строительство основания из битумогрунта	<p>Транспортировка битумогрунта автомобилями-самосвалами из карьера или АБЗ.</p> <p>Разравнивание битумогрунта автогрейдером, распределителем дорожно-строительных материалов, бетоноукладчиком или асфальтоукладчиком.</p> <p>Профилирование слоя битумогрунта автогрейдером или профилировщиком (в случае разравнивания его автогрейдером).</p> <p>Первый этап уплотнения слоя битумогрунта катками.</p> <p>Второй этап уплотнения слоя битумогрунта катками.</p> <p>Уход за слоем битумогрунта автогудронатором или распределителем плёнкообразующих материалов.</p>
Строительство основания из укатываемого бетона	<p>Установка на технологическом слое деревянных прокладок с помощью фиксирующих скоб (при необходимости) - без расчёта.</p> <p>Транспортировка укатываемой бетонной смеси автомобилями-самосвалами с ЦБЗ с выгрузкой на нижележащее основание или в бетоноукладчик.</p> <p>Распределение укатываемой бетонной смеси бетоноукладчиком.</p> <p>Первый этап уплотнения слоя из укатываемой бетонной смеси катками.</p> <p>Второй этап уплотнения слоя из укатываемой бетонной смеси катками.</p> <p>Уход за слоем из укатываемого бетона автогудронатором или распределителем плёнкообразующих материалов.</p> <p>Устройство температурных швов сжатия нарезкой паза в затвердевшем бетоне (при необходимости).</p> <p>Герметизация швов заливщиком.</p>
Строительство покрытия из асфальтобетона	<p>Очистка поверхности от пыли и грязи подметально-уборочными и поливомоечными машинами (если нижележащий слой устроен не из чёрного щебня или асфальтобетона).</p> <p>Розлив органического вяжущего (подгрунтовка) автогудронатором (если нижележащий слой устроен не из чёрного щебня или асфальтобетона).</p> <p>Транспортировка асфальтобетонной смеси автомобилями-самосвалами с АБЗ с выгрузкой в асфальтоукладчик.</p>
Строительство покрытия из асфальтобетона	<p>Распределение асфальтобетонной смеси асфальтоукладчиком.</p> <p>Первый этап уплотнения слоя из асфальтобетонной смеси катками.</p> <p>Второй этап уплотнения слоя из асфальтобетонной смеси катками.</p> <p>Третий этап уплотнения слоя из асфальтобетонной смеси катками (при необходимости)</p>

Вид работ	Рекомендуемый перечень операций
Строительство покрытия из монолитного цементобетона	Установка на технологическом слое деревянных прокладок с арматурными стержнями с помощью поддерживающих корзинок или укладка арматурной сетки - без расчёта. Транспортировка бетонной смеси автобетоносмесителями с ЦБЗ с выгрузкой на нижележащее основание или в бетоноукладчик. Распределение, уплотнение бетонной смеси и армирование швов бетоноукладчиком. Отделка поверхности покрытия из цементобетонной смеси финишером. Уход за слоем из бетонной смеси распределителем плёнкообразующих материалов Нарезка швов в монолитном бетонном покрытии. Герметизация швов заливщиком.

Разработку технологического процесса осуществляют применительно к каждому конструктивному слою дорожной одежды (снизу вверх) при детальном рассмотрении всех конкретных условий производства работ: назначение рациональной толщины отдельных слоев конструктивных элементов процессе устройства, порядок и правила распределения, смещения и уплотнения материалов.

Основной задачей при разработке технологии строительства дорожной одежды является выбор и определение правильной технологии работ и подбор для ее осуществления наиболее рационального комплекта машин. Оба эти этапа взаимосвязаны и влияют один на другой. Многие однотипные виды дорожно-строительных работ могут быть выполнены различными комплектами машин. Обычно машины подбирают в соответствии с требованиями технологического процесса. Но может быть и обратное влияние: стремление использовать машины, имеющие более высокие технико-экономические показатели, может вызвать изменение в первоначально принятой технологии работ.

В процессе работы над данным разделом проекта уточняются ранее принятые предварительные решения о составе отрядов машин частных потоков: назначаются с учетом технологических особенностей материалов конструктивных слоев конкретные марки комплектующих машин и обязательно приводятся основные технические характеристики каждой используемой машины.

Технологическая последовательность процессов с расчетом объемов работ и потребных ресурсов представляется в виде таблицы по каждому конструктивному слою дорожной одежды отдельно (табл. 9). В табл.х обязательно приводится источник обоснования норм выработки (ссылки на ЕНиР или расчеты). Расчеты производительности машин нумеруются по порядку и оформляются в виде табл. 10

Технология работ и расчет потребных ресурсов
для устройства ...
(указать наименование конструктивного слоя и длину захватки, м)

Номер рабочих операций	Номер захваток	Источник обоснования норм выработки (ЕНиР, расчет)	Описание рабочих операций в порядке их технологической последовательности с расчетом объемов работ и указанием необходимых машин	Единица измерения	Объем работ на одну захватку	Производительность машин за смену	Потребность машин на захватку		Коэффициент использования машины	Требуемое кол-во дорожных рабочих
							По расчету	Принято		

Таблица 10

Расчеты производительности машин

Номер расчета	Наименование и марка машины	Расчетная формула	Значение параметров расчетной формулы	Производительность машин по расчету
---------------	-----------------------------	-------------------	---------------------------------------	-------------------------------------

4.2. Разработка технологической схемы организации работ

На основе таблиц с описанием технологической последовательности процессов разрабатывается технологическая схема потока.

Технологическую схему потока составляют и вычерчивают как сумму последовательно работающих частных потоков с учетом технологических перерывов и заделов. Для обеспечения полноты технологической схемы потока и правильности ее изображения руководствуются установленной формой плана специализированных потоков [3,4].

Графическое изображение плана потока составляет основу формы. С учетом выбранного масштаба заранее вычерчивают контуры применяемых машин, которыми пользуются как эталонами при составлении плана.

При составлении технологической схемы организации работ на плане потока необходимо на каждой захватке:

- расположить все применяемые машины, соблюдая масштаб, принятый для чертежа, в порядке технологической последовательности работ и направлении движения потока;
- на технологической схеме показать траектории движения машин с нумерацией проходов. Если число проходов ограничено, то они должны быть показаны все. При большом количестве машин, одновременно работающих на захватке, составляются частные схемы, характеризующие выпол-

нение отдельных рабочих операций, входящих в состав плана потока. Эти схемы приводятся в тексте пояснительной записки и вычерчиваются на миллиметровой или белой бумаге;

- все машины, разворачивающиеся при обратных продольных проходах, должны пройти всю захватку, и в конце ее необходимо изобразить разворот машин на соседней захватке; если по технологическим условиям недопустим проезд по соседней захватке, то должны быть показаны места съездов за пределы проезжей части или участки технологических заделов;
- на каждой захватке условной штриховкой должны быть показаны поверхности на различных стадиях выполнения работ.

Уточняя взаимодействия машин, работающих на одной захватке, и учитывая некоторую сложность их использования на разных захватках, одновременно с планом потока на каждой захватке составляют почасовой график. Он служит для указания порядка использования различных машин во времени на захватках, на которых показана их работа в плане.

Время работы на почасовом графике для каждой машины изображают прямой восходящей линией, идущей справа от часа начала ее работы до верхней левой точки - часа ее окончания. Для каждой линии указывают марку машины и ее номер в звене.

При правильном составлении почасовые графики позволяют уточнять технологию и определить степень загруженности машин, а самое главное - позволяют наглядно определить технологические ошибки.

Графу «Машины» в разделе «Потребные ресурсы» заполняют на основании данных расчета потребного количества машин с учетом корректировки по данным почасовых графиков использования машин. При использовании однотипных машин каждой из них присваивается определенный номер. Рядом с наименованием марки машины и ее номера в звене в скобках указывают коэффициент ее использования на данной захватке.

4.3. Указания по выполнению технологических процессов

В этом разделе характеризуются требования к выполнению каждого вида работ с указанием последовательности процессов и деталей их выполнения. Указания об организации и технологии всех технологических операций приводятся обязательно со ссылкой на соответствующие технические условия и нормы с учетом требований СНиП. Текст иллюстрируется частными схемами-деталью, показывающими выполнение отдельных операций, входящих в состав плана потока: доставка, распределение и разравнивание зернистых материалов (песка, гравия, щебня); уплотнение смесей; переходы укладчика в зависимости от температуры воздуха с одной полосы на другую; особенности уплотнения асфальтобетонных смесей и т.д.

Частные схемы-детали вычерчиваются на миллиметровой или белой бумаге и приводятся в составе пояснительной записки.

5. ОПТИМИЗАЦИЯ СМЕННЫХ ОБЪЁМОВ РАБОТ НА ЭВМ С КОМПЛЕКТОВАНИЕМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ОТРЯДА МАШИН

Программа для ЭВМ позволяет рассчитать потребность в дорожных машинах для выполнения конкретного сменного объёма работ, стоимость их эксплуатации и коэффициент использования по времени. Программа также позволяет для каждой из технологических операций из нескольких вариантов машин-исполнителей выбрать оптимальный, т.е. минимальный по приведённым затратам, вариант для конкретного сменного объёма работ. Изменяя в определённом диапазоне (шаговым методом) сменный объём работ, можно выбрать оптимальный (из рассчитанных) темп ведения дорожно-строительных работ.

Сопровождение программного обеспечения и консультации по его применению осуществляются в компьютерном классе кафедры строительства автомобильных дорог. Основным критерием оптимальности является минимум приведённых затрат на эксплуатацию отряда дорожно-строительных машин, т.е. минимум затрат, приведённых к единице готовой продукции СЕД (1 м³ материала дорожной одежды или 1 п.м. дорожной одежды):

$$СЕД = \frac{\sum_{i=1}^N S_i}{Q_{CM}} \rightarrow \min, \text{ у.е.}, \quad (9)$$

где Q_{CM} - сменный объём работ;

N - количество технологических операций;

S_i - приведённые затраты на эксплуатацию дорожных машин в i -й технологической операции, у.е.,

$$S_i = \min(C_{ij} \cdot M_{ij} \cdot T_{CM}); \quad (10)$$
$$(j = 1, \dots, m_i),$$

где C_{ij} - приведённые затраты на один час эксплуатации одной машины j -й марки в i -й технологической операции, у.е./ч;

M_{ij} - количество машин j -й марки, необходимое для выполнения сменного объёма работ в i -й технологической операции;

m_i - количество вариантов моделей машин, используемых в i -й технологической операции (обычно рассматривают три варианта моделей);

T_{CM} - продолжительность рабочей смены, ч.

Следующим критерием оптимальности служит коэффициент использования парка дорожных машин во времени КВП, который должен стремиться к максимальному значению.

Ещё одним критерием оптимизации считают рациональное для условий строительства (по технологическим и организационным соображениям, возможностям парка) количество автомобилей-самосвалов и другой строительной

техники, задействованной на объекте при данном объёме работ.

Все указанные критерии следует рассматривать в комплексе, последовательно анализируя их в изложенном выше порядке.

Диапазон, в котором отыскивают оптимальный объём работ, лежит в пределах от минимального Q_{CM}^{MIN} максимального Q_{CM}^{MAX} сменного объёма по технологической операции, выполняемой ведущей машиной. Ведущей машиной по строительству дорожной одежды может быть асфальтоукладчик или бетоноукладчик, работающий на устройстве слоя покрытия.

Q_{CM}^{MAX} определяют по производительности наиболее производительной ведущей машины P_{MAX}^{BED} :

$$Q_{CM}^{MAX} = T_{CM} \cdot P_{MAX}^{BED}, \text{ м}^3, \quad (11)$$

где T_{CM} - продолжительность рабочей смены, ч; $T_{CM} = 7$ или $T_{CM} = 8,2$ ч.

Сменный объём работ увеличивают от Q_{CM}^{MIN} до Q_{CM}^{MAX} с приращением ΔQ , рассматривают 6 - 7 случаев, включая Q_{CM}^{MIN} и Q_{CM}^{MAX} , т.е.

$$\Delta Q = \frac{Q_{CM}^{MIN} - Q_{CM}^{MAX}}{5(6)}, \text{ м}^3. \quad (12)$$

При расчёте на сменной длине захватки

$$\Delta l = \frac{l_{CM}^{MIN} - l_{CM}^{MAX}}{5(6)}.$$

Исходные параметры, необходимые при вводе в ЭВМ для расчёта

1. Количество операций F .
2. Продолжительность рабочей смены T_{CM} .
3. Минимальный сменный объём работ Q_{CM}^{MIN} или минимальная длина сменной захватки l_{CM}^{MIN} .
4. Исходный объём работ $Q_{ИСХ} = Q_{CM}^{MIN}$ или $l_{ИСХ} = l_{CM}^{MIN}$.
5. Максимальный сменный объём работ Q_{CM}^{MAX} или максимальная длина сменной захватки l_{CM}^{MAX} .
6. Приращение объёма работ ΔQ или длины сменной захватки Δl .
7. Количество вариантов моделей машин-исполнителей, используемых в каждой технологической операции.
8. Производительность машин каждой модели, применяемых в каждой технологической операции. Для расчёта производительности машин используют формулы (прил. 2)
9. Приведённые затраты (стоимость) эксплуатации машин каждой модели на каждой операции за смену (прил. 2).

При подготовке исходных данных для работы на ЭВМ следует заполнить

таблицу (табл. 11). Для каждой технологической операции следует рассматривать по три модели машин одного типа, из которых программа определит наиболее экономичный вариант.

Таблица 11

Подготовка данных для расчёта на ЭВМ

№ п/п	Наименование технологической операции	Минимальный сменный объем работ	Количество вариантов машин	Модель машины	Производительность машин, ед./ч	Приведенные затраты, у.е./см

Результаты расчёта на ЭВМ

Студент ... Фамилия И.О.		Группа: 941			
операция	машина	кол-во	объем	время	стоимость
1
2
...
n
$C_{ед} = \dots$		$K_{ВП} = \dots$		$Q_{см} = \dots$	

В результатах расчета $Q_{см}$ – сменный объем работ.

Таким образом, получают распечатку для отряда по строительству дорожной одежды.

По результатам оптимизационных расчётов для различных значений сменных объёмов работ строят график зависимости от приведённых затрат на единицу готовой продукции $C_{ед}$ и коэффициента использования отряда машин во времени $K_{ВП}$ от сменного объёма работ или сменной длины захватки (рис. 2). Выбор рационального сменного объёма работ и принятого отряда машин следует обосновать в выводах пояснительной записки.

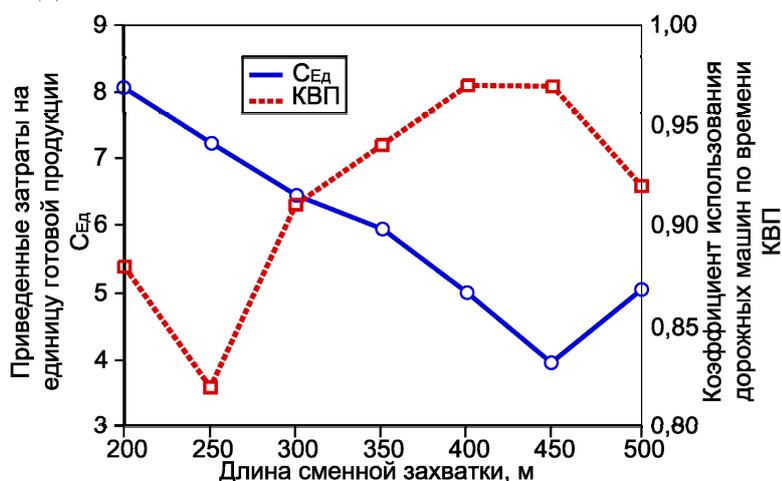


Рис. 2 – Пример графика оптимизации

Выбранные модели и количество машин по каждой технологической опе-

рации заносят в сводную таблицу (табл. 12). При этом стремятся к максимально возможной унификации техники.

Таблица 12

Специализированный отряд дорожно-строительных машин
по строительству дорожной одежды

№ п/п	Тип машины	Модель машины	Количество машин

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

В пояснительной записке проекта необходимо отразить основные методы входного, операционного и приёмочного контроля, наиболее важные показатели качества земляного полотна и слоев дорожной одежды (табл. 13, табл. 14). Особое внимание следует уделить вопросам контроля степени уплотнения, геометрических параметров, состояния поверхности покрытия, прочности дорожной одежды [2-4].

Таблица 13

Форма и содержание ведомости регламентации операционного контроля качества

Основные операции, подлежащие контролю	Состав контроля	Методы и средства контроля	Режим и объем контроля	Лицо, контролирующее операцию	Лицо, ответственное за организацию и осуществление контроля	Привлекаемые для контроля подразделения	Документ регистрации результатов контроля
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 14

Форма и содержание ведомости предельных отклонений контролируемых параметров карты

Наименование контролируемого параметра	Ед. изм.	Предельно-допустимое отклонение $\Delta i, \pm$

При этом следует привести показатели и методики контроля по каждому слою дорожной одежды (с указанием допустимых отклонений от проектных величин) со схемами применяемых приборов и оборудования для измерения этих показателей. Необходимо особое внимание уделить статистическим и не-

разрушающим методам контроля. При изучении данного раздела желательно широко использовать действующую нормативно-техническую документацию.

7. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и окружающей среды [14-17] должен быть разработан в соответствии с заданными условиями строительства, используемой в проекте дорожной техникой и применяемыми дорожно-строительными материалами. Кроме того, отражать особенности принятой технологии работ по данным направлениям. Здесь также предусматривают меры по сохранению и повторному использованию растительного грунта, рекультивации территорий, занятых карьерами, строительной площадкой, временной полосой отвода, посадке зелёных насаждений, очистке поверхностных сточных вод. Детальный перечень вопросов по данным разделам может быть согласован с руководителем курсового проектирования.

8. УКАЗАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ ПРОЕКТА И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ НАД ПРОЕКТОМ

8.1. Организация работы над проектом

Чтобы избежать значительных исправлений или полной повторной разработки проекта, применяемые при проектировании решения следует своевременно и поэтапно согласовывать с руководителем проектирования.

Пояснительная записка составляется по мере разработки проектирования с включением в нее всех расчетов и чертежей, обосновывающих применяемые решения.

Студенту для самоконтроля и учета объема выполненных работ надлежит руководствоваться следующим процентным соотношением:

- подготовка литературы, введение, глава 1 - 2 %,
- глава 2 – 10 %,
- глава 3 – 15%,
- глава 4 – 45 %,
- глава 5 – 8 %,

Окончательное оформление пояснительной записки и чертежей – 20 %.

8.2. Оформление проекта

8.2.1. Оформление текстовой части курсового проекта

Титульный лист работы является первым листом пояснительной записки и оформляется на бумаге формата А4. Надписи на титульном листе выполня-

ются строчными буквами, начиная с прописных, прямым шрифтом типа А или Б русского алфавита (кириллица). Высота строчных и прописных букв надписей на титульных листах должна быть соответственно 3,5 и 5 мм, за исключением слов: «КУРСОВОЙ ПРОЕКТ», для которых используется прямой шрифт типа А или Б русского алфавита (кириллица) с высотой прописных букв 7 мм.

На титульном листе курсового проекта (работы) в строке «Обозначение проекта» указывается шифр. Шифр состоит из индекса работы: КП – курсовой проект, номера специальности, факультета; индекса подразделения учебного заведения (полное наименование кафедры; номера зачетной книжки автора проекта (работы); двух последних цифр года окончания выполнения проекта (работы), разделенных тире). Например, для курсовых проектов (работ), выполненных в 2010 году на кафедре «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог» (СЭАД), шифр имеет соответственно следующую структуру: КП-291000-АД-СЭАД-63-05-10.

На титульном листе курсового проекта указываются: номер группы, фамилия и инициалы студента, выполнившего работу, должность, фамилия и инициалы преподавателя, подписавшего работу.

Задание, заполненное руководителем на стандартном бланке кафедры, включается в нумерацию страниц пояснительной записки и помещается после титульного листа.

Содержание включает в себя: задание, введение, номера и наименования всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение и приложения с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы работы.

Слово «Содержание» записывается в виде заголовка (симметрично тексту) строчными буквами начиная с прописной.

