

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Брянский государственный аграрный университет»

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра технических систем в агробизнесе, природообустройстве
и дорожном строительстве

Дьяченко А.В.

Технология дорожно-строительных работ

методические указания для выполнения курсового проекта
(работы) для обучающихся по направлению подготовки
23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы

Брянская область 2018

УДК 625.08 (076)
ББК 39.311-06-05
Д 93

Дьяченко, А. В. Технология дорожно-строительных работ: методические указания для выполнения курсового проекта (работы) для обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы / А. В. Дьяченко. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. - 31 с.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта (работы) по дисциплине «Технология дорожно-строительных работ» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы. Тема курсового проекта (работы): «Технология строительства дорожной одежды на участке автомобильной дороги». Целью методических указаний является изучение технологии и методики расчета строительства дорожных одежд.

Рецензент: д.т.н., профессор Михальченков А.М.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол № 9 от 16 мая 2018 года.

© Брянский ГАУ, 2018
© Дьяченко А.В., 2018

Предисловие

Курсовой проект (работа) по технологии строительства дорожной одежды автомобильных дорог является самостоятельной работой студентов, имеет целью научить их технологии и методики расчета строительства дорожных одежд. Все инженерно-технические решения должны приниматься на основе нормативно-технической, учебной и научной литературы, опыта, полученного на производственной практике.

При решении задач курсового проекта (работы) необходимо использовать современные научно-технические достижения в области применения новых эффективных технологий и материалов, прогрессивных приёмов организации работ, способствующих повышению качества строительства, увеличению сроков службы дороги, экономии трудовых и энергетических ресурсов, охране окружающей среды.

Структура курсового проекта (работы):

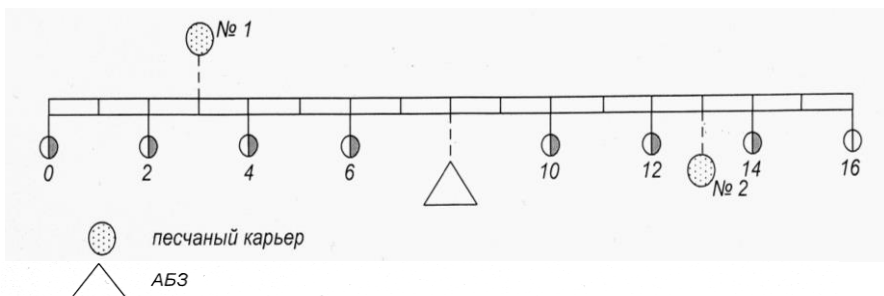
- Титульный лист
- Задание
- Введение
- 1 Подготовка исходной информации
 - 1.1 Анализ природно-климатических условий района строительства
 - 1.2 Определение продолжительности работы специализированных отрядов
 - 1.3 Техническая характеристика автомобильной дороги
 - 1.4 Определение объемов материалов
 - 1.5 Генеральный план района строительства
 - 1.5.1 Обоснование выбора положения производственного предприятия
 - 1.5.2 Определение зон действия притрассовых карьеров
- 2. Принятие организационно-технических решений
 - 2.1 Выбор ведущей и комплектующих машин для производства работ по строительству дорожной одежды
- 3. Проектирование организации работ по строительству дорожной одежды
 - 3.1 Состав отряда для устройства слоев дорожной одежды
 - 3.2 Составление технологических схем по устройству дорожной одежды
 - 3.3 Расчет транспортных средств по обеспечению дороги строительными материалами
 - 3.4 Линейно-календарный график
- 4. Описание технологических схем потока по устройству дорожной одежды
- 5. Охрана окружающей среды
- 6. Контроль качества работ и охрана труда
- Литература

Задание

Ниже приведен пример оформления индивидуального задания на курсовой проект (работу).

Вариант № ...