Введение, наименования всех разделов, подразделов, пунктов, заключение и приложения, включенные в содержание, записываются строчными буквами, начиная с прописной.

Текст пояснительной записки работы оформляется в соответствии с действующими стандартами – единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и системы проектной документации для строительства (СПДС).

Текст пояснительной записки излагают на одной стороне белой бумаги формата А4 согласно ГОСТ 105-95 одним из следующих способов:

- рукописным текстом по ГОСТ 304-81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм чернилами (пастой) одного цвета: черного, синего или фиолетового и расстоянием между строками текста 7-10 мм;
- с применением печатающих и графических устройств вывода компьютера, при этом гарнитура шрифта «Times New Roman» размером 14 для пояснительной записки должна быть строчной, светлой и с полуторным междустрочным интервалом, за исключением содержания основной надписи в формах на

первом и последующих листах пояснительной записки.

Для пояснительной записки рамка формы имеет следующие размеры: левое поле – 20 мм; правое, верхнее и нижнее – 5 мм. Расстояние от рамки до границ текста в начале и в конце строки не менее 3 мм. Расстояние от рамки до верхней строки текста и от нижней строки текста до формы (штампа) с основной надписью должно быть не менее 10 мм. Абзацы в тексте начинают с отступом, равным 15-17 мм.

Каждый лист пояснительной записки должен иметь форму с основной надписью, которую следует располагать в правом нижнем углу формата листа, вдоль его короткой стороны. Основная надпись не выполняется на титульном листе, задании и отзыве руководителя. Основная надпись выполняется в двух формах: 1– для заглавного листа пояснительной записки; 2 – для последующих листов пояснительной записки.

Заглавный лист несет информацию о содержании работы. На нем указывается содержание пояснительной записки. Основная надпись первого заглавного листа пояснительной записки выполняется согласно ГОСТ 2101-97 по форме, приведенной на рис. 3 Основная надпись на последующих листах пояснительной записки выполняется по форме, приведенной на рис. 4

а)

				КП-211000-АД-СЭАД-63-05-10			
	<i>Фамилия</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Технология и организация строительства автомобильных дорог. Дорожная одежда	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Выполнил</i>	Иванов				У	2	2
<i>Проверил</i>	Калгин				ГОУВПО ВГАСУ Кафедра "Строительство и эксплуатация автомобильных дорог"		
<i>Консультант</i>							
<i>Нормоконтр.</i>							

б)

				КП-211000-АДз-СЭАД-63-05-10			
	<i>Фамилия</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Технология и организация строительства автомобильных дорог. Дорожная одежда	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Выполнил</i>	Иванов				У	2	2
<i>Проверил</i>	Калгин				ГОУВПО ВГАСУ Кафедра "Строительство и эксплуатация автомобильных дорог"		
<i>Консультант</i>							
<i>Нормоконтр.</i>							

а) - для студентов очной формы обучения;

б) - для студентов заочной формы обучения

Рис. 3 – Пример оформления основной надписи на заглавном листе пояснительной записки курсового проекта

а)

КП-211000- АД -СЭАД -63-05-10	Лист
	18

б)

КП-211000- АДз -СЭАД -63-05-10	Лист
	18

- а) - для студентов очной формы обучения;
 б) - для студентов заочной формы обучения

Рис. 4 – Пример оформления основной надписи на последующих листах пояснительной записки курсового проекта

(7)	(8)	(9)	(10)	(1)	(3)	(4)	(5)	(6)
Выполнил	Иванов	Подпись	Дата	(2)	Стадия	Лист	Листов	
Проверил	Калгин							
Консультант								
Нормоконтр.								

Рис. 5 – Форма и содержание основной надписи на заглавном листе пояснительной записки

В графах основной надписи формы заглавного листа пояснительной записки (рис. 5) указывается: графа 1 - шифр работы; графа 2 - тема работы; графа 3 - условное обозначение стадии проектирования, например: литера У - проект учебный; литеры УР - проект учебный с элементами, разрабатываемыми для производства; литера Р - реальный проект по заказу производства; графа 4 - номер текущей страницы; графа 5 - общее число страниц пояснительной записки работы; графа 6 - сокращенное наименование ВУЗа и номер группы (рис. 3); графа 7 - характер выполненной работы; зав. кафедрой, руководитель, консультанты разделов (при необходимости), разработал, рецензент, нормоконтролер; графы 8 - 10 - фамилии, подписи и дата подписания. В графах основной надписи формы последующих листов пояснительной записки (рис. 6) указывается: графа 1 - обозначение работы; графа 4 - номер текущей страницы пояснительной записки.

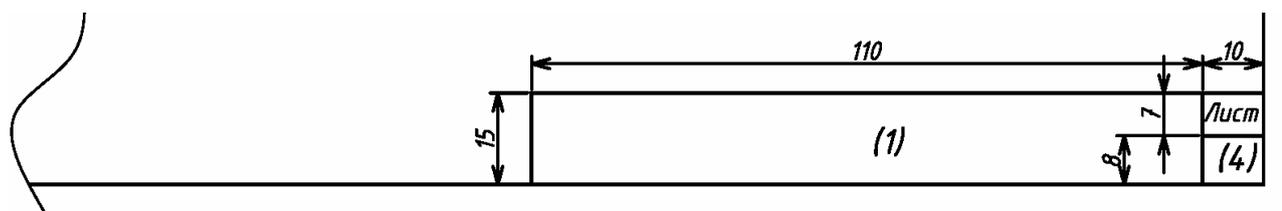


Рис. 6 – Форма и содержание основной надписи на последующих листах пояснительной записки курсового проекта.

Содержание основной надписи в соответствующих графах форм на первом и последующих листах пояснительной записки должно выполняться прямым шрифтом типа А или Б русского алфавита (кириллица) согласно ГОСТ 304- 81 при использовании одного из следующих способов:

- с применением печатающих и графических устройств вывода ПЭВМ в графах 1, 2, 6, 11, 12 размер шрифта 14; в графах 3 - 5, 7 - 10 размер шрифта 10;
- рукописным способом в графах 1, 2, 6, 11, 12 высота прописных букв и цифр должна быть не менее 5,0 мм, строчных - 3,5 мм; в графах 3-5, 7-10 высота прописных букв и цифр должна быть не менее 3,5 мм, строчных - 2,5 мм.

Разделы пояснительной записки работы должны иметь порядковые номера в пределах всей записки, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзачным отступом. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится.

Разделы, как и подразделы, могут состоять из одного или нескольких пунктов.

Если пояснительная записка не имеет подразделов, то нумерация пунктов в ней должна быть в пределах каждого раздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела и пункта, разделенных точкой. В конце номера пункта точка не ставится.

Изложение текста пояснительной записки должно быть кратким, четким и выполнено в безличной форме. В тексте пояснительной записки должны применяться обозначения, определения и термины, установленные соответствующими стандартами, а при их отсутствии - общепринятые в научно-технической литературе.

Не допускается применять в тексте пояснительной записки, за исключением формул, таблиц и рисунков:

- математический знак минус (–) перед отрицательными значениями величин, следует писать слово "минус";
- знак «Ø» для обозначения диаметра, следует писать слово "диаметр".
- применять без числовых значений математические знаки, например: > (больше), < (меньше), = (равно), ≥ (больше или равно), ≤ (меньше или равно), а

также знаки № (номер), % (процент);

- применять индексы стандартов, технических условий и других нормативных документов без их регистрационного номера.

Условные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым в действующих государственных стандартах. В тексте пояснительной записки перед обозначением параметра должно быть приведено пояснение, например: "Длина сменной захватки $L_{\text{захв}}$ ". При необходимости применения условных обозначений, изображений или знаков, не установленных действующими стандартами, их следует пояснять в тексте или в перечне обозначений.

В тексте пояснительной записки должны применяться в соответствии с ГОСТ 417-81 и СН 528-80 стандартизованные единицы физических величин в системе СИ, их наименования и обозначения.

Если в тексте пояснительной записки необходимо пояснить отдельные данные, то эти данные следует обозначать надстрочными знаками сноски. Сноски в тексте пояснительной записки располагают с абзацного отступа в конце страницы, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны, а к данным, расположенным в таблице, в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы.

8.2.2. Формулы

В тексте пояснительной записки формулы могут быть выполнены согласно ГОСТ 004-88 прямым шрифтом типа А или Б русского алфавита (кириллица), латинского или греческого алфавита, рукописным или машинным способом:

- с применением печатающих и графических устройств вывода ПЭВМ формулы выполняются в редакторе формул, например: Microsoft Equation с размером основного шрифта формул 14 индексов;
- рукописным способом формулы выполняются шрифтом с высотой прописных или строчных букв и цифр не более 7,0 мм, индексов - не более 3,5 мм.

Не допускается применение машинописных и рукописных символов в одной формуле. В формулах в качестве символов следует применять обозначения, установленные соответствующими государственными стандартами. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой с новой строки в той последовательности, в какой символы даны в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова "где" без двоеточия. После него приводится полный перечень обозначений, входящих в состав формулы и соответственно словесное описание их значения. Например: "Расчетную нагрузку на колесо автомобиля P_p , кН, вычисляют согласно ВСН 197-91 [22] по формуле

$$P_p = P_n K_d, \quad (13)$$

где P_n - нормативная нагрузка на колесо автомобиля, $P_n = 50$ кН;

K_d - коэффициент динамичности, $K_d = 1$,

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой. Допускается переносить формулу на следующую строку только на знаках выполняемых операций, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке умножения применяют знак «×».

Формулы в основном тексте пояснительной записки, за исключением формул, помещаемых в приложениях, должны нумероваться в пределах раздела арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках.

При указании значений величин с предельными отклонениями следует заключать числовые значения с предельными отклонениями в скобки и обозначения единицы помещать после скобок или проставлять обозначения единиц после числового значения величины и после ее предельного отклонения.

Правильно:

$(10 \pm 0,1) \text{ кг}$

Неправильно:

$10,0 \pm 0,1 \text{ кг}$

Буквенные обозначения единиц измерения, входящих в произведение, следует отделять точками на средней линии, как знаками умножения.

Правильно:

$\text{Pa} \cdot \text{s}; \text{Па} \cdot \text{с}$
 $\text{A} \cdot \text{m}^2; \text{А} \cdot \text{м}^2$

Неправильно:

$\text{Pa}s; \text{Пас}$
 $\text{Am}^2; \text{Ам}^2$

Допускается буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделять пробелами, если это не приводит к недоразумению.

В буквенных обозначениях отношений единиц измерений в качестве знака деления должна применяться только одна черта: косая или горизонтальная.

Допускается применять обозначения единиц измерений в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степень (положительные и отрицательные).

Правильно:

$\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}; \text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$
 $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}; \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$

Неправильно:

$\text{W}/\text{m}^2/\text{K}; \text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$
 $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}; \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$
 $\frac{\text{W}}{\text{K}}; \frac{\text{Вт}}{\text{К}}$

При указании производной единицы, состоящей из двух и более единиц, не допускается комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц, т. е. для одних единиц проводить обозначения, а для других – наименования.

Правильно:

60 км/ч
 $60 \text{ километров в час}$

Неправильно:

60 км/час
 60 км в час

8.2.3. Графики

На графике одной функциональной зависимости ее изображение должно быть выполнено сплошной линией толщиной $2S$. В случаях, когда в одном графике приведены две и более функциональные зависимости, допускается изображать эти зависимости различными типами линий, например, сплошной и штриховой. Толщина сплошной основной линии S должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм.

При оформлении графиков значения переменных величин следует откладывать на осях координат в линейном или нелинейном (например логарифмическом) масштабах изображения. Масштаб, который может быть разным для каждого направления координат, следует выражать шкалой значений откладываемой величины.

В качестве шкалы следует использовать координатную ось или линию координатной сетки, которая ограничивает поле графика. Координатные оси как шкалы значений изображаемых величин допускается разделять на графические интервалы с помощью координатной сетки.

Допускается выполнять линии сетки, соответствующие кратным графическим интервалам, сплошной линией толщиной $2S$.

На графиках, изображающих несколько функций различных переменных, допускается использовать в качестве шкал как координатные оси, так и координатные сетки, которые ограничивают поле графика, а также прямые, расположенные параллельно координатным осям. Шкалы, расположенные параллельно координатной оси, разделяются только делительными штрихами.

Переменные величины на шкалах графика следует указывать с помощью:

- символа;
- наименования;
- наименования и символа;
- математического выражения функциональной зависимости.

На графике со шкалами обозначение переменных величин следует размещать у середины шкалы с ее внешней стороны. При объединении символа с обозначением единицы измерения в виде дроби размещают в конце шкалы последнего числа.

Обозначения переменных величин в виде символов и математических выражений следует на осях графика размещать горизонтально. Надписи на осях графика в виде наименований или наименований и символов следует размещать параллельно соответствующим осям. Надписи следует начинать с прописной буквы, в конце точка не ставится.

На графиках допускается проставлять наименования, символы или порядковые номера соответствующих величин у линий, изображающих несколько функциональных зависимостей. Символы и номера должны быть разъяснены в пояснительных данных.

Единицы измерения переменных величин на графиках могут быть проставлены:

- вместе с наименованием переменной величины после запятой;
- вместе с наименованием переменной величины и символом после запятой;
- в конце шкалы между последним и предпоследним числами шкалы; при недостатке места на шкале допускается не наносить предпоследнее число;
- в конце шкалы после последнего числа вместе с обозначением переменной величины в виде дроби, в числителе которой – обозначение переменной величины, а в знаменателе – обозначение единицы измерения.

Многочисленные числа допускается выражать как кратные 10^n , где n - целое число. Коэффициент 10^n следует указывать для данного диапазона шкалы.

Единицы измерения углов (градусы, минуты, секунды) следует наносить один раз - у последнего числа шкалы. Допускается единицы измерения углов наносить у каждого числа шкалы.

8.2.4. Иллюстрации

Иллюстрации должны быть выполнены в соответствии с требованиями ЕСКД и СПДС на листах форматов А4 или А3 карандашом, тушью, пастой или на компьютере и расположены по тексту так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота пояснительной записки или с поворотом на 90° по часовой стрелке. Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого материала.

Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных между собой точкой. Допускается иллюстрации нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается: «Рисунок 1».

Иллюстрации в пояснительной записке работы должны содержать наименование, поясняющее изображенные функциональные зависимости и, при необходимости, пояснительные данные (подрисовочный текст), разъясняющие использованные на иллюстрации обозначения. Пояснительные данные (подрисовочный текст) необходимо помещать над наименованием к иллюстрации.

Наименование необходимо писать по ширине иллюстрации с прописной буквы через дефис после слова «Рисунок» и его порядкового номера, например: «Рисунок 1 – График роста интенсивности движения».

На все иллюстрации в тексте пояснительной записки должны быть даны ссылки. Например, при ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела и «... в соответствии с рисунком 2» – при сквозной нумерации.

В тексте пояснительной записки иллюстрации необходимо располагать по центру страницы непосредственно после первой ссылки на них или на следующей странице. Ближайшие после ссылки в тексте иллюстрации могут быть выполнены на одной странице. Не допускается выполнять иллюстрации на листе с обтеканием текста пояснительной записки.

Допускается перенос иллюстрации на другие страницы, например, столбчатые диаграммы, при этом название иллюстрации помещают на первой странице, поясняющие данные – под каждой последующей иллюстрацией на других страницах.

8.2.5. Оформление чертежей

В графической части работы возможно применение следующих изображений: чертеж, плакат, схема, карта, график, диаграмма, таблица и т. д.

Графическая часть разделов работы должна выполняться согласно требованиям стандартов ЕСКД и СПСД по оформлению строительных чертежей. Чертежи и плакаты работы должны выполняться согласно требованиям ГОСТ 301-68 на одной стороне чертежной бумаги стандартного формата А1 размером 594×841 мм.

Размеры основных форматов листов чертежей приведены в табл. 15

Размеры штампа на чертежах работы и содержание основной надписи при его заполнении приведены на рис. 5

В графах основных надписей штампа чертежа (рис. 9) указывается: графа 1 - обозначение работы; графа 2 - тема работы; графа 3 - условное обозначение стадии проектирования, например: литера У - проект учебный; литера УР - проект учебный с элементами, разрабатываемыми для производства; литера Р - реальный проект по заказу производства; графа 4 - номер листа; графа 5 - общее число листов в работе; графа 6 - сокращенное наименование ВУЗа; графа 7 - характер выполненной работы: зав. кафедрой, руководитель, консультанты (при необходимости), разработал, рецензент, нормоконтролер; графы 8 - 10 - фамилии и подписи лиц, указанных в графе 7, и дата подписания; графа 11 - наименование изображения, помещенного на данном листе; графа 12 - заполняется при необходимости.

Каждый лист чертежа должен иметь заголовок и номер, которые помещены в соответствующую графу углового штампа.

Допускается объединять несколько листов чертежей под общим заголовком с одним угловым штампом, помещенным на последнем листе. Номер объединенного листа должен соответствовать порядковым номерам листов и записываться в графе 4 через дефис, например: "3-5".

Содержание основной надписи в соответствующих графах углового штампа должно выполняться прямым шрифтом типа А или Б русского алфавита (кириллица) согласно ГОСТ 304-81 при использовании одного из следующих способов:

- с применением графических устройств вывода ПЭВМ в графах 1, 2, 6, 11 размер шрифта 14; в графах 3-5, 7-10 размер шрифта 10;
- рукописным способом в графах 1, 2, 6, 11 высота прописных букв и цифр должна быть не менее 5,0 мм, строчных -3,5 мм; в графах 3-5, 7-10 высота прописных букв и цифр должна быть не менее 3,5 мм, строчных - 2,5 мм.

Таблица 15

Размеры основных форматов в миллиметрах

Формат	Размеры сторон формата
A5	210×148
A4	210×297
A3	297×420
A2	594×420
A1	594×841
A0	1189×841

При необходимости допускается применение для отдельных чертежей других форматов (табл. 16), образуемых увеличением коротких сторон основных форматов листов на величину, кратную их размерам.

Таблица 16

Размеры дополнительных форматов в миллиметрах

Кратность	Формат				
	A0	A1	A2	A3	A4
1	2	3	4	5	6
2	1189×1682	-	-	-	
3	1189×2523	841×1783	594×1261	420×891	297×630
4	-	841×2378	594×1682	420×1189	297×841
5	-	-	594×2102	420×1486	297×1051
6	-	-	-	420×1783	297×1261
7	-	-	-	420×2080	297×1471
8	-	-	-	-	297×1682
9	-	-	-	-	297×1892

Формат листа чертежа графической части работы определяется размером внешней рамки, выполняемой сплошной тонкой линией. Внутренняя рамка чертежа должна выполняться сплошной толстой основной линией. Толщина этой линии для рамки должна быть не менее 0,7 мм.

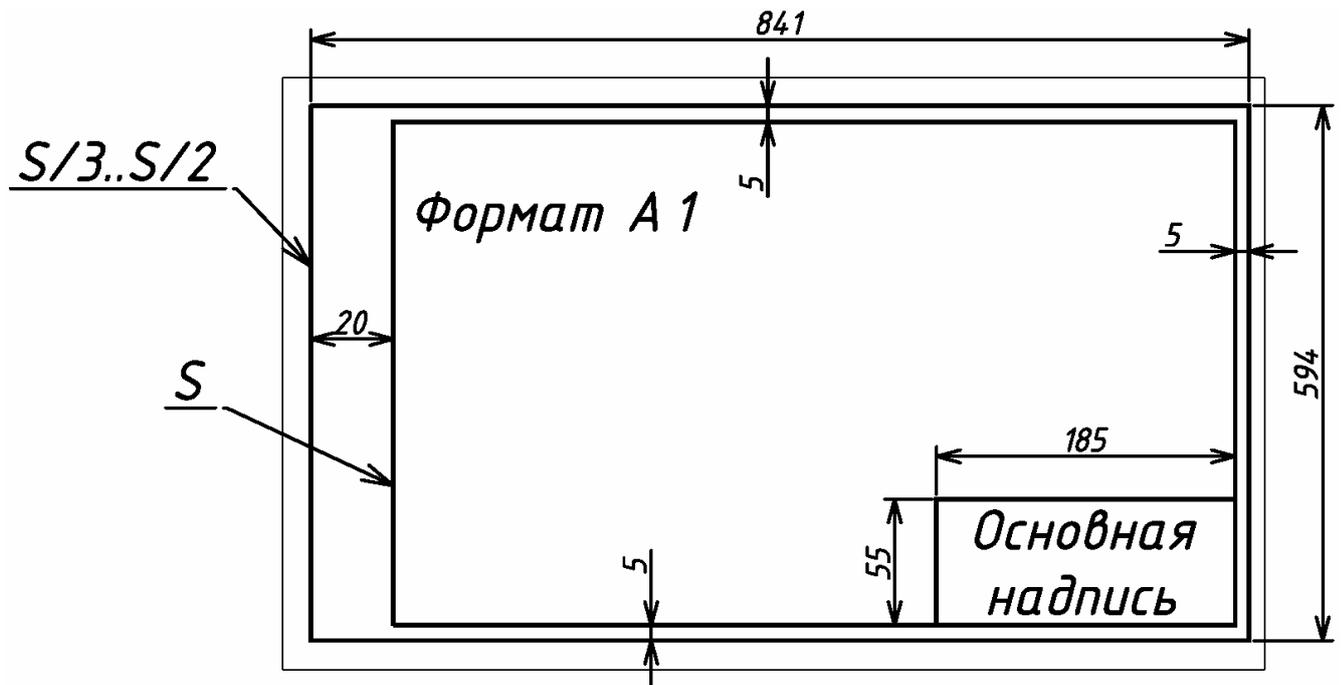


Рис. 7 – Формат чертежа графической части работы

Каждый лист чертежа должен иметь рамку с размерами (рис. 7): левое поле - 20 мм; правое, верхнее и нижнее - 5 мм и угловой штамп установленного образца.

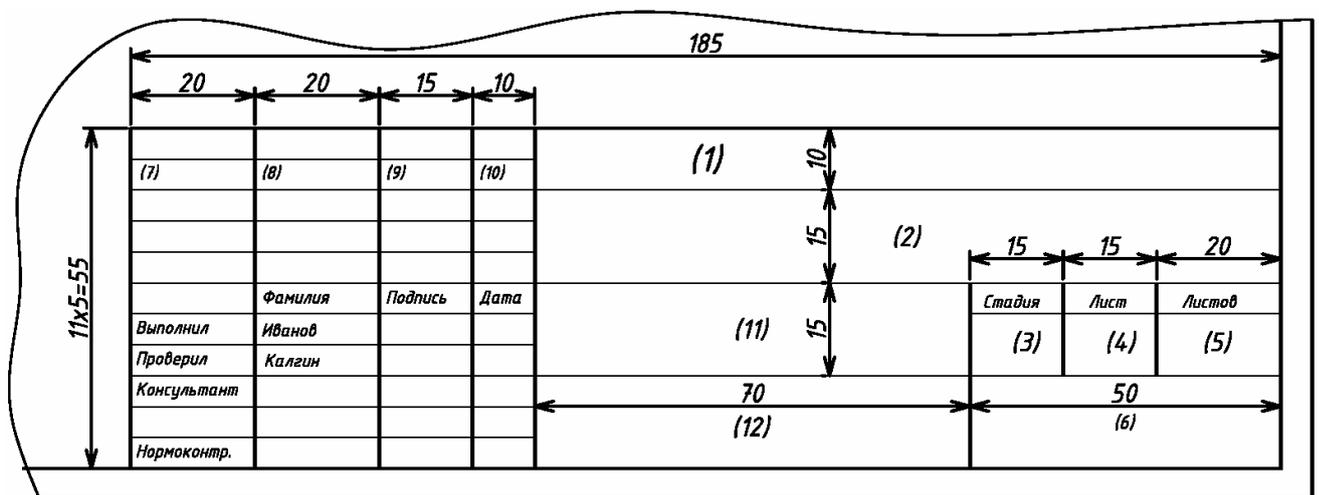


Рис. 8 - Форма и содержание основной надписи на чертеже курсового проекта (работы)

				КП-211000-АД-СЗАД-63-05-10			
				<i>Проект производства работ на устройство земляного полотна автомобильной дороги</i>			
	<i>Фамилия</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Технологическая схема послойной отсыпки грунта в насыпь</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Выполнил</i>	<i>Иванов</i>				У	2	2
<i>Проверил</i>	<i>Калгин</i>				<i>ГОУВПО ВГАСУ Кафедра "Строительство и эксплуатация автомобильных дорог"</i>		
<i>Консультант</i>							
<i>Нормоконтр.</i>							

Рис. 9 - Пример оформления основной надписи на чертеже курсового проекта (работы)

Заголовки листов в работе должны выполняться шрифтом типа А или Б русского алфавита (кириллица) без наклона и высотой прописных букв 20 мм. Названия таблиц, экспликаций, ведомостей, формул и графиков (диаграмм) должны выполняться шрифтом типа А или Б русского алфавита (кириллица) без наклона и высотой прописных букв 7-10 мм. Математические выражения формул должны записываться шрифтом типа А или Б русского (кириллица), латинского или греческого алфавита без наклона, высотой прописных или строчных букв 7-10 мм.

Правила оформления формул, графиков (диаграмм) и таблиц, изложенных выше правил технического оформления, распространяются и на оформление графической части работы. При этом на чертежах не приводится нумерация формул, графиков (диаграмм) и таблиц; наименования формул, графиков и таблиц на чертежах записываются сверху без слов "Рисунок" и "Таблица", а так же не допускается сокращение слов в надписях на чертежах работы.

Таблицы на чертежах работы должны быть заполнены прямым шрифтом типа А или Б русского алфавита (кириллица) без наклона, с высотой прописных или строчных букв и цифр не более 5,0 мм, индексов - не более 2,5 мм.

Примеры оформления основной надписи формы (штампа) на чертежах приведены: для курсового проекта на рис. 8, рис. 9.

Масштабы изображений на чертежах работы приведены в табл. 17.

Масштабы изображений на чертежах

Наименование изображения	Масштаб изображения (ГОСТ 21701-91)	
	основной	допускаемый
План автомобильных дорог на застроенной территории	1:1000	1:2000; 1:500
План других автомобильных дорог	1:2000	1:5000; 1:1000
План организации рельефа и земляных масс	1:1000	1:2000; 1:500
Поперечный профиль земляного полотна автомобильных дорог на застроенной территории	1:100	1:200; 1:50
Поперечный профиль земляного полотна других автомобильных дорог	1:200	1:100
Конструкция дорожной одежды	1:100	1:200; 1:50
Продольный профиль водоотводной и нагорной канав	По горизонтали 1:5000, по вертикали 1:500	По горизонтали 1:2000, по вертикали 1:200
Продольный профиль водосброса	1:200	1:500; 1:100
Фрагмент плана автомобильной дороги	1:200	1:500
Узел	1:20	1:10
Схема расположения технических средств организации дорожного движения на автомобильной дороге на застроенной территории	1:1000	1:500
Схема расположения технических средств организации дорожного движения на других автомобильных дорогах	Продольное направление 1:200 Поперечное направление 1:1000	Продольное направление 1:5000; 1:100 Поперечное направление 1:2000; 1:1000
Схема участка проектируемой автомобильной дороги	1:50000	1:20000; 1:10000
Длина захватки специализированного (частного) потока на технологической схеме	1:2000	1:1000; 1:500
Ширина захватки специализированного (частного) потока на технологической схеме	1:1000	1:500; 1:100
Линейный календарный график	1:50000	1:20000; 1:10000

Примечание. При необходимости допускается длину захватки принимать в 3 - 5 раз больше ее ширины, исходя из сложности изображаемых операций, для полного размещения машин, пути их движения и выполняемых ими рабочих операций.

Масштаб изображения на чертеже указывают после наименования изображения. Если на чертеже помещено несколько изображений, выполненных в разных масштабах, то масштабы указывают на поле чертежа под наименованием каждого изображения. Масштабы изображения продольного профиля указывают слева над формой таблицы.

Размеры на изображениях, как правило, указывают в метрах. Высоту и отметки уровней указывают с точностью до сантиметра. Величину углов поворота дороги указывают в градусах с точностью до одной минуты, а при необходимости до одной секунды. Величину уклонов указывают в промилле без обозначения единицы измерения. Крутизну откосов указывают в виде отношения высоты к горизонтальной проекции откоса.

На чертежах сплошной толстой основной линией (толщина линии S изменяется от 0,50 до 1,40 мм) следует показывать:

- на схеме участка дороги - контуры кромок проезжей части проектируемых автомобильных дорог, контуры проектируемых зданий и сооружений, проектируемые инженерные сети;
- на поперечном профиле - проектные контуры дороги и водоотводных сооружений, линии ординат от точек их переломов;
- на технологических схемах специализированных (частных) потоков - линии бровки земляного полотна и контуры кромок проезжей части автомобильной дороги;
- на схеме расположения технических средств организации дорожного движения - линии разметки проезжей части и ограждения.

Сплошной тонкой линией (толщина линии от $S/3$ до $S/2$) следует показывать:

- на плане – контуры поперечного профиля, горизонтали фактической поверхности земли и проектные горизонтали, кроме кратных 0,5 м (на застроенной территории), розу ветров, дорожно-климатический график, транспортную схему поставки материалов и изделий, контуры существующих зданий, сооружений, коммуникаций, дорог, строительную геодезическую и координатную сетки.

Форма и содержание ведомости для дорожно-климатического графика на плане строительства участка автомобильной дороги приведены на рис. 10

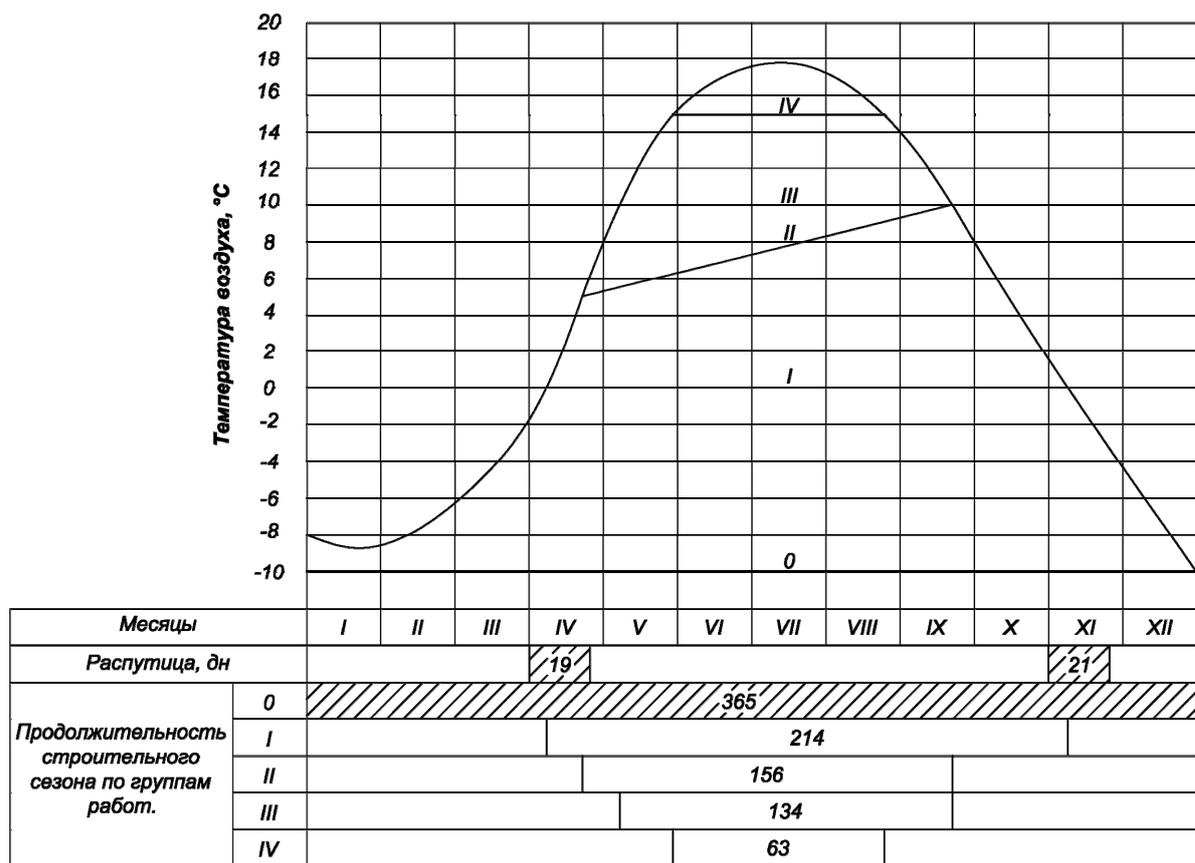


Рис. 10 - Форма и содержание ведомости дорожно-климатического графика

8.2.6. Технологическая схема специализированного потока

На технологической схеме специализированного потока должна быть приведена технологическая последовательность работ, указаны составы отрядов, машины и механизмы на все виды работ, а также коэффициенты их внутрисменной загрузки.

План частного или специализированного потока следует вычерчивать в масштабе, приведенном в табл. 17. Форма и содержание ведомости для частного или специализированного потока приведены на рис. 12.

Пример оформления технологической схемы устройства дорожной одежды приведен на рис. 14

На технологической схеме с помощью штриховки (отмывки) или условными обозначениями допускается изображать поверхность захваток в зависимости от укладки какого-либо материала, его уплотнения или розлива вяжущего. На плане потока допускается указывать границы россыпи слоя песка, щебня, асфальтобетонной смеси, разлитого битума и т. д.

План частного или специализированного потока на технологической схеме следует выполнять с помощью условных графических изображений дорожно-строительных машин и схем их движения на каждой захватке.

Условные графические обозначения технологического оборудования, установок, дорожно-строительных конструктивов и грунтов приведены в табл. 19, табл. 20 и табл. 21.

На технологической схеме часовой график должен быть размещен под планом частного или специализированного потока на каждую сменную захватку.

Часовой график для каждой машины следует выполнять в направлении движения потока восходящей сплошной основной линией толщиной S , идущей справа от начала захватки и часа начала ее работы до верхней левой точки - часа ее окончания. Толщина сплошной основной линии должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм.

Линии сетки часового графика следует выполнять сплошной тонкой линией толщиной от $S/3$ до S

Поясняющие надписи на часовом графике должны выполняться в дипломном проекте (работе) тушью черного цвета шрифтом типа А или Б русского (кириллица) или латинского алфавита с высотой прописных или строчных букв и цифр не более 3,5 мм.

В курсовом проекте (работе) поясняющие надписи на часовом графике допускается выполнять карандашом.

Допускается выполнять поясняющие надписи на часовом графике на выносных сплошных тонких линиях, толщиной от $S/3$ до S

Форма и содержание часового графика на технологической схеме приведена на рис. 11.

8.2.7. Требования к начертаниям линий на чертежах

Наименование, начертание, толщина линий по отношению к толщине основной линии и основные назначения линий должны соответствовать данным, указанным в табл. 18

Для сложных разрезов и сечений допускается концы разомкнутой линии соединять штрихпунктирной тонкой линией:

Толщина сплошной основной линии S должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа.

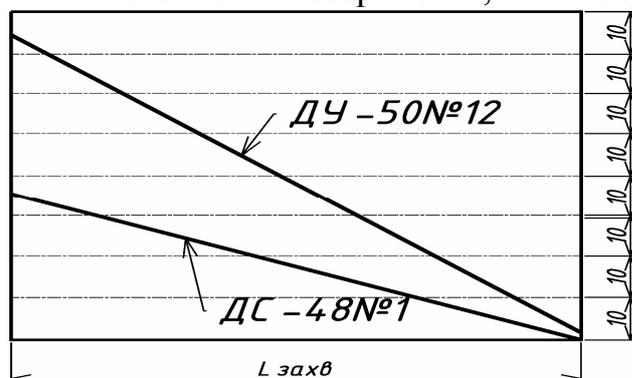


Рис. 11 - Форма и содержание часового графика на захватке технологической схемы частного или специализированного потока.

<i>Номера захваток</i>		10	
<i>Наименование рабочих операций</i>		60	
<i>Номера рабочих операций</i>		10	
<i>Номера звеньев</i>		10	
<i>Длина захватки, м</i>		10	
<i>Длина и направление специализированного потока, м</i>		15	
<i>План потока</i>	<i>Исполнители</i>	20	
	<i>Машины, потребные на каждую захватку, количество и их коэффициент использования на захватках в среднем за смену</i>	40	
	<i>Материалы</i>	20	
<i>План потока</i>	100		
<i>Часовой график</i>	<i>Рабочие часы</i>	<i>Доли рабочих смен</i>	80
100			

Рис. 12 - Форма и содержание ведомости для частного или специализированного технологического потока.

<i>Номера захваток</i>		10	
<i>Наименование рабочих операций</i>		60	
<i>Номера рабочих операций</i>		10	
<i>Номера звеньев</i>		10	
<i>Длина захватки, м</i>		10	
<i>Длина и направление специализированного потока, м</i>		15	
<i>Машины, потребные на каждую захватку, количество и их коэффициент использования на захватках в среднем за смену</i>		60	
<i>План потока</i>	100		
<i>Часовой график</i>	<i>Рабочие часы</i>	<i>Доли рабочих смен</i>	80
100			

Рис. 13 - Допускаемая форма и содержание ведомости для частного или специализированного технологического потока.

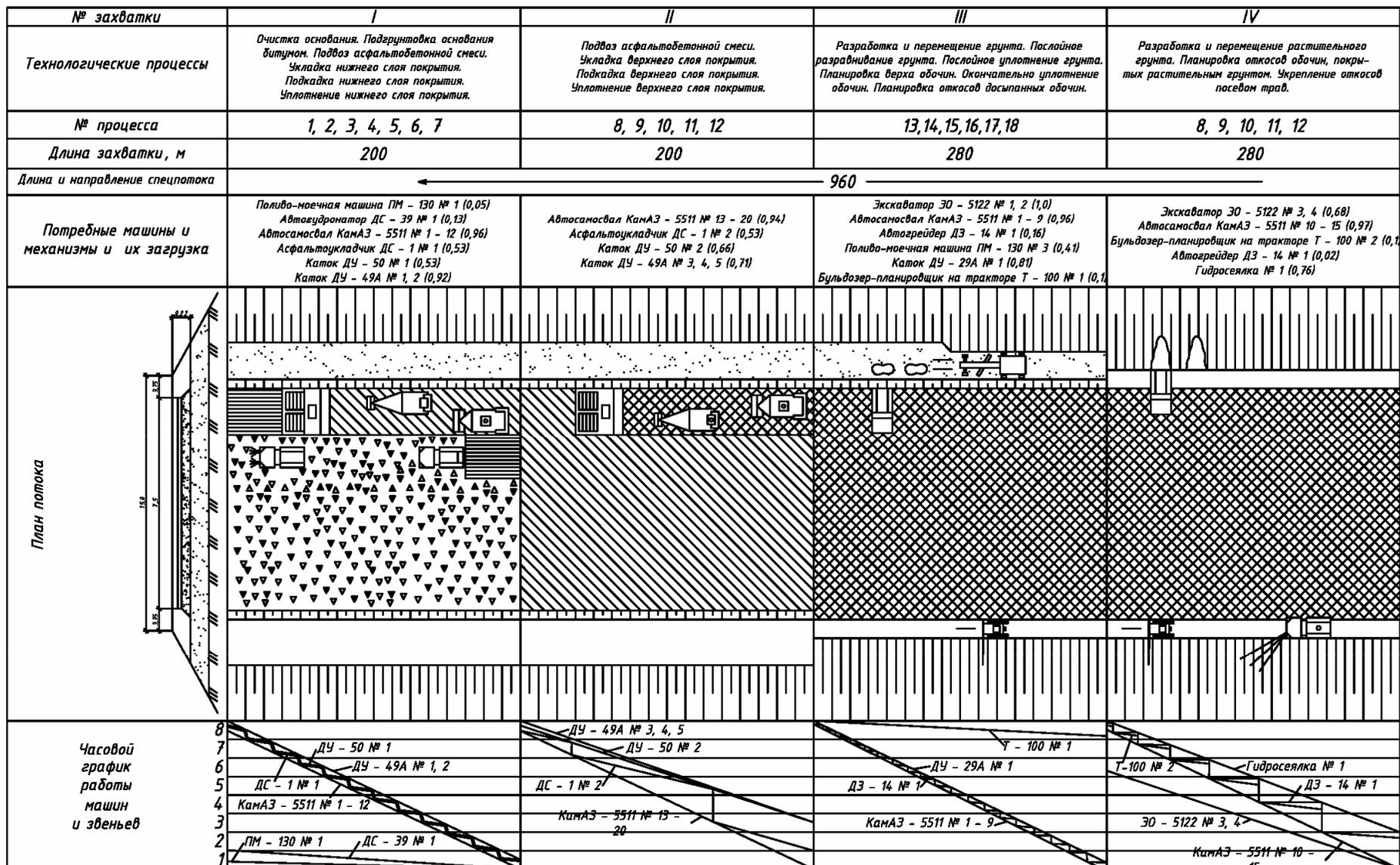
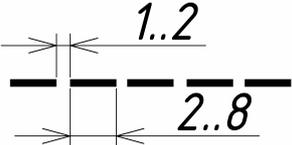
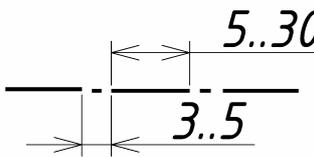
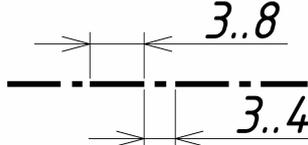
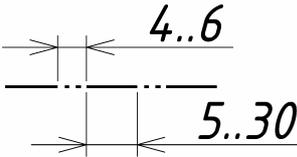


Рис. 14 – Пример оформления технологической схемы на устройство дорожной одежды и досыпку грунта обочин

Требования к начертаниям и основным назначениям линий на чертежах

Наименование линии	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
Сплошная толстая основная		S	Линии видимого контура; Линии перехода видимые; линии контура сечения (вынесенного и входящего в состав разреза)
Сплошная тонкая		От S/3 до S/2	Линии контура наложенного сечения; линии размерные и выносные; линии штриховки; линии-выноски; полки линий-выносок и подчеркивание надписей; линии для изображения пограничных деталей ("обстановка"); линии ограничения выносных элементов на видах, разрезах и сечениях; линии перехода воображаемые; следы плоскостей, линии построения характерных точек при специальных построениях
Сплошная волнистая		От S/3 до S/2	Линии обрыва; линии разграничения вида и разреза
Штриховая		От S/3 до S/2	Линии невидимого контура; линии перехода невидимые
Штрихпунктирная тонкая		От S/3 до S/2	Линии осевые и центровые; линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений
Штрихпунктирная толстая		От S/3 до S/2	Линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию; линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»)
Разомкнутая		От S до 3S/2	Линии сечений

Наименование линии	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
Сплошная тонкая с изломами		От S/3 до S/2	Длинные линии обрыва
Штрихпунктирная с двумя точками		От S/3 до S/2	Линия сгиба на развертках; линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях; линии для изображения развертки, совмещенной с видом

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе.

Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения.

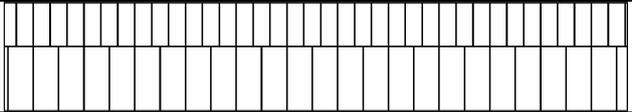
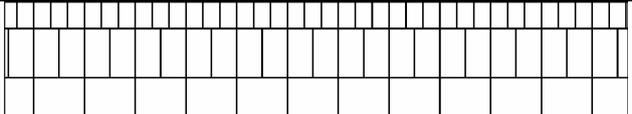
Штрихи в линии должны быть приблизительно одинаковой длины.

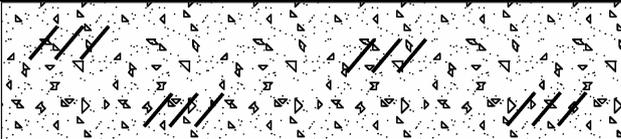
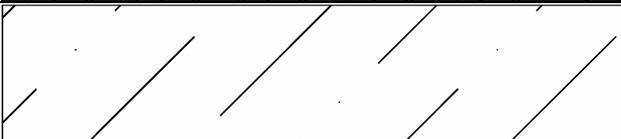
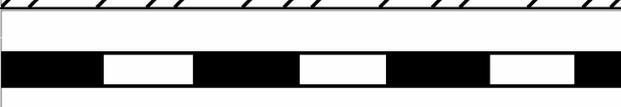
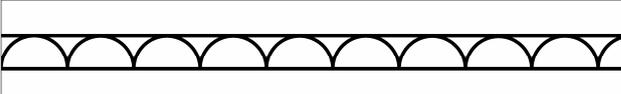
Промежутки между штрихами в линии должны быть приблизительно одинаковой длины. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами.

Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.

Таблица 19

Условные графические обозначения материалов дорожной одежды
и земляного полотна

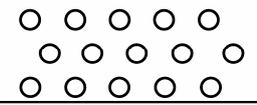
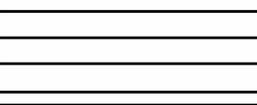
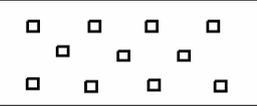
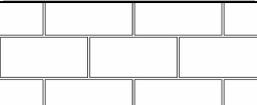
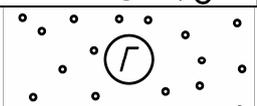
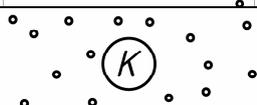
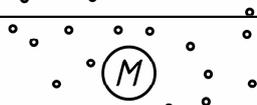
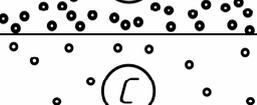
Наименование материала	Условные графические обозначения
Асфальтобетон	
Асфальтобетон двухслойный	
Асфальтобетон трехслойный	

Наименование материала	Условные графические обозначения
Бетон	
Грунт естественный	
Грунт насыпной	
Железобетон	
Железобетон предварительно напряженный	
Материал гидроизоляционный	
Материал теплоизоляционный	
Песок, укрепленный цементом	
Смесь песчано-гравийная	
Смесь песчано-гравийная, укрепленная цементом	
Смесь песчано-щебеночная	
Смесь песчано-щебеночная, укрепленная цементом	
Цементобетон	

Наименование материала	Условные графические обозначения
Щебень фракционированный, уложенный по способу заклинки	
То же, обработанный вяжущим материалом по способу пропитки	

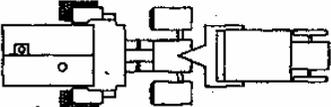
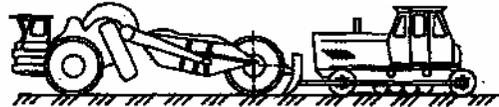
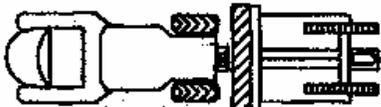
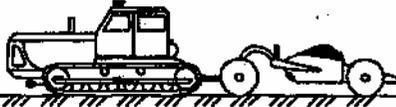
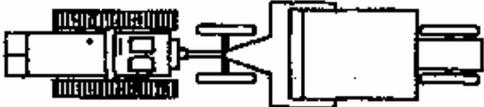
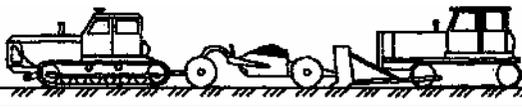
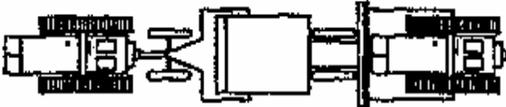
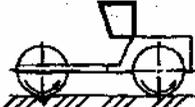
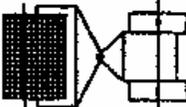
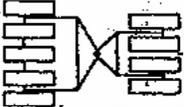
Таблица 20

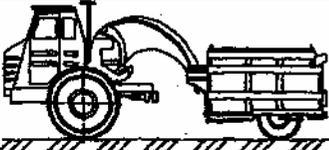
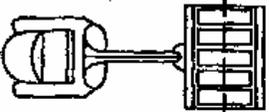
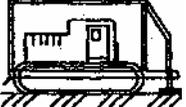
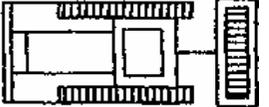
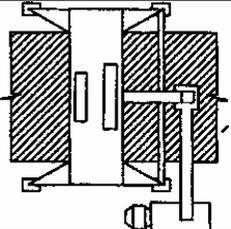
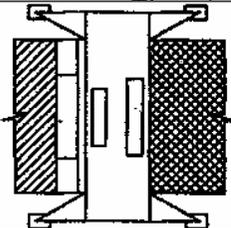
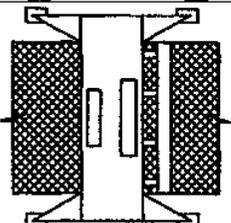
Условные графические обозначения основных видов грунтов

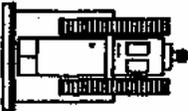
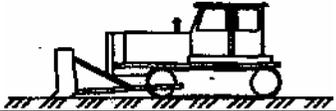
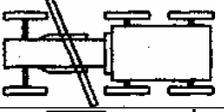
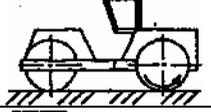
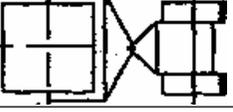
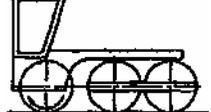
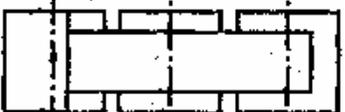
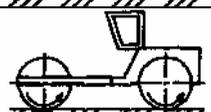
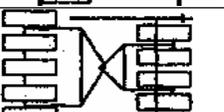
Наименование грунта	Условные графические обозначения
Галька	
Глина	
Гравий	
Дресва (дресвяный грунт)	
Известняк	
Ил	
Песок гравелистый	
Песок крупный	
Песок мелкий	
Песок пылеватый	
Песок средний	
Слой почвенно-растительный	

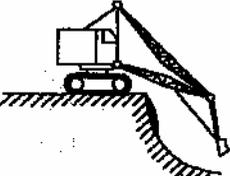
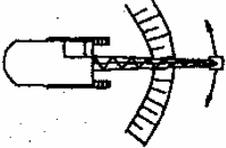
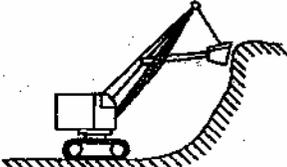
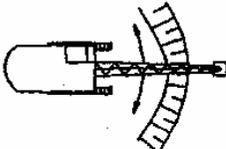
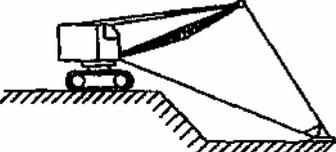
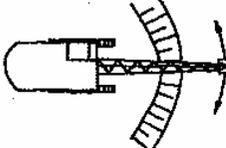
Примеры оформления графической части работы

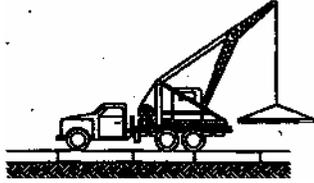
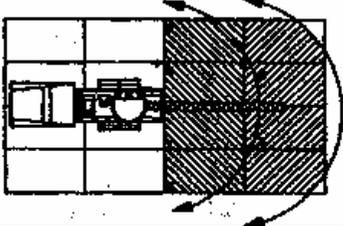
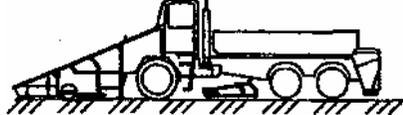
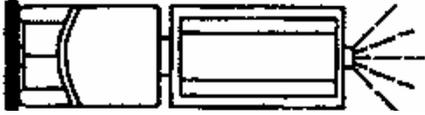
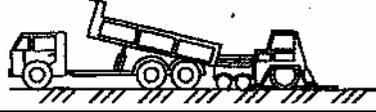
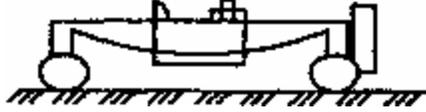
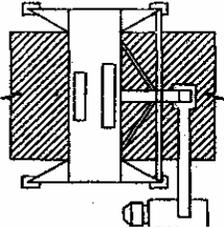
Таблица 21

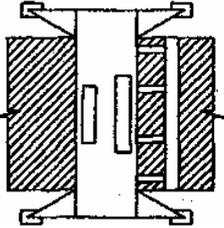
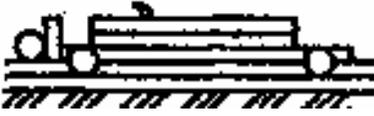
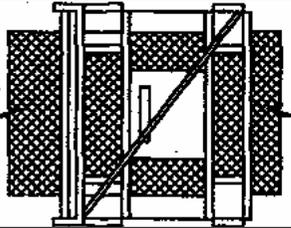
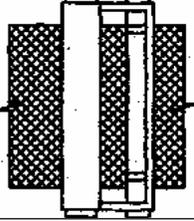
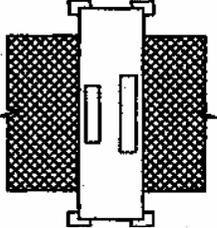
Наименование рабочей операции	Наименование машины	Вид машины сбоку	Вид машины сверху и схема движения на захватке
Разработка грунта в резерве с перемещением его в насыпь	Самоходный двухосный полуприцепной скрепер		
Разработка грунта в резерве с перемещением его в насыпь	Самоходный трехосный полуприцепной скрепер		
Разработка грунта в резерве	Самоходный полуприцепной скрепер с бульдозером-толкачом		
Разработка грунта в резерве с перемещением его в насыпь	Прицепной скрепер		
Разработка грунта в резерве	Прицепной скрепер с бульдозером-толкачом		
Уплотнение грунта в насыпи	Самоходный вибрационный кулачковый каток		
Уплотнение грунта в насыпи	Самоходный вибрационный решетчатый каток		
Уплотнение грунта в насыпи	Самоходный пневмоколесный каток		

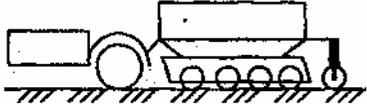
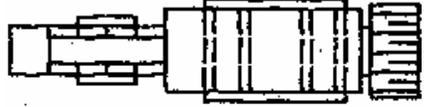
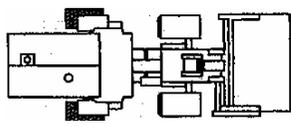
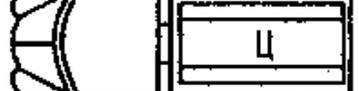
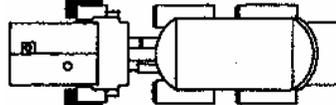
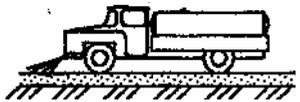
Наименование рабочей операции	Наименование машины	Вид машины сбоку	Вид машины сверху и схема движения на захватке
Уплотнение грунта в насыпи	Полуприцепной пневмоколесный каток		
Уплотнение грунта в насыпи	Прицепной пневмоколесный каток		
Уплотнение грунта в насыпи	Трамбующая машина		
Чистовое профилирование основания	Профилировщик основания ДС-108		
Распределение бетонной смеси	Распределитель бетонной смеси ДС-108		
Уплотнение бетонной смеси	Бетоноукладчик ДС-14		

Наименование рабочей операции	Наименование машины	Вид машины сбоку	Вид машины сверху и схема движения на захватке
Рыхление грунта	Бульдозер – рыхлитель		
Разработка и перемещение грунта в насыпь. Разравнивание грунта в насыпи	Бульдозер		
Планировка грунта в насыпи. Планировка откосов насыпи и боковых резервов	Автогрейдер		
Уплотнение конструктивного слоя дорожной одежды	Каток самоходный двухосный трехвальцовый		
Уплотнение конструктивного слоя дорожной одежды	Каток самоходный трехосный трехвальцовый		
Уплотнение конструктивного слоя дорожной одежды	Каток самоходный вибрационный двухосный с гладким вальцом		
Уплотнение конструктивного слоя дорожной одежды	Самоходный пневмоколесный каток		
Уплотнение конструктивного слоя дорожной одежды	Самоходный комбинированный каток		

Наименование рабочей операции	Наименование машины	Вид машины сбоку	Вид машины сверху и схема движения на захватке
Разработка грунта экскаватором	Экскаватор, оборудованный обратной лопатой		
Разработка грунта экскаватором	Экскаватор, оборудованный прямой лопатой		
Разработка грунта экскаватором	Экскаватор, оборудованный драглайном		
Подвозка грунта для отсыпки насыпи	Автомобиль-самосвал		
Увлажнение грунта	Поливомоечная машина		
Подвозка материалов	Автомобиль-самосвал		
Розлив вяжущего материала	Автогудронатор		

Наименование рабочей операции	Наименование машины	Вид машины сбоку	Вид машины сверху и схема движения на захватке
Погрузочно-разгрузочные и монтажные работы	Автомобильный кран		
Погрузочные работы	Одноковшовый погрузчик на пневмоколесном ходу		
Распределение противогололедных материалов	Комбинированная дорожная машина SISUSR-312		
Распределение асфальтобетонной смеси	Асфальтоукладчик		
Профилирование земляного полотна	Профилировщик основания ДС-108; навесной конвейер-перегрузатель ДС-98		

Наименование рабочей операции	Наименование машины	Вид машины сбоку	Вид машины сверху и схема движения на захватке
Устройство укрепленного основания	Профилировщик основания ДС-108		
Окончательная отделка по- крытия	Финишер трубчатый ДС- 104		
Устройство защитного слоя	Машина для нанесения пленкообразующих ДС- 104		
Нарезка швов	Нарезчик швов ДС-11		

Наименование рабочей операции	Наименование машины	Вид машины сбоку	Вид машины сверху и схема движения на захватке
Уплотнение конструктивного слоя дорожной одежды	Самоходный двухосный двухвальцовый каток		
Размельчение грунта, дозирование и распределение вяжущего, перемешивание вяжущего с грунтом и одновременное увлажнение смеси	Грунтосмесительная машина		
Размельчение грунта. Перемешивание грунта с вяжущим	Фреза дорожная навесная на гусеничный трактор		
Размельчение грунта. Перемешивание грунта с вяжущим	Фреза дорожная навесная на пневмоколесный трактор		
Подвозка цемента	Автоцементовоз		
Распределение цемента (вяжущего)	Распределитель цемента (вяжущего)		
Очистка поверхности от пыли и грязи	Поливомоечная машина		

Библиографический список рекомендуемой литературы

В тексте пояснительной записки обязательны ссылки на соответствующую литературу, использованную при разработке проекта. Ссылка в тексте дается в квадратных скобках, а номер в этих скобках отвечает порядковому номеру источника в списке литературы.

Список использованной литературы дается по порядку применения его в тексте пояснительной записки.

Заключение

Среди наиболее важных задач, стоящих перед Россией, особо следует выделить развитие дорожно-транспортной инфраструктуры. Недостаточная плотность имеющейся дорожной сети и высокая степень её изношенности уже стали серьезным препятствием для развития экономики страны и одной из причин высокого уровня аварийности, поскольку автомобильные дороги уже не в состоянии справиться с возросшими транспортными нагрузками.

Для развития дорожной отрасли огромное значение имеет подготовка квалифицированных инженерных кадров. Настоящее учебное пособие предназначено для подготовки будущих специалистов-дорожников по направлению строительства автомобильных дорог. Такие специалисты должны хорошо знать технологию дорожно-строительных работ, уметь применять наиболее эффективные методы организации работ и контроль качества их выполнения.

Для помощи студентам и пробуждения у них интереса к профессии дорожника и написано это учебно-методическое пособие.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. - М.: Госстрой, 1985. - 56 с.
2. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. Организация, производство и приемка работ. – М.: Госстрой, 1986 - 143 с.
3. Строительство автомобильных дорог: в 2 т. / под ред. В.К. Некрасова. – М.: Транспорт, 1980 - 416 с.
4. Технология и организация строительства автомобильных дорог / под ред. Н.В. Горельшева. - М.: Транспорт, 1992. - 487 с.
5. Строительство автомобильных дорог: справочник инженера-дорожника/ под ред. В.А. Бочина. - М: Транспорт, 1980. - 512 с.
6. Материалы и изделия для строительства дорог: справочник / под ред. Н.В. Горельшева. – М.: Транспорт, 1986. - 278 с.
7. ЕНиР. Сб. Е 2. Земляные работы. Вып. 1. - М.: Стройиздат, 1987. - 48 с.
8. ЕНиР. Сб. Е 17. Дорожные работы. - М.: Стройиздат, 1987. - 48 с.

9. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. - М.: Стройиздат, 1983. - 136 с.
10. СНиП 3.01.01-85. Организация строительного производства. - М.: Стройиздат, 1986. - 156 с.
11. СНиП 4.02-91. Сборник сметных норм и расценок на строительные работы. Сб.27. Автомобильные дороги. - М.: Стройиздат, 1991. - 181 с.
12. Сметные нормативы РФ. Федеральные единичные расценки на строительные работы. ФЕР 81-02-27-2001. Сб.27. Автомобильные дороги. М.: Госстрой РФ, 2003.
13. СНиП 4.03-91. Сборник сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин. - М.: Стройиздат, 1991. - 187 с.
14. СНиП 1У-4-02. Ч. 1. Железнодорожные и автомобильные перевозки. - М.: Стройиздат, 1992. - 214 с.
15. СНиП Ш-4-80. Правила производства и приёмки работ. Гл. 4. Техника безопасности в строительстве. Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1981. - 344 с.
16. Правила техники безопасности при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог. - М.: Транспорт, 1979. - 175 с.
17. Экологические проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог / М.В. Немчинов, С.С. Шабуров, В.К. Пашкин [и др.]: в 2 ч. - Иркутск-МАДИ (ТУ), 1997.
18. Евгеньев И.Е. Защита природной среды при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог / Е.И. Евгеньев. - М.: Транспорт, 1988.
19. Пособие по строительству асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов / И.А. Плотникова, В.Н. Сотникова, М.Б. Сакальская [и др.]; СоюздорНИИ. - М., 1991. - 158 с.
20. Пособие по организации скоростного строительства автомобильных дорог и аэродромов с использованием комплектов машин ДС-100 / СоюздорНИИ. - М., 1989. - 36 с.
21. ГОСТ 8267-98. Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. - Минск, 1994. - 68 с.
22. ГОСТ 25607-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. - М.: Госстандарт, 1996. - 89 с.
23. ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. - М., 1992. - 58 с.
24. ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлако-портландцемент. Технические условия. - М., 1986. - 96 с.
25. ГОСТ 3344-83. Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. - М.: Госстрой, 1986. - 88 с.
26. ГОСТ 6736-93. Песок для строительных работ. - М.: МНТКС, 1996. - 56 с.
27. ГОСТ 16557-78. Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. - М., 1987. - 89 с.
28. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. - М., 1990. - 56 с.
29. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. - М., 1987. - 56 с.

КАЛЕНДАРНАЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ
ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Таблица П. 1.1

Классификация дорожно-строительных работ в зависимости от температуры воздуха¹

Группа работ	Примерный перечень работ	Минимальная среднесуточная температура воздуха
0	Расчистка дорожной полосы, сосредоточенные земляные работы, строительство искусственных сооружений и элементов обустройства дороги из металла и сборного железобетона	Не ограничивается
I	Линейные земляные работы (работы с растительным грунтом, разработка фунта в выемке и карьере, возведение насыпи), отделка и укрепление земляного полотна. Устройство слоев дорожной одежды из каменных материалов (щебня, гравия, шлака и др.) и песка, устройство ограждений, разметка проезжей части	Не ниже 0°С
II	Строительство слоев дорожной одежды из минеральных материалов и фунтов, обработанных вяжущим в установках, из асфальтобетонных, цементобетонных и подобных смесей, из фунтов, обработанных неорганическим вяжущим смешением на дороге	Не ниже +5°С весной и +10°С осенью
III	Строительство слоев дорожной одежды из минеральных материалов и фунтов, обработанных органическим вяжущим смешением на дороге	Не ниже +10°С
IV	Устройство поверхностных обработок с применением органических вяжущих	Не ниже +15°С

¹ При соответствующем технико-экономическом обосновании все работы можно проводить круглогодично. Применение специальных инженерных мероприятий или добавок материалов может потребовать изменения температурных ограничений при производстве работ как в большую, так и меньшую сторону.

Таблица П. 1.2

Календарная продолжительность строительного сезона Ак в днях по климатическим условиям
(А₁ - начало работ, А₂ - завершение работ)

№ п/п	Субъект РФ	Группа работ											
		I			II			III			IV		
		A ₁	A ₂	A _к	A ₁	A ₂	A _к	A ₁	A ₂	A _к	A ₁	A ₂	A _к
1	Архангельская область	10/IV	23/X	197	3/V	25/IX	146	24/V	3/IX	103	28/VI	4/VIII	38
2	Астраханская область	7/III	6/XII	275	4/IV	6/XI	217	28/IV	13/X	169	16/V	14/IX	122
3	Белгородская область	23/III	13/XI	236	11/IV	23/X	196	28/IV	30/IX	156	20/V	6/IX	110
4	Брянская область	29/III	8/XI	225	17/IV	14/X	181	6/V	20/IX	138	3/VI	25/VIII	84
5	Владимирская область	2/IV	31/X	213	20/IV	10/X	174	8/V	17/IX	133	9/VI	24/VIII	77
6	Волгоградская область	23/III	15/IX	238	7/IV	28/X	205	23/IV	9/X	170	10/V	19/IX	133
7	Вологодская область	7/IV	27/X	204	26/IV	4/X	162	15/V	10/IX	119	16/VI	14/VIII	60
8	Воронежская область	28/III	10/XI	228	13/IV	19/X	190	28/IV	27/IX	153	19/V	5/IX	110
9	Ивановская область	3/IV	31/X	212	21/IV	8/X	171	8/V	15/IX	131	9/VI	21/VIII	74
10	Иркутская область	14/IV	15/X	185	3/V	26/IX	147	22/V	7/IX	109	16/VI	15/VIII	61
11	Кировская область	10/IV	20/X	194	28/IV	30/IX	156	13/V	11/IX	119	16/VI	16/VIII	62
12	Краснодарский край	15/II	24/XII	313	17/III	16/XI	245	12/IV	27/X	199	8/V	30/IX	146
13	Курская область	28/III	10/XI	228	14/IV	19/X	189	3/V	25/IX	146	26/V	1/IX	99
14	Ленинградская область	8/IV	27/X	203	25/IV	4/X	163	16/V	10/IX	118	18/VI	13/VIII	57
15	Липецкая область	1/IV	14/XI	228	15/IV	15/X	184	6/V	18/IX	136	27/V	6/IX	103
16	Московская область	3/IV	2/XI	214	21/IV	10/X	173	9/V	16/IX	131	9/VI	22/VIII	75
17	Мурманская область	6/V	13/X	161	26/V	12/IX	110	21/VI	17/VIII	58	–	–	–
18	Нижегородская область	2/IV	30/X	212	19/IV	9/X	174	7/V	18/IX	135	2/VI	25/VIII	85
19	Новгородская область	2/IV	6/XI	219	23/IV	12/X	173	13/V	16/IX	127	12/VI	17/VIII	67
20	Омская область	11/IV	24/X	197	30/IV	2/X	156	16/V	14/IX	122	9/VI	16/VIII	69
21	Орловская область	28/III	9/XI	227	17/IV	15/X	182	7/V	21/IX	138	3/VI	26/VIII	85
22	Пензенская область	3/IV	1/XI	213	18/IV	13/X	179	4/V	22/IX	142	27/V	31/VIII	97
23	Пермская область	11/IV	19/X	192	30/IV	28/IX	152	16/V	8/IX	ИЗ	17/VI	15/VIII	60
24	Псковская область	30/III	11/XI	227	19/IV	15/X	180	11/V	19/IX	132	12/VI	20/VIII	70

№ п/п	Субъект РФ	Группа работ											
		I			II			III			IV		
		A_1	A_2	A_k	A_1	A_2	A_k	A_1	A_2	A_k	A_1	A_2	A_k
25	Республика Дагестан	1/II	9/XII	343	20/III	19/XII	275	18/IV	11/XI	238	12/V	25/IX	137
26	Республика Карелия	10/IV	1/XI	206	5/V	6/X	156	27/V	10/IX	107	26/VI	7/VIII	43
27	Республика Коми	13/IV	15/X	186	4/V	25/IX	145	27/V	3/IX	100	24/VI	7/VIII	45
28	Ростовская область	8/III	30/XI	268	30/III	6/XI	222	19/IV	18/X	183	11/V	23/IX	136
29	Рязанская область	1/IV	5/XI	219	18/IV	14/X	180	4/V	21/IX	141	26/V	29/VIII	96
30	Самарская область	2/IV	4/XI	217	17/IV	15/X	182	3/V	25/IX	146	20/V	5/IX	109
31	Саратовская область	3/IV	4/XI	216	16/IV	17/X	185	1/V	29/IX	152	16/V	9/IX	117
32	Смоленская область	30/III	8/XI	224	18/IV	14/X	180	7/V	18/IX	135	7/VI	22/VIII	77
33	Ставропольский край	9/III	5/XII	272	5/IV	4/XI	214	30/IV	11/X	165	27/V	13/IX	110
34	Тамбовская область	31/III	6/XI	221	16/IV	16/X	184	3/V	23/IX	144	23/V	1/IX	102
35	Тульская область	1/IV	5/XI	219	19/IV	14/X	179	6/V	20/IX	138	31/V	27/VIII	89
36	Ярославская область	8/IV	23/X	199	29/IV	29/IX	154	20/V	6/IV	110	18/VI	12/VIII	56

Таблица П. 1.3

Суммарное количество дней
с обильными осадками в тёплый период года ($T_{кл}$)

Субъект РФ	$T_{кл}$						
1	19	11	14	21	24	31	14
2	22	12	20	22	22	32	33
3	26	13	25	23	20	33	21
4	28	14	27	24	28	34	24
5	26	15	21	25	28	35	24
6	25	16	25	26	25	36	26
7	25	17	14	27	23	-	-
8	27	18	22	28	25	-	-
9	27	19	25	29	25	-	-
10	21	20	23	30	23	-	-

Таблица П. 1.4

Суммарное время ремонта дорожных машин в днях ($T_{рем}$)

Дорожно-климатические зоны	$T_{рем}$
I. Европейская часть	10
I. Сибирь	13
I. Дальний Восток	7
II. Европейская часть	17
II. Сибирь	12
II. Дальний Восток	14
III. Европейская часть	17
III. Сибирь	14
III. Дальний Восток	17
IV. Европейская часть	21
IV. Сибирь	14

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И СТОИМОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИН И МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Таблица П. 2.1

Бульдозеры

Модель	Длина отвала b , м	Высота отвала h , м	Рабочая скорость V_p , км			Стоимость эксплуатации, у.е./ч
			V_3	V_{II}	$V_{об.х.}$	
TD15E	1,00	0,8	3,2	10,5	12,5	1,9
TK-205	1,4	0,72	3,5	10,0	15,1	2,5

Модель	Длина отвала b , м	Высота отвала h , м	Рабочая скорость V_p , км			Стоимость эксплуатации, у.е./ч
			V_z	V_{II}	$V_{об.х.}$	
D5C	1,93	1,43	3,1	10,0	11,9	3,1
ДЗ-42В	2,52	0,8	2,5	5,0	8,0	3,2
Т-4АП2	2,84	1,05	3,0	6,0	7,5	5,5
ДЗ-174	3,2	1,3	2,8	5,8	7,6	6,4
ДЗ-186	2,52	1,52	3,0	6,0	7,5	6,6
Б102ЕР	3,4	1,3	3,4	6,2	8,4	6,8
Т-501	3,94	1,4	3,5	12,0	14,2	7,2
ДЭТ-350Б1Р2	4,2	1,8	4,7	9,5	13,2	7,7
D355A-3 (KOMATSU)	4,31	1,54	5,8	12,5	15,0	7,6
D4CXL	4,99	1,17	5,1	11,0	11,9	8,0
D9R	4,65	1,93	4Д	11,8	14,7	8,1
ДЗ-141УХЛ	4,8	2,0	4,0	8,0	11,5	8,3
D10R	5,26	2,12	5,2	12,5	15,6	8,5
D11R	6,35	2,37	4,8	11,6	14,1	9,1

Расчёт производительности бульдозера при разработке и перемещении грунта выполняют по формуле

$$P_B = \frac{q}{t_u} \cdot K_{cp} \cdot K_e \cdot K_T, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q - объём грунта, перемещаемого перед отвалом, м

t_u - время полного цикла, ч;

K_{cp} - коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки (табл. П. 2.2);

Таблица П. 2.2

Значения K_{cp}

Группа материала или грунта	1	2	3	4
K_{cp}	1,0	0,8	0,65	5

K_e - коэффициент использования внутрисменного времени $K_e=0,75$;

K_T - коэффициент перехода от технической производительности эксплуатационной $K_T=0,7$

$$q = \frac{0.75 \cdot h^2 \cdot b}{K_p} \cdot K_{II}, \text{ м}^3;$$

h - высота отвала, м (табл. п. 2.1);

b - длина отвала, м (табл. п. 2.1);

K_{II} - коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении, $K_{II}=0,85$;

K_p - коэффициент разрыхления грунта $K_p=1,1$ для песчаных грунтов,

$K_p = 1,2$ для глинистых грунтов;

$$t_y = t_3 + t_n + t_{об.х.} + t_{неп}, \text{ Ч};$$

t_3 - затраты времени на зарезание (набор) грунта, ч;

$$t_3 = \frac{l_3}{1000 \cdot V_3}, \text{ Ч},$$

l_3 - длина пути, м;

V_3 - скорость зарезания грунта, км/ч (табл. П. 2.1);

$$l_3 = \frac{q}{b \cdot h_{cmp}}, \text{ М},$$

h_{cmp} - толщина стружки зарезания, м ($h_{cmp} = 0,1..0,25$ м);

t_n - затраты времени на перемещение и разравнивание грунта, ч;

$t_{об.х.}$ - время обратного хода, ч;

$t_{неп}$ - затраты времени на переключение передач, подъём и опускание отвала, ч.

$$t_n = \frac{l_{II}}{1000 \cdot V_{II}}, \text{ Ч} \quad t_{об.х.} = \frac{l_{II}}{1000 \cdot V_{об.х.}}, \text{ Ч} \quad t_{неп} = 0,005 \text{ Ч},$$

где l_{II} - дальность перемещения грунта при разравнивании, м (табл. п. 2.3);

V_{II} - скорость движения при разравнивании (перемещении) грунта
(см. табл. 1);

$V_{об.х.}$ - скорость обратного хода, км/ч (табл. п. 2.1).

Производительность бульдозера при разравнивании материалов

$$П_{Б.Р.} = \frac{q}{t_y \cdot K_{п.в.}} \cdot K_{зр} \cdot K_B \cdot K_T \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q - объём материала, перемещаемого бульдозерным отвалом, м^3 ;

t_y - время полного цикла, ч;

$K_{п.в.}$ - коэффициент, учитывающий часть отсыпаемого грунта, перемещаемого при разравнивании (табл. п. 2.3);

$K_{зр}$ - табл. п. 2.2; $K_B = 0,75$; $K_T = 0,6$

$$q = 0,75 \cdot h^2 \cdot b \cdot K_{II}, \text{ м}^3,$$

где h - высота отвала, м;

b - длина отвала, м;

K_{II} - коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении, $K_{II} = 0,8$

$$t_y = t_3 + t_n + t_{об.х.} + t_{неп}, \text{ Ч},$$

$$t_n = \frac{l_{II}}{1000 \cdot V_{II}}, \text{ Ч} \quad t_{об.х.} = \frac{l_{II}}{1000 \cdot V_{об.х.}}, \text{ Ч} \quad t_{неп} = 0,005 \text{ Ч},$$

где l_{II} - дальность перемещения грунта при разравнивании, м (табл. п. 2.3);

V_{II} - скорость движения при разравнивании (перемещении) грунта
(табл. п. 2.1);

Таблица П. 2.3

Значения l_{II} и $K_{p.в.}$

Толщина разравниваемого слоя, м	l_{II} , м	$K_{p.в.}$
0,1	8,0	0,85
0,2	6,5	0,75
0,3	5,0	0,6

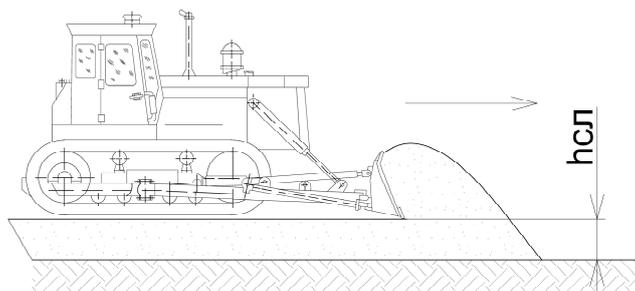


Рис. П. 2.1 – Схема работы бульдозера при разравнивании слоя грунта

Таблица П. 2.4

Автогрейдеры

Модель	Длина отвала b, м	Высота отвала h, м	Рабочая скорость V_p , км/ч		Стоимость эксплуатации, у.е./ч
			при разравни- вании	при разравни- вании	
ДЗ-201	2,5	0,5	4,8	10,0	4,1
ГС-101	2,73	0,47	5,0	12,0	5,2
ДЗ-80	3,04	0,5	4,8	10,0	5,3
GD530A-2 (KOMATSU)	3,66	0,61	5,5	12,0	6,1
ДЗ-180А	3,74	0,62	5,0	12,0	7,7
А 121	3,75	0,65	5,8	12,5	7,9
ДЗ-98	4,12	0,71	5,0	12,0	8,7
ДЗ-98В	4,27	0,74	5,0	12,0	8,8
GD825A (KOMATSU)	4,88	0,85	5,3	12,0	9,3

Производительность автогрейдера при профилировании поверхности

$$\Pi = \frac{(b \cdot \sin \alpha - a) \cdot l_{II}}{\left(\frac{l_{II}}{1000 \cdot V_p} + t_{разв} + t_{неп}\right) \cdot n} \cdot K_{sp} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^2/\text{ч},$$

где b - длина отвала, м (табл. п. 2.4);

- α - угол установки отвала в плане (рис. п. 2.2; в среднем $\alpha = 50^\circ$);
 a - величина перекрытия следа, м ($a = 0,5$ м);
 $l_{пп}$ - длина прохода, принимается равной длине захватки, м;
 V_p - рабочая скорость, км/ч (табл. п. 2.4) рабочую скорость V_p при профилировании);
 $t_{разв}$ - время разворота, ч ($t_{разв} = 0,01$ ч);
 $t_{неп}$ - затраты времени на переключение передач, подъем и опускание рабочего органа, ч ($t_{неп} = 0,005$ ч);
 n - число проходов по одному следу ($n = 3 \dots 4$);
 $K_{сп}$ - коэффициент, учитывающий группу материала по трудности разработки (табл. п. 2.2);
 K_B - коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);
 K_T - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,60$).

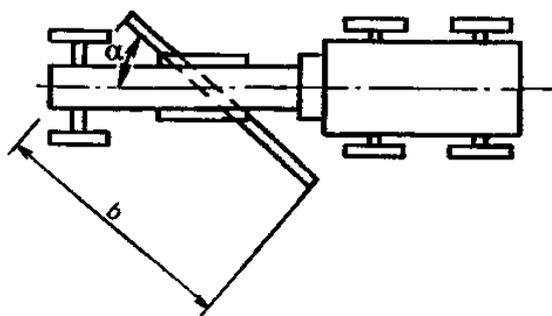


Рис. П. 2.2 – Схема расположения отвала автогрейдера при профилировании
 Производительность автогрейдера при разравнивании материалов и грунтов

$$P_{аз.р.} = \frac{q}{t_{ц} \cdot K_{рс}} \cdot K_{сп} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q – объём материала, перемещаемого бульдозерным отвалом, м^3 ;

$t_{ц}$ – время полного цикла, ч;

$K_{рс}$ – коэффициент, учитывающий часть отсыпаемого грунта, перемещаемого при разравнивании (табл. п. 2.2);

$K_{сп}$ – коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки (табл. п. 2.2);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,60$).

$$q = 0.75 \cdot h^2 \cdot b \cdot K_{п}, \text{ м}^3,$$

где h – высота отвала, м (табл. п. 2.5);

b – длина отвала, м (табл. п. 2.5);

K_{II} – коэффициент, учитывающий потери грунта при перемещении,

$$K_{II} = 0,8$$

$$t_u = t_n + t_{об.х.} + t_{пер}, \text{ ч},$$

где t_n – затраты времени на перемещение и разравнивание грунта, ч;

$t_{об.х.}$ – время обратного хода, ч;

$t_{пер}$ – затраты времени на переключение передач, подъём и опускание отвала, ч.

$$t_n = \frac{l_{II}}{1000 \cdot V_{II}}, \text{ ч} \quad t_{об.х.} = \frac{l_{II}}{1000 \cdot V_{об.х.}}, \text{ ч}; \quad t_{пер} = 0,005 \text{ ч},$$

где l_{II} – дальность перемещения грунта при разравнивании, м (табл. п. 2.3);

V_{II} – скорость движения при разравнивании (перемещении) грунта (табл. п. 2.4);

$V_{об.х.}$ – скорость обратного хода, км/ч ($V_{об.х.} = 10 \text{ км/ч}$).

Таблица П. 2.5

Дополнительное оборудование к автогрейдерам

Модель	Бульдозерный отвал		Ширина рыхлителя $b_{рых}$, м
	длина b , м	высота h , м	
ДЗ-98	3,22	0,99	1,9
ДЗ-121	3,04	0,8	–
ДЗ-180А	2,47	0,84	1,3
ДЗ-201	2,0	0,5	–
ГС-101	2,44	0,62	–

Производительность при рыхлении материалов и грунтов

$$P_{рых} = \frac{b \cdot l_{II}}{\frac{l_{II}}{1000 \cdot V_p} t_{РАЗВ} + t_{ПЕР}} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^2/\text{ч},$$

где $b_{рых}$ – ширина рыхления, м (табл. п. 2.5);

l_{II} – длина прохода, принимается равной длине захватки, м;

V_p – рабочая скорость при рыхлении ($V_p = 6, \dots 10,0 \text{ км/ч}$);

$t_{РАЗВ}$ – время на развороты, ч ($t_{РАЗВ} = 0,005 \text{ ч}$);

$t_{ПЕР}$ – время на переключение передач ($t_{ПЕР} = 0,01 \text{ ч}$);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,60$).

Таблица П. 2.6

Экскаваторы

Марка	Тип ходового оборудования	Тип рабочего оборудования	Вместимость ковша q_3 , м ³	Максимальная глубина копания H_k , м	Максимальный радиус		Максимальная высота разгрузки H_p , м	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
					Копания R_k , м	Разгрузки R_{33} , м		
СК50	гусеничный	обратная лопата	0,16	3,86	5,96	4,7	3,29	2,0
ЭО-2626Б	пневмоколесный	обратная лопата	0,25	4,15	5,3	4,4	3,2	2,5
R308	гусеничный	обратная лопата, грейфер	0,35	3,9	7,7	6,3	6,1	2,8
ЭО-2621В-3	пневмоколесный	прямая и обратная лопаты, гидромолот	0,28	4,15	5,0	4,6	2,5	2,6
ЭО-3311Г	пневмоколесный	обратная лопата драглайн	0,4	7,8	7,8	6,8	5,4 3,8	3,8
ЭО-4112	гусеничный	обратная лопата драглайн	0,65 0,8	5,8 10,0	9,2 14,3	8,1 12,5	6,1 5,3	4,2
ЭО-4225А	гусеничный	грейфер	1,0	15,0	91	8,5	3,0	4,4
АТЭК-851	пневмоколесный	обратная лопата	0,8	5,26	8,28	7,4	7,43	4,1
А900	пневмоколесный	обратная лопата грейфер	0,85	6,2	9,6	8,4	8,05	4,2
А904	гусеничный	обратная лопата грейфер	1,05	7,5	10,5	9,2	8,15	4,6
АТЭК-761	гусеничный	обратная лопата	1,3	6,5	9,45	8,5	7,7	5,0
R914	гусеничный	обратная лопата	1,4	6,15	9,05	8,3	6,2	5,2
ЭО-5124А	гусеничный	прямая лопата обратная лопата	2,0 1,6	6,2	10,1	9,3	5,8	7,8
ЭО-4326	пневмоколесный	обратная лопата	1,42	6,3	8,0	7,3	6,5	5,2
ЭО-4225А	гусеничный	прямая лопата	2,5	6,0	8,0	8,0	6,3	8,3
ЕК-270LC	гусеничный	обратная лопата грейфер	1,5 0,8	7,7	11,2	10,0	7,97	5,4
ЕК-400	гусеничный	обратная лопата	1,8	7,3	11,3	10,1	7,4	7,4
JS300	гусеничный	обратная лопата	1,85	8,2	11,7	10,4	7,46	7,5
R924	гусеничный	обратная лопата	2,0	7,6	10,6	9,3	7,2	7,8
R934	гусеничный	обратная лопата	2,2	7,95	11,2	9,8	7,7	8,0
R944	гусеничный	обратная лопата	2,6	8,25	11,8	10,1	8,0	8,4
R954	гусеничный	обратная лопата	2,8	7,5	11,3	9,7	7,3	8,9

$$\text{Производительность } P_{\text{Э}} = \frac{q_3}{t_y \cdot K_p} \cdot K_{\text{зп}} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где q_3 – вместимость ковша экскаватора, м³ (табл. п. 2.7);

t_y – продолжительность цикла, ч; ($t_y = 0,004$ ч при $q \leq 0,65$, $t_y = 0,005$ при $q > 0,65$)

K_p – коэффициент рыхления грунта $K_p=1,1$ для песчаных грунтов;
 $K_p=1,2$ для глинистых грунтов;
 K_{cp} – коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки (табл. п. 2.2);
 $K_B = 0,70$ при разработке в транспортные средства, $K_B=0,80$ при работе в отвал $K_T=0,6$

Таблица П. 2.7

Время рабочего цикла одноковшовых экскаваторов

Вместимость ковша $q_э$, м ³	Время цикла $t_ц$, ч
<0,65	0,0045
0,65...0,80	0,0055
>0,80	0,0065

Схема рабочих параметров экскаватора показана на рис. П.3

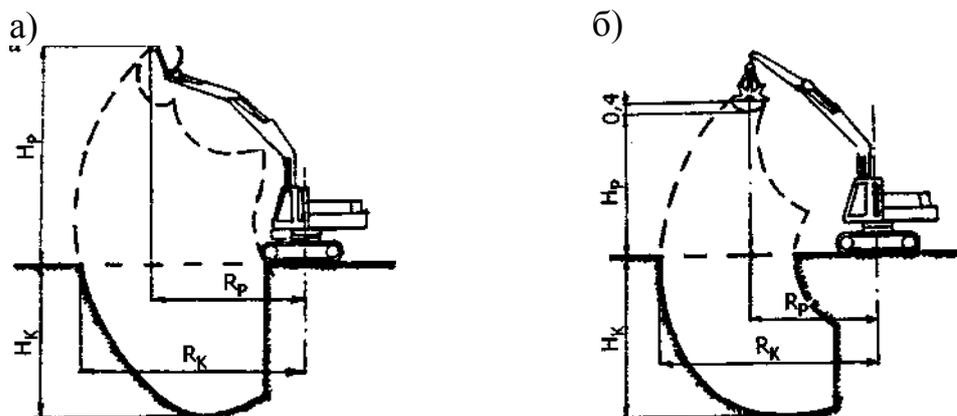


Рис. П. 2.3 – Схема рабочих параметров экскаватора:

а – обратная лопата; б – грейфер;

H_p – высота разгрузки; H_k – глубина копания;

R_p – радиус разгрузки; R_k – радиус копания

Таблица П. 2.8

Экскаваторы–погрузчики

Марка	Тип ходового оборудования	Тип рабочего оборудования	Вместимость ковша $q_э$, м ³	Максимальная глубина копания H_k , м	Максимальный радиус		Максимальная высота разгрузки H_p , м	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
					Копания R_k , м	Разгрузки R_p , м		
JCB 1CX	0,32	2,1	0,08	2,55	4,24	3,5	2,38	1,9
JCB 3CX	0,9	2,7	0,3	5,3	7,8	6,3	5,0	2,8
WB91 R-2	1,03	2,75	0,25	4,95	5,55	4,2	5,5	3,0

Марка	Тип ходового оборудования	Тип рабочего оборудования	Вместимость ковша q_3 , м ³	Максимальная глубина копания H_k , м	Максимальный радиус		Максимальная высота разгрузки H_p , м	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
					Копания R_k , м	Разгрузки R_p , м		
Caterpillar 446C	1,1	2,7	0,32	5,22	7,87	6,5	4,31	2,9
JCB 4CX	1,3	2,7	0,5	4,35	5,4	4,1	4,1	3,3

Производительность $П_э = \frac{q_3}{t_u \cdot K_p} \cdot K_{cp} \cdot K_B \cdot K_T$, м³/ч,

где q_3 – вместимость ковша экскаватора, м³ (табл. п. 2.7);

t_u – продолжительность цикла, ч; (табл. п. 2.7)

K_p – коэффициент рыхления грунта $K_p=1,1$ для песчаных грунтов,

$K_p=2$ для глинистых грунтов;

K_{cp} – коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки (табл. п. 2.7);

$K_B = 0,70$ при разработке в транспортные средства, $K_B=0,80$ при работе в отвал $K_T=0,6$

Производительность $П_{II} = \frac{q_K}{t_u} \cdot K_B \cdot K_T$, м³/ч,

где q_K – вместимость ковша погрузчика, м³ (табл. п. 2.8);

t_u – время полного цикла, ч (при дальности перемещения до 10 м следует принимать: для пневмоколёсных погрузчиков $t_u=0,012$ ч, для погрузчиков на гусеничном ходу $t_u=0,017$ ч; на каждые следующие 10м дальности перемещения следует добавлять к t_u : для пневмоколёсных погрузчиков 0,008 ч, для погрузчиков на гусеничном ходу 0,013 ч);

$K_B = 0,70$ при погрузке в транспортные средства, $K_B=0,80$ при работе в отвал; $K_T=0,6$

Таблица П. 2.9

Фронтальные погрузчики

Модель	Грузоподъёмность q_{II} , т	Вместимость ковша q_K , м ³	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ПУМ-500	0,5	0,38	2,6
ДЗ-133 (бульдозер-погрузчик)	0,75	0,38	3,9
ПМТС-1200	1,2	0,5	6,3
АМКОДОР-322	2,2	1,24	11,5
ТО-18Д	2,7	1,5	14,1
ТО-25-1 (ПК-3)	3J	1,7	15,6

Модель	Грузоподъёмность q_{Π} , т	Вместимость ковша q_K , м ³	Стоимость экс- плуатации, у.е./ч
ТО-18Б	3,3	1,9	17,2
ТО-28	4,0	2,2	20,8
МITSUBER ZL60H	6,0	3,3	31,2
ТО-40	7,2	4,0	37,5

Производительность $\Pi_{\Pi} = \frac{q_{\Pi}}{t_{\Pi}} \cdot K_B \cdot K_T$, м³/ч,

где q_{Π} – грузоподъёмность погрузчика, т (табл. п. 2.8);

t_{Π} – время полного цикла, ч (при дальности перемещения до 10 м следует принимать: для пневмоколёсных погрузчиков $t_{\Pi}=0,012$ ч, для погрузчиков на гусеничном ходу $t_{\Pi}=0,017$ ч; на каждые следующие 10м дальности перемещения следует добавлять к t_{Π} : для пневмоколёсных погрузчиков – 0,008 ч, для погрузчиков на гусеничном ходу – 0,013 ч);

ρ – насыпная плотность материала, т/м³;

$K_B = 0,70$ при погрузке в транспортные средства, $K_B = 0,80$ при работе в отвал; $K_T = 0,6$

Таблица П. 2.10

Скреперы

Марка ма- шины	Вмести- мость ковша q , м ³	Ширина захвата b , м	Рабочая скорость, км/ч			Стоимость эксплуатации, у.е./ч
			V_z (V_p)	V_{Π}	$V_{об.х}$	
ДЗ-87-1	4,5	2,43	2,5	15	21	3,7
ДЗ-149-5	8,8	2,85	2,5	20	28	9,1
МоАЗ-6014	11	2,82	4	30	44	16,2
ДЗ-13А	15	3,02	2,5	25	35	17,7
ДЗ-107-1	25	3,82	5	27	38	31,5

Производительность $\Pi_{ск} = \frac{q_{ск}}{t_{\Pi} \cdot K_p} \cdot K_B \cdot K_T$, м³/ч,

где $q_{ск}$ – вместимость ковша скрепера, м³ (табл. п. 2.9);

t_{Π} – время полного цикла, ч;

K_p – коэффициент разрыхления грунта $K_p = 1,1$ для песчаных грунтов, $K_p = 1,2$ для глинистых грунтов; $K_B = 0,75$; $K_T = 0,6$

$$t_{\Pi} = t_z + t_n + t_p + t_{об.х} + t_{пер} + 2 \cdot t_{разв}, \quad t_{пер} = 0,005ч;$$

$$t_n = \frac{q_{ск}}{1000 \cdot b \cdot h_{сmp} \cdot V_3}, \text{ ч } t_{об.х.} = \frac{q_{ск}}{1000 \cdot b \cdot h_{сl} \cdot V_p}, \quad t_n = \frac{L}{V_{II}} t_{об.х.} = \frac{L}{V_{об.х.}};$$

где t_p – время разгрузки скрепера, ч;

t_n – затраты времени на перемещение грунта, ч;

$V_3 = V_p$ – скорость при зарезании (разгрузке), км/ч (табл. п. 2.10);

b – ширина захвата, м (табл. п. 2.10);

L – дальность транспортировки грунта, км;

$t_{разв}$ – время разворота скрепера, ч ($t_{разв} = 0,01$);

$h_{сmp}$ – толщина стружки, м ($h_{сmp} = 0,1..0,4$);

$h_{сl}$ – толщина отсыпаемого слоя, м. ($h_{сl} = 0,10..0,40$)

Таблица П. 2.11

Автомобили–самосвалы

Модель	Грузоподъемность q_{AC} , т	Объем кузова q_k , м ³	Скорость движения V , км/ч		Стоимость эксплуата- ции, у.е./ч
			по грунтовым дорогам и специ- альным дорогам	по грунтовым дорогам с твер- дым покрытием	
ЗИЛ–ММЗ–45085	5,8	3,8	30	45	3,4
Урал–55571–10	7,2	7,1	28	40	3,9
МАЗ–5551	10,0	5,5	28	40	5,1
КамАЗ–55111	13,0	6,6	30	45	6,5
КамАЗ–65115	15,0	10,5	30	45	7,5
МАЗ–65034	16,0	10,0	30	45	7,9
КрАЗ–65034	18,0	12,0	25	35	8,3
МАЗ–551603–023	20,0	12,5	35	50	8,6
МоАЗ–75051	23,0	15,5	40	50	9,1

Примечание. При дальности перевозки менее 1 км скорость движения снижается на 20 %

$$\text{Производительность } \Pi = \frac{q_{AC}}{\rho \cdot \left(\frac{2 \cdot L}{V} + t_{II} + t_p \right)} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где q_{AC} – грузоподъемность автомобиля–самосвала, т (табл. п. 2.11);

ρ – плотность материала, т/м³ (прил. 3);

L – дальность транспортировки, км;

V – скорость движения, км/ч (табл. п. 2.11);

t_{II} – время погрузки автомобиля, ч (табл. п. 2.12);

t_p – время разгрузки автомобиля, ч ($t_p = 0,05$ ч);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,70$).

При определении производительности автомобилей–самосвалов при доставке асфальтобетонной смеси в знаменатель формулы не включают плотность материала ρ и ответ получают в тоннах.

Таблица П. 2.12

Затраты времени на погрузку самосвала

Грузоподъемность самосвала, т	Длительность погрузки (t_n), ч		
	Сыпучие материалы		Асфальтобетон и цементобетон
	Экскаватор, $q \leq 0,65$ м ³ , погрузчик	Экскаватор, $q > 0,65$ м ³	
до 8	0,16	0,12	0,10
8..12	0,20	0,14	0,12
12..15	0,27	0,18	0,14
15..18	0,30	0,20	0,16

Таблица П. 2.13

Автобетоносмесители

Модель (база)	Объем перевозимой смеси q_{AB} , м ³	Длительность загрузки t_n , ч	Длительность разгрузки t_p , ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
СБ–227 (ЗИЛ)	2,5	0,11	0,11	5,7
СБ–230 (МАЗ)	4,0	0,14	0,14	7,8
СБ–92В–2(КамАЗ)	5,0	0,17	0,17	9,0
СМБ–070 (МоАЗ)	6,0	0,20	0,20	9,3
АБС–6 (КрАЗ)	6,0	0,20	0,20	9,3
АБС–7 (КрАЗ)	7,0	0,22	0,22	10,5
СБ–211 (МАЗ)	8,0	0,25	0,25	12,8
Volvo FM10 6X4	8,0	0,25	0,25	12,8

$$\text{Производительность } P = \frac{q_{AB}}{\frac{2 \cdot L}{V} + t_n + t_p} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^3 / \text{ч},$$

где q_{AB} – объем перевозимой смеси, м³ (табл. п. 2.13);

L – дальность транспортировки, км;

V – скорость движения, км/ч (табл. п. 2.11);

t_n – время погрузки автомобиля, ч (табл. п. 2.13);

t_p – время разгрузки автомобиля, ч (табл. п. 2.13);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,70$).

Автогудронаторы

Модель (база)	Вместимость цистерны $q_{ав}$, м ³	Ширина обрабатываемой полосы b , м	Рабочая скорость V_p , км/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ДС-39Б (ЗИЛ)	4,0	до 4,0	3,0..24,6	8,8
ДС-82 (ЗИЛ)	6,0	до 4,0	3,0..9,5	11,2
ДС-142Б (КамАЗ)	7,0	до 4,0	4,0..20,5	12,5
КДМ-333 (КрАЗ)	11,0	до 5,5	3,0..13,0	18,6
АГДС 3000 (МАЗ)	12,0	до 3,6	3,5	20,3

Примечание. Шаг изменения ширины распределения вяжущего составляет 0,2 м.

$$\text{Производительность } P_{ав} = \frac{q_{ав}}{\frac{2 \cdot L}{V} + t_n + t_p} \cdot K_6 \cdot K_T, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $q_{ав}$ – вместимость цистерны, м³ (табл. 10);;

L – дальность транспортировки материала, км;

V – скорость транспортировки материала, км/ч (табл. п. 2.11 для соответствующих базовых автомобилей);

t_n – время наполнения цистерны, ч ($t_n = 0,15$ ч при $q > 6,0$ м³, $t_n = 0,10$ ч при $q < 6,0$ м³);

t_p – время распределения материала, ч.

$$t_p = \frac{q_{ав}}{p \cdot (b - a) \cdot 1000 \cdot V_p} \text{ ч},$$

где p – норма разлива, л/м²;

b – ширина обрабатываемой полосы, м (не более чем по табл. п. 2.10);

a – ширина перекрытия обрабатываемой полосы в случае, когда вся требующая обработке полоса больше b ($a = 0,10$ м);

V_p – рабочая скорость (скорость при распределении по табл. п. 2.15), км/ч (величина скорости не требует умножения на 1000, поскольку перевод нормы разлива из л/м² в м³/м² достигается умножением на 10⁻³);

K_6 – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_6 = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,70$).

Распределители дорожно-строительных материалов

Модель	Ширина полосы укладки b , м	Толщина слоя $h_{сл}$, м	Рабочая скорость V_p , м/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ДС-54	3,0; 3,5; 3,75	щебня 0,0..0,20; асфальтобетона 0,0..0,12	250	6,1
ДС-8	3,0; 3,5; 3,75	щебня и гравия 0,0..0,20	200	4,9
БЦМ-73 (для подсыпки обочин)	до 1,5	щебня, песка, ПГС до 0,3	170	4,5

Производительность $P_p = V_p \cdot (b - a) \cdot h_{сл} \cdot K_{з.у.} \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_T$, м³/ч.

V_p – рабочая скорость, м/ч;

b – ширина слоя (полосы укладки), м (табл. п. 2.15);

$h_{сл}$ – толщина укладываемого слоя (в плотном теле), м;

a – ширина перекрытия смежных полос в случае укладки слоя в несколько полос, м ($a=0,1$ м);

$K_{з.у.}$ – коэффициент запаса на уплотнение (прил. 3);

$K_{сл}$ – коэффициент, учитывающий толщину укладываемого слоя (рис. п. 2.4);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,70$).

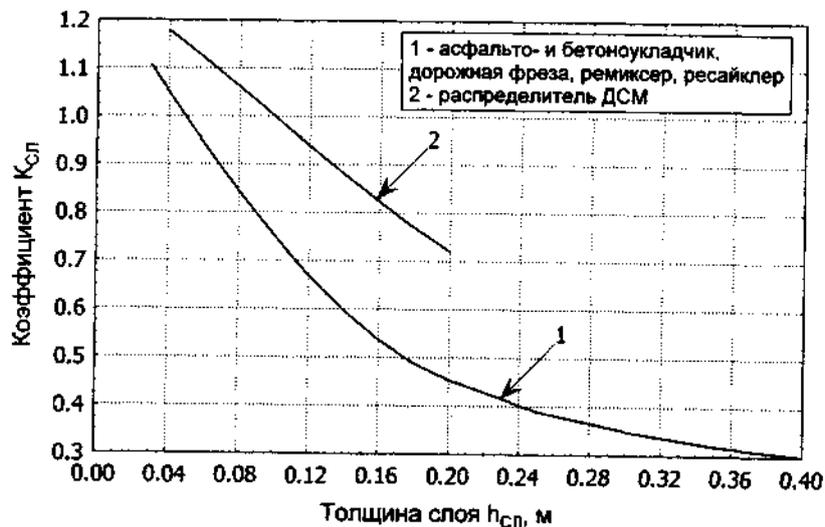


Рис. П. 2.4 – График к определению коэффициента $K_{сл}$

Таблица П. 2.16

Асфальтоукладчики

Модель и тип машины	Ширина полосы укладки b , м	Толщина слоя $h_{сл}$, м	Рабочая скорость V_p , м/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
BLAW-KNOX PF-110 на гусеничном ходу	0,1..3,6	до 0,24	до 500	7,9
Barber-Greene BG-200	1,0..4,0	до 0,20	до 500	10,4
ABG Titan 111 на гусеничном ходу	0,1..4,0	до 0,25	до 800	17,5
VOGEL Super Boy на гусеничном ходу	1,0..2,6	до 0,15	до 720	8,1
BITELLI 691S на гусеничном ходу	2,0..4,7	до 0,35	до 660	23,1
Дупарас F181C на гусеничном ходу	2,0..9,0	до 0,30	до 800	32,2
Demag DF 140 CS на гусеничном ходу	2,0..12,5	до 0,30	до 900	36,0
ДС-189 на гусеничном ходу	3,0..5,0	до 0,20	220	9,5
ДС-191 на колёсном ходу	3,0..4,5	до 0,30	270	11,5
ДС-179 на гусеничном ходу	3,0..7,0	до 0,30	350	15,0
СД-404Б на колёсном ходу	3,0..7,0	до 0,30	400	18,0
ДС-181 на колёсном ходу	3,0..7,5	до 0,30	450	20,0
VOGELE SUPER 1603 на колёсном ходу	2,0..8,0	до 0,30	до 500	24,0
MITSUBER LTU 90	2,0..9,0	до 0,20	до 800	29,5
VOGELE SUPER 2100 на гусеничном ходу	2,0..12,5	до 0,30	до 650	44,0
VOGELE SUPER 2500 на гусеничном ходу	3,0..16,5	до 0,40	до 700	56,0

Производительность $P_p = V_p \cdot (b - a) \cdot h_{сл} \cdot K_{з.у.} \cdot \rho \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_T$, м³/ч.

V_p – рабочая скорость, м/ч;

b – ширина слоя (полосы укладки), м (табл. 15);

$h_{сл}$ – толщина укладываемого слоя (в плотном теле), м;

a – ширина перекрытия смежных полос в случае укладки слоя в несколько полос, м ($a=0,05$ м);

ρ – насыпная плотность асфальтобетона, т/м³ (прил. 3);

$K_{з.у.}$ – коэффициент запаса на уплотнение (прил. 3);

$K_{сл}$ – коэффициент, учитывающий толщину укладываемого слоя (рис. п. 2.4);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к экс-

платационной ($K_T = 0,70$).

В комплекте с асфальтоукладчиком может быть использован перегрузчик смеси «Шаттл–Багги» с бункером на 22,7 тонны. Тогда стоимость эксплуатации асфальтоукладчика следует увеличить в 1,5 раза, а коэффициент K_T принять равным 0,9.

Таблица П. 2.17

Бетоноукладчики

Модель и тип машины	Ширина полосы укладки b , м	Толщина слоя $h_{сл}$, м	Рабочая скорость V_p , м/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ДС–169–6,0 на гусеничном ходу	6,0	0,1..0,2 4	400	60,0
Wirtgen SP–250 Wirtgen SP–500 Wirtgen SP–850 Wirtgen SP–1600	1,0..2,5 2,0..6,0 2,0..9,0 5,0..16,0	до 0,30 до 0,40 до 0,40 до 0,50	650	25,0 70,0 95,0 180,0

Производительность $\Pi_{БУ} = V_p \cdot (b - a) \cdot h_{сл} \cdot K_{з.у.} \cdot K_{сл} \cdot K_B \cdot K_T$, м³/ч.

V_p – рабочая скорость, м/ч (табл. п. 2.17);

b – ширина слоя (полосы укладки), м (табл. п. 2.17);

$h_{сл}$ – толщина укладываемого слоя в плотном теле конструктива, м;

a – ширина перекрытия смежных полос в случае укладки слоя в несколько полос, м ($a=0,05$ м);

$K_{з.у.}$ – коэффициент запаса на уплотнение (прил. 3);

$K_{сл}$ – коэффициент, учитывающий толщину укладываемого слоя (рис. п. 2.4);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Таблица П. 2.18

Профилировщики основания

Модель	Ширина полосы b , м	Рабочая скорость V , м/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ДС–108	8,5 – 11,5	при профилировании земляного полотна: 180 при распределении и планировке цементогрунта: 100	46,0

Производительность $\Pi_{ПР} = V_p \cdot (b - a) \cdot K_B \cdot K_T$, м³/ч.

V_p – рабочая скорость, м/ч (табл. п. 2.17);

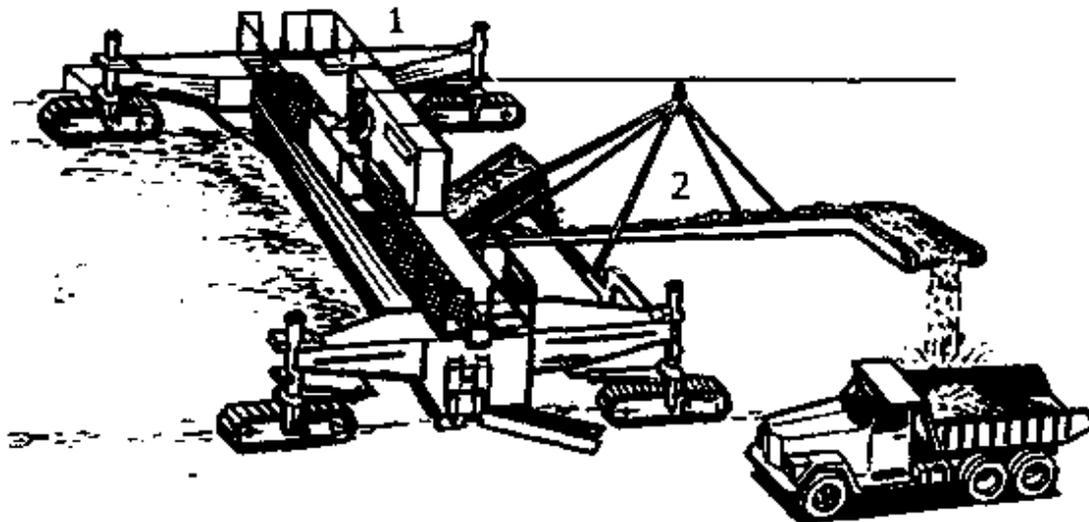
b – ширина слоя (полосы укладки), м (табл. п. 2.17);

a – ширина перекрытия смежных полос в случае укладки слоя в несколько полос, м ($a=0,05$ м);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Схема работы профилировщика показана на 1 – профилировщик; 2 – конвейер-перегрузатель рис. п. 2.5



1 – профилировщик; 2 – конвейер-перегрузатель

Рис. П. 2.5 – Схема работы профилировщика:

Таблица П. 2.19

Финишеры

Модель	Ширина обработки, м	Рабочая скорость V_p , м/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
Wirtgen TCM 850	До 9,5	1000	30,0
Wirtgen TCM 1600	до 16,0		50,6

Производительность $\Pi_\phi = V_p \cdot (b - a) \cdot K_B \cdot K_T$, м²/ч,

где V_p – рабочая скорость, м/ч (табл. п. 2.19);

b – ширина обработки, м (табл. п. 2.19);

a – ширина перекрытия смежных полос, м ($a=0,1$ м);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

На рис. п. 2.6 дана схема машины для нанесения влагозащитной плёнки.

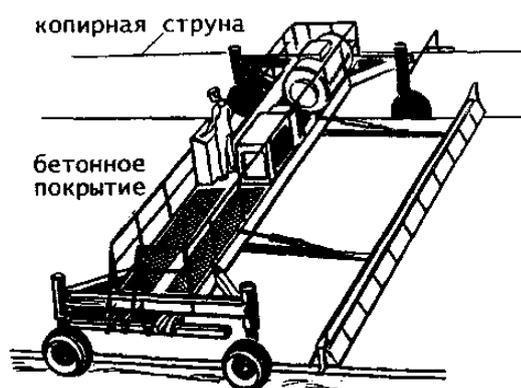


Рис. П. 2.6 – Машина для нанесения плёнкообразующего материала, работающая по копирной струне

Таблица П. 2.20

Нарезчики швов самоходные

Модель	Тип и назначение	Техническая производительность P_T , м/ч	Стоимость эксплуатации у.е./ч
ДС-112	на пневмоколёсном ходу, четырёх-дисковый, для нарезки поперечных швов в затвердевшем бетоне	75	7,5
ДС-133	на пневмоколёсном ходу, однодисковый, для нарезки швов в затвердевшем бетоне	продольных швов – 100; поперечных – 80	4,0

Производительность $P_{НШ} = P_T \cdot K_B \cdot K_T$, м/ч,

где P_T – техническая производительность, м/ч (табл. п. 2.20);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Таблица П. 2.21

Заливщики швов самоходные

Модель	Техническая производительность P_T , м/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ДС-67А (на автомобиле УАЗ)	175	4,6
МБ-16 (на автомобиле ГАЗ)	150	5,4

Производительность $P_3 = P_T \cdot K_B \cdot K_T$, м/ч,

где P_T – техническая производительность, м/ч (табл. п. 2.21);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Таблица П. 2.22

Ручные средства для уплотнения дорожно-строительных материалов и грунта

Модель и тип	Рабочая скорость V_p , м/ч	Ширина рабочего органа b , м	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
BT 50 вибротрамбовка	до 1140	0,23	1,8
BT 75 вибротрамбовка	до 1080	0,28	9,0
BP 15/45–2 виброплита	до 1500	0,45	2,4
BPR 40/45 D реверсивная виброплита	до 1500	0,45	2,4
BPR 80/60 D–2 реверсивная виброплита	до 1500	0,58	2,6
BW60S ручной виброкаток	до 1500	0,60	2,7

$$\text{Производительность } P_{TP} = \frac{V_p \cdot (b-a) \cdot h_{cl} \cdot K_{з.у.}}{n} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^3/\text{ч},$$

V_p – рабочая скорость, м/ч (табл. п. 2.22);

b – ширина уплотняемой полосы за один проход, м (табл. п. 2.22);

h_{cl} – толщина уплотняемого слоя в плотном теле, м (принимают по табл. п. 2.23);

a – ширина перекрытия следа, м ($a=0,0..0,1$ м);

$K_{з.у.}$ – коэффициент запаса на уплотнение (прил. 3);

n – число проходов по одному следу ($n=8..10$);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Таблица П. 2.23

Толщина уплотняемого слоя ручными средствами механизации

Модель	Толщина уплотняемого слоя			
	грунтов		ДСМ	
	связных	несвязных	не укрепленных вяжущим	укрепленных вяжущим
BT 50	0,20	0,30	–	0,14
BT 75	0,25	0,40	–	0,14
BP 15/45–2	0,20	0,20	–	0,14
BPR 40/45 D	0,15	0,30	–	0,14
BPR 80/60 D–2	0,40	0,50	0,50	0,14
BW60S	0,15	0,25	–	0,14

При уплотнении асфальтобетона в расчёт производительности (числитель) следует ввести насыпную плотность асфальтобетона ρ (прил. 3). В этом случае единица измерения производительности – т/ч.

Таблица П. 2.24

Самоходные катки

Модель	Тип машины	Масса, т	Ширина уплот- няемой полосы b, м	Стои- мость эксплуа- тации, у.е./ч
VIBROMAX Duplex W70	двухвальный вибрационный	0,8	0,65	1,7
VIBROMAX W 152K	двухвальный вибрационный	1,5	0,85	2,0
Дунарас СС82	двухвальный вибрационный	1,57	0,8	1,9
ABG DD 22	двухвальный вибрационный	2,6	1,0	2,4
ABG DD 32	двухвальный вибрационный	3,2	1,32	2,8
ДУ-72	двухвальный вибрационный	3,0..5,5	1,08	2,6
ДУ-73	двухвальный вибрационный	6,0	1,4	4,9
ДУ-74	одновальный вибрационный	9,5	1,7	5,1
ДУ-63	двухвальный вибрационный	10,5	1,7	7,9
ВА-9002	двухвальный вибрационный	11,0	1,69	7,9
ДУ-65	пневмоколёсный (4+4)	12,0	1,7	6,1
ДУ-85	одновальный вибрационный	13,0	2,0	6,2
ДУ-84	вибрационный комбинированный	1..16	2,0	6,3
ДУ 47 Б-1	двухвальный статический	6,0	1,4	2,5
ДУ-63-1	двухвальный статический	8,5	1,7	3,2
К-701-БК	вибрационный кулачковый	25	2,85	7,1
ДУ-9В	трехвальный статический	1..18	1,29	2,0
ДУ-49А	трехвальный статический	1..18	1,29	2,1
VIBROMAX W552	вибрационный	6,7	1,4	2,3
CATERPILLAR CB-544	двухвальный вибрационный	10,7	1,7	4,2
CATERPILLAR CB-634C	двухвальный вибрационный	11,7	2,13	5,3
CATERPILLAR	кулачковый	33,3	1,12	5,7
Дунарас СС432	двухвальный вибрационный	11,9	1,68	4,1
Дунарас СС501	двухвальный вибрационный	16,5	2,13	7,8
Дунарас	кулачковый	21,4	1,0	4,4
BOMAG BW 144 AD-2	двухвальный вибрационный	7,0; 7,5	1,5	6,9
BOMAG BW 16R	пневмоколёсный (4+4)	8,0	1,98	10,0
BOMAG BW 164 AC-2	комбинированный	9,2	1,68	9,8
BOMAG BW 184 AD-2	двухвальный вибрационный	11,3	1,5	6,9
HAMM HD 110K	комбинированный	8,2; 9,3	1,68	9,7
HAMM GRW10	пневмоколёсный (4+4)	8,8	1,74	11,7
HAMM GRW15	пневмоколёсный (4+4)	11,5	1,74	12,5
ABG RTR 250	пневмоколёсный (4+4)	13,1	1,9	12,8
HAMM GRW18	пневмоколёсный (4+4)	14,5	1,9	12,9
CATERPILLAR PS-200B	пневмоколёсный (4+4)	18,1	1,73	13,2
CATERPILLAR PS-300B	пневмоколёсный (3+4)	23,1	1,9	14,0
STAVOSTROJ VP200	пневмоколёсный (4+4)	24,0	1,9	14,2
CATERPILLAR PS-500	пневмоколёсный (3+4)	35,0	2,42	15,7

$$\text{Производительность } \Pi_{\kappa} = \frac{(b-a) \cdot l_{np} \cdot h_{cl} \cdot K_{з.у} \cdot K_B \cdot K_T}{\left(\frac{l_{np}}{1000 \cdot V_p} + t_n\right) \cdot n}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где b – ширина уплотняемой полосы за один проход, м (табл. п. 2.23);

a – ширина перекрытия следа, м ($a=0,2..0,30$ м);

l_{np} – длина прохода, м ($l_{np}=5..100$ м);

h_{cl} – толщина уплотняемого слоя в плотном теле (не более указанной в табл. п. 2.25), м;

t_n – затраты времени на переход к соседнему следу, ч ($t_n=0,005$ ч);

n – число проходов по одному следу;

V_p – рабочая скорость, км/ч (табл. п. 2.25);

$K_{з.у}$ – коэффициент запаса на уплотнение (прил. 3);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

При уплотнении асфальтобетона в расчёт производительности (числитель) следует ввести насыпную плотность асфальтобетона ρ (прил. 3). В этом случае единица измерения производительности – т/ч.

Таблица П. 2.25

Технологические характеристики катков

Модель	Рабочая скорость при уплотнении V_p , км/ч		Глубина уплотнения в плотном теле (толщина уплотняемого слоя) h_{cl} , м			
	грунтов	ДСМ	грунтов		ДСМ	
			связных	не-связных	неукрепленных вяжущим	укрепленных вяжущим
VIBROMAX Duplex W70	до 10	до 22	–	0,2	0,12	0,1
VIBROMAX W152K	до 6	до 14	–	0,25	0,15	0,1
Дynapac CC82	–	до 13	–	–	0,15	0,13
AB6 DD 22	–	до 10,8	–	–	0,17	0,13
ABG DD 32	–	до 10,8	–	–	0,2	0,15
ДУ–72	–	до 5,5	–	–	0,20	0,15
ДУ–73	–	до 8,0	–	–	0,25	0,20
ДУ–74	–	до 7,0	–	–	0,25	0,20
ДУ–63	–	до 11,0	–	–	0,20	0,15
BA–9002	–	до 11,0	–	–	0,20	0,15
ДУ–65	4,0	8,0	0,25	0,30	0,25	0,15
ДУ–85	3,5	6,5	0,20	0,30	0,25	–

Модель	Рабочая скорость при уплотнении V_p , км/ч		Глубина уплотнения в плотном теле (толщина уплотняемого слоя) h_{cl} , м			
	грунтов	ДСМ	грунтов		ДСМ	
			связных	Несвязных	Неукрепленных вяжущим	укрепленных вяжущим
ДУ-84	3,5	6,5	0,25	0,30	0,25	0,15
ДУ 47 Б-1	–	3,7	–	–	0,20	0,15
ДУ-63-1	–	до 11	–	–	0,20	0,15
К-701-БК	до 3	–	0,60	–	–	–
ДУ-9В; ДУ-49А	–	3,5	–	–	0,18	0,15
VIBROMAX W552	до 5	до 11	–	0,30	0,25	–
CATERPILLAR CB-544	–	до 8,9	–	–	0,25	0,15
CATERPILLAR CB-634C	–	до 12,2	–	–	0,25	0,15
CATERPILLAR	6..11,2	–	0,60	–	–	–
Дynapec GC432	–	до 11	–	–	0,25	0,15
Дynapec CC501	–	до 13	–	–	0,25	0,17
Дynapec	4..24	–	0,50	–	–	–
BW144 AD-2 (BOMAG)	–	до 11,0	–	–	0,25	0,16
BOMAG BW 16R	до 8,0	до 12,0	0,15	0,20	0,20	0,15
BOMAG BW 164 AC-2	до 8,0	до 12,0	0,15	0,20	0,25	0,15
BOMAG BW 184 AD-2	–	до 11	–	–	0,20	0,15
HD 110K (HAMM)	до 10,0	до 14,6	0,25	0,30	0,25	0,15
GRW10 (HAMM)	до 14,0	до 20	0,20	0,25	0,20	0,15
GRW15 (HAMM)	до 14,0	до 20	0,25	0,30	0,25	0,15
ABG RTR 250	до 12	до 20	0,25	0,30	0,25	0,15
HAMM GRW18	до 14	до 20	0,27	0,32	0,25	0,20
CATERPILLAR PS-200B	до 11	до 19,3	0,30	0,35	0,3	0,20
CATERPILLAR PS-300B	до 10	до 18	0,35	0,40	0,35	0,25
STAVO-STROJ VP200	до 12	до 20	0,40	0,50	0,35	0,25
CATERPILLAR PS-500	до 16	до 26,5	0,45	0,55	0,4	0,3

Таблица П. 2.26

Катки для формирования слоя поверхностной обработки

Модель	Тип машины	Масса, т	Ширина уплотняемой полосы b , м	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
Дynapec CA-15R	Вибрационный с обрезающим вальцем	6,7	1,67	10,4
Дynapec CA-15R		9,9	2,13	10,9

$$\text{Производительность } \Pi_{\kappa} = \frac{(b-a) \cdot l_{np}}{\left(\frac{l_{np}}{1000 \cdot V_p} + t_n\right) \cdot n} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где b – ширина уплотняемой полосы за один проход, м (табл. п. 2.26);

a – ширина перекрытия следа, м ($a=0,2..0,30$ м);

l_{np} – длина прохода, м ($l_{np}=5..100$ м);

h_{cl} – толщина уплотняемого слоя (в плотном теле), м;

t_n – затраты времени на переход к соседнему следу, ч ($t_n=0,005$ ч);

n – число проходов по одному следу;

V_p – рабочая скорость, км/ч ($V_p \leq 20$ км/ч);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Эту же формулу используют при расчёте производительности на операциях по уплотнению «площадей» (например, по уплотнению грунтового основания).

Таблица П. 2.27

Ресайклеры

Модель	Рабочая ширина b , м	Глубина обработки h_{cl} , м	Рабочая скорость V_p , м/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
Холодный ресайклер 2100 DCR	2,0	до 0,3	до 1000	8,5
Холодный ресайклер WR 4500	3..4,5	до 0,3	до 1000	9,2
Ресайклер WR2500	2,44	до 0,5	до 800	8,8

$$\text{Производительность } \Pi_{PEC} = V_p \cdot (b-a) \cdot K_{cl} \cdot K_B \cdot K_T, \text{ м}^2/\text{ч},$$

где V_p – рабочая скорость, м/ч (табл. п. 2.27);

b – ширина фрезерования, м (табл. п. 2.27);

a – ширина перекрытия смежных полос, м ($a=0,05$ м);

K_{cl} – коэффициент, учитывающий толщину слоя обработки h_{cl} (рис. п. 2.4);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Таблица П. 2.28

Экскаваторы–планировщики гидравлические

Модель	Ширина планируемой полосы b , м	Длина планируемого участка с одной стоянки $l_{пл}$, м	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ЭО–3523А–1	0,85	3,2	4,8

Модель	Ширина планируемой полосы b , м	Длина планируемого участка с одной стоянки $l_{пл}$, м	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ЭО-3532А	0,90	5,6	9,7
660 Е	0,95	3,6	8,2

$$\text{Производительность } \Pi_{эн} = \frac{(b-a) \cdot l_{пл} \cdot K_B \cdot K_T \cdot K_{пер}}{\frac{l_{пл}}{3600 \cdot V_{пл}} \cdot n + t_{пер}}, \text{ м/ч,}$$

где $V_{пл}$ – средняя скорость перемещения ковша при планировании, м/ч

$$(V_{пл} = 0,5 \text{ м/с});$$

n – число повторений планировки по одному участку ($n=1..3$);

a – перекрытие следа, м ($a=0,3$ м);

b – ширина планируемой полосы, м (табл. п. 2.28);

$l_{пл}$ – длина планируемой полосы, м (не должна быть более max , (табл. п. 2.28);

$t_{пер}$ – время перехода к следующему участку и подготовки к планировке, ч

$$(t_{пер} = 0,01 \text{ ч});$$

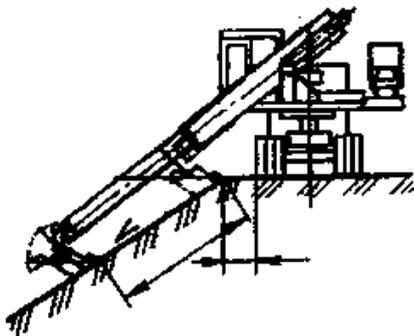
K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

$K_{пер}$ – время перехода с одной стоянки на другую (если $l_{пл} < l_{отк}$, то $K_{пер} = 0,90$; если $l_{пл} > l_{отк}$, то $K_{пер} = 1,0$; $l_{отк}$ – средняя длина откоса земляного полотна, м).

Схемы расположения экскаваторов при планировке откосов показаны на рис. п. 2.7 и рис. п. 2.8

а)



б)

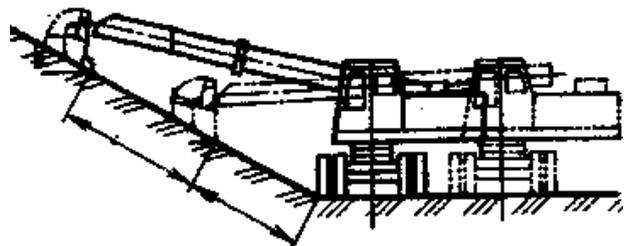


Рис. П. 2.7 – Планировка откосов экскаватором–планировщиком с телескопической стрелой:

а – верхней части откоса; б – нижней части откоса

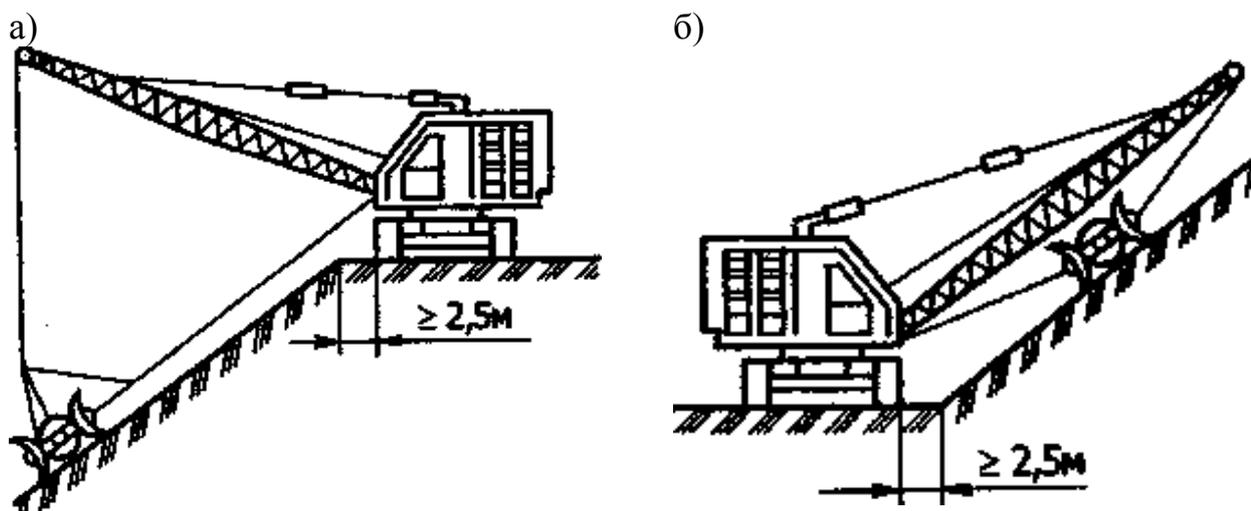


Рис. П. 2.8 – Планировка откосов экскаватором с двухотвальным планировщиком:
а – верхней части откоса; б – нижней части откоса

Таблица П. 2.29

Поливомоечные машины

Модель (база)	Вместимость цистерны $q_{пм}$, м ³	Ширина b , м	Рабочая скорость V_p , км/ч	Стоимость эксплуатации и, у.е./ч
ПМ-130Б (ЗИЛ)	6,0	полива 1..18 мойки 8,0	20	11,3
КО-002 (ЗИЛ)	6,5	полива 1..20 мойки 8,5	20	11,2
КО-802 (КамАЗ)	11,0	полива 15 мойки 5,0	25	18,9
Haller 5500	5,5	полива 20 мойки 5,0	15	8,7
Haller 9000	9,0	полива 20 мойки 6,0	10	9,2

$$\text{Производительность } \Pi_{пм} = \frac{1000 \cdot (b-a) \cdot V_p \cdot t_p \cdot K_B \cdot K_T}{\frac{2 \cdot L}{V} + t_n + t_p}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где a – ширина перекрытия обрабатываемой полосы в случае, когда вся требующая обработки полоса больше b ($a=0,10$ м);

b - ширина обрабатываемой полосы, м;

V_p - рабочая скорость (скорость при распределении), км/ч (табл. п. 2.29);

L - дальность транспортировки воды, км;

V - скорость транспортировки воды, км/ч (табл. п. 2.4 для соответствующих базовых автомобилей);

t_n - время наполнения цистерны, ч ($t_n = 0,15$ ч при $q > 6,0$ м³, $t_n = 0,10$ ч при $q < 6,0$ м³);

t_p - время на опорожнение цистерны при распределении воды, ч

$$t_p = \frac{q_{ПМ}}{p \cdot (b-a) \cdot 1000 \cdot V_p}, \text{ ч}$$

где p - норма розлива, л/м²;

b - ширина обрабатываемой полосы, м;

a - ширина перекрытия обрабатываемой полосы в случае, когда вся требующая обработки полоса больше b ($a=0,10$ м);

$q_{ПМ}$ - вместимость цистерны, м³ (табл. п. 2.29);

V_p - рабочая скорость (скорость при распределении), км/ч (табл. п. 2.21);

в знаменателе величина скорости не требует умножения на 1000, поскольку перевод нормы розлива из л/м² в м³/м² достигается умножением на 10⁻³;

K_B - коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,70$).

Таблица П. 2.30

Машины для поверхностной обработки покрытий

Модель	Ширина распределения b , м	Рабочая скорость V_p , км/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ДЭ-43 (на базе ЗИЛ)	до 2,5 (с шагом 0,5)	2..7	9,0
BOMAG BS 450V	2..4,5	6	10,5
Wirtgen WS4100 Vario	0,–4,05	7	10,0
SECMAIR Chipsealer 19/26/40	2,5/3,1/3,85	2..6	8,5/9,1/9,7
БЦМ-70 (прицепной щебнераспределитель)	до 3,2	0,125	4,1

Примечание. Распределитель БЦМ-70 работает в комплекте с автогудронатором и самосвалом при поверхностной обработке.

Производительность $П_{п.об} = 1000 \cdot V_p \cdot (b-a) \cdot K_B \cdot K_T$, м²/ч,

где V_p - рабочая скорость, км/ч (табл. п. 2.30);

b - ширина распределения, м (не более указанной в табл. п. 2.30);

a - ширина перекрытия следа, м ($a=0,05$ м);

K_B - коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,70$).

Таблица П. 2.31

Машины для посева трав

Модель и тип машины	Дальность полёта струи, м	Техническая производительность $П_m$, м ² /ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
МК-14-1, прицепная к трактору	40	4200	8,9

Продолжение табл. П. 2.31

Модель и тип машины	Дальность полёта струи, м	Техническая производительность P_T , м ² /ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ДЭ-16, на автомобиле ЗИЛ	40	3800	8,1

Производительность $P_{ПТ} = P_T \cdot K_B \cdot K_T$, м²/ч,

где P_T – техническая производительность, м²/ч (табл. п. 2.31);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,60$).

Таблица П. 2.32

Маркировочные машины самоходные

Модель и материал разметки	Ширина наносимой полосы, м	Рабочая скорость V_p , км/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ДЭ-21М-02, краска	0,1..1,0	1,0..8,0	2,6
МК-10, краска	0,1..0,3	1,0..10,0	3,3
Шмель 11А, краска	0,1..0,3	5,0..10,0	3,7
МТ-09, термопластик	0,1; 0,15; 0,2; 0,3	1,0..7,0	5,9
ЭД-82 "Полидор", термопластик	0,1; 0,2; 0,3; 0,4	4,0..8,0	6,7
Шмель 77, холодный пластик	0,1..0,3	5,0..10,0	7,0
НОFMANN НЗЗ-3, краска, термопластик, холодный пластик	0,1..0,5	до 10,0	7,2

Производительность $P_{П.ОБ} = 1000 \cdot V_p \cdot K_B \cdot K_T$, м/ч,

где V_p - рабочая скорость, км/ч табл. п. 2.32);

K_B - коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Таблица П. 2.33

Бурильно-крановые машины

Модель	Глубина бурения, м	Диаметр скважин, м	Производительность (опор в час), включая устройство скважин	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
БМ-202 (на базе ГАЗ)	2,0	0,35	4,7	3,0
		0,50	5,6	4,0
		0,80	7,4	6,0
БМ-302 (на базе ГАЗ)	3,0	0,35	6,4	4,0
		0,50	8	6,0
		0,80	10	7,5

Модель	Глубина бурения, м	Диаметр скважины, м	Производительность (опор в час), включая устройство скважин	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
БКМ-317	3,0	0,36 0,50 0,63 0,80	3,6	2,7

Производительность $P_{пт} = P_T \cdot K_B \cdot K_T$, опор/ч,

где P_T - техническая производительность, м²/ч (табл. п. 2.33);

K_B - коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,75$).

Таблица П. 2.34

Подметально-уборочные машины

Модель (база)	Вместимость бункера Q , м ³	Ширина подметания b , м	Рабочая скорость V_p , км/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
ПУМ-1 (ГАЗ)	1,0	2,8	до 13,0	3,2
ПУМ-99 (ЗИЛ)	1,2	2,8	до 13,5	3,5
МДКЛ-1 (ЗИЛ)	1,0	2,8	до 13,5	3,3
Schmidt SC 320 (Unimoq U 1400)	3,4	1,9	до 20,0	9,8
SEMAT A400 (Mercedes-Benz)	5,15	2,0	до 15,0	15,2
КО-318 (КамАЗ-43253)	7,0	2,3	до 15,0	21,0
Kroll Variant AY (МАЗ-5337)	7,0	3,6	до 20,0	24,4

Производительность $P_{пв} = \frac{1000 \cdot (b-a) \cdot V_p \cdot t_H}{\left(\frac{2 \cdot L}{V_p} + t_H + t_{п}\right) \cdot n} \cdot K_B \cdot K_T$, м²/ч;

где b - ширина подметания за один проход, м (табл. п. 2.34);

a - ширина перекрытия следа, м ($a=0,20$ м);

V_p - рабочая скорость машины, км/ч (скорость при подметании) по табл. п. 2.34);

L - расстояние до выгрузки смета, км/ч ($L=10$ км);

V - транспортная скорость, км/ч ($V = 50$ км/ч);

t_H - время наполнения контейнеров бункера, ч

$$t_H = \frac{Q}{\gamma \cdot 10^{-6} \cdot (b-a) \cdot 1000 \cdot V_p}, \text{ ч}$$

Q - вместимость контейнеров бункера, м³;

γ - загрязнённость, г/м² ($\gamma = 1..60$ г/м²; 1 г/м² = 10^{-6} м³/м²);

t_{II} - затраты времени на переход к соседнему следу, ч ($t_{II}=0,005$ ч);

n - число проходов по одному следу ($n=3$);

K_B - коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B=0,75$);

K_T - коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T=0,75$).

Таблица П. 2.35

Машины для устройства защитных слоев

Модель	Ширина укладываемой полосы, м	Техническая производительность, P_m , т/ч	Стоимость эксплуатации, у.е./ч
Минимак	1,0..2,5	60	5,1
Однопроходная машина «Бреннинг»	2,0..3,0	120	6,7
Спартан 10-С	2,0..3,96	140	9,2
Макропейвер 12Б	2,0..4,27	18..240	9,8

Производительность $P_{III} = P_T \cdot K_B \cdot K_T$, т/ч,

где P_T – техническая производительность, м²/ч (табл. п. 2.33);

K_B – коэффициент использования внутрисменного времени ($K_B = 0,75$);

K_T – коэффициент перехода от технической производительности к эксплуатационной ($K_T = 0,70$).

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ И ДОРОЖНО–СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАСЧЁТА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИН И ОБЪЁМОВ РАБОТ

Таблица П. 3.1

Плотность скелета грунта в естественном сложении $\rho_{ск}^e$, насыпном состоянии $\rho_{ск}^н$, при стандартном уплотнении $\rho_{ск}^{cm}$ и оптимальная влажность грунтов W

Наименование грунта	$\rho_{ск}^e$, т/м ³ или г/см ³	$\rho_{ск}^н$, т/м ³ или г/см ³	$\rho_{ск}^{cm}$, т/м ³ или г/см ³	W , %
Песок крупный и гравелистый	1,5..1,71	1,2..1,41	1,7..1,78	6
Песок средней крупности	1,5.. 1,71	1,3..1,37	1,7..1,78	8
Песок мелкий и пылеватый	1,4..1,51	1,1..1,20	1,6..1,69	10
Песок очень мелкий	1,4..1,57	1,1..1,25	1,6..1,72	11
Супесь лёгкая	1,5..1,68	1,3..1,50	1,7..1,75	1..11
Супесь пылеватая	1,5..1,64	1,3..1,46	1,7..1,85	1..13
Суглинок лёгкий	1,5..1,69	1,3..1,48	1,6..1,80	1..17
Суглинок тяжёлый	1,5..1,74	1,4..1,45	1,7..1,80	1..18
Глина пылеватая	1,6..1,83	1,4..1,55	1,6..1,75	1..20

Примечание. Плотность влажного грунта ρ_w определяют по формуле

$$\rho_w = \rho_{ск} \cdot \left(1 + \frac{W}{100}\right), \text{ т/м}^3,$$

где $\rho_{ск}$ – плотность скелета грунта, т/м³;

W – влажность грунта, %.

Таблица П. 3.2

Насыпная плотность ρ и коэффициент запаса на уплотнение $K_{з.у.}$
дорожно-строительных материалов

Материал	ρ , т/м ³ или г/см ³	$K_{з.у.}$
Щебень: изверженных пород	1,0..1,5	1,2..1,30
осадочных пород	1,0..1,3	
Гравийный материал	1,0..1,4	1,2..1,3
Шлак: металлургический	1,0..1,6	1,3
котельный	0,7	1,5
Песок	1,0..1,4	1,..1,15
Грунт, укреплённый органическим, неорганическим или комплексным вяжущим	1,0..1,6	1,25

Материал	ρ , т/м ³ или г/см ³	Кз.у.
Щебень, обработанный цементом или органическим вяжущим укатываемый бетон	1,..1,9	1,2..1,25
Цементобетонная смесь	1,..2,05	1,15
Асфальтобетонная смесь	6.. 1,90	1,2.. 1,30

Таблица П. 3.3

Объемная масса дорожно-строительных материалов

Наименование материалов	Объемная масса, т/м ³
Асфальтобетон	2,00 – 2,50
Бетон тяжелый	2,10 – 2,60
Щебень	1,75 – 1,95
Гравий	1,70 – 2,00
Песок	1,50 – 1,60
Песок, укрепленный 6 – 8 % портландцемента	1,71 – 1,74
Суглинок, укрепленный 10 – 12 % портландцемента	1,93 – 1,96

Учебное издание

Калгин Юрий Иванович
Паневин Николай Иванович
Строкин Александр Сергеевич
Тюков Евгений Борисович
Паневин Максим Николаевич

ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Раздел «Строительство дорожных одежд»

Учебно-методическое пособие

Редактор Аграновская Н.Н.

Подписано в печать ..0201 формат 60×84 1/1 Уч.-изд. л. 6,
Усл.-печ. л. 6, Бумага писчая. Тираж 300 экз. Заказ № _____

Отпечатано: отдел оперативной полиграфии
издательства учебной и учебно-методической литературы
Воронежского государственного
архитектурно-строительного университета

394006 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84