1. Техническая категория дороги -
2. Протяженность участка дороги $L = \dots$ м .
3. Конструкция дорожной одежды - двухслойное покрытие:
 - верхний слой – м/з горячий асфальтобетон, толщина слоя $h_{м/з} = \dots$ см;
 - нижний слой – к/з асфальтобетон, толщина слоя $h_{к/з} = \dots$ см;
4. Конструкция основания:
 - верхний слой - щебень, толщина $h_{щ} = \dots$ см;
 - нижний слой - гравий, толщина $h_{гп} = \dots$ см;
 - подстилающий слой из песка, толщина $h_n = \dots$ см.
5. Грунт земляного полотна –
6. Доставка асфальтобетонной смеси и щебня осуществляется из населенного пункта, где расположены АБЗ и Ж/д станция. Доставка песка осуществляется из притрассовых карьеров КП1 и КП2.
Ж/д станция и АБЗ расположены на ПК ... , влево ... км.
Местоположение песчаных карьеров:
 - КП1 - ПК ... , вправо ... км;
 - КП2 - ПК ... , вправо ... км.
7. Схематический план трассы:



Регион строительства дороги ... область.

Срок строительства дорожной одежды 20 ... год.

1. Подготовка исходной информации

1.1 Анализ природно-климатических условий района строительства

В данном разделе необходимо рассмотреть следующие пункты:

- географическое расположение;
- рельеф;
- климат;
- гидрогеология (водные ресурсы);
- полезные ископаемые (наличие местных строительных материалов).

Анализ климатических условий можно произвести по [9].

Таблица 1.1 - Среднемесячная и годовая температура воздуха в Брянской области

Месяц	Абсолют. минимум	Средний минимум	Средняя	Средний максимум	Абсолют. максимум
январь	-41.8 (1940)	-8.6	-6.0	-3.5	7.6 (2007)
февраль	-34.9 (1956)	-9.1	-6.1	-3.0	9.9 (2008)
март	-29.6 (1958)	-4.2	-0.8	2.8	20.2 (2014)
апрель	-21.8 (1952)	3.0	7.2	12.0	28.3 (2012)
май	-4.2 (1952)	8.6	13.7	19.0	32.3 (2002)
июнь	-1.3 (1958)	12.3	17.1	22.1	34.9 (1948)
июль	2.2 (1958)	14.2	18.9	23.9	37.7 (1936)
август	0.1 (1966)	12.9	17.5	22.7	38.4 (2010)
сентябрь	-5.2 (1948)	7.9	11.9	16.5	30.7 (1938)
октябрь	-13.0 (1940)	3.0	6.1	9.7	24.8 (1999)
ноябрь	-23.6 (1944)	-2.8	-0.7	1.6	17.1 (2013)
декабрь	-38.6 (1959)	-7.3	-4.9	-2.7	9.9 (2008)
год	-41.8 (1940)	2.5	6.2	10.1	38.4 (2010)

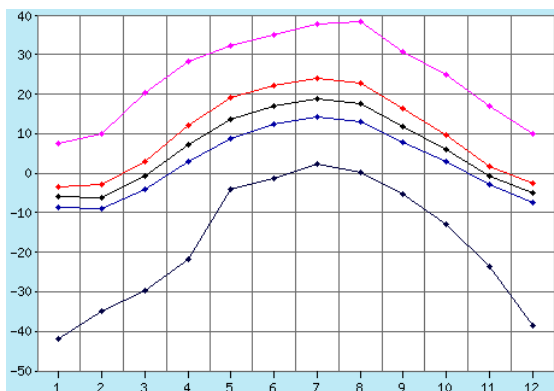


Рисунок 1.1 - График изменения среднесуточной температуры

Таблица 1.2 - Повторяемость и скорость ветра в брянской области

Направл.	Янв.	Фев.	Мар.	Апр.	май	Июнь	Июль	Авг.	Сен.	Окт.	Ноя.	Дек.	Год
С	5	7	5	6	9	8	10	9	8	6	5	6	7
СВ	7	8	8	12	13	12	13	10	12	8	6	6	10
В	9	14	16	18	15	12	13	12	13	10	11	11	13
ЮВ	10	14	15	16	13	10	10	9	13	13	17	15	13
Ю	16	14	16	12	10	10	7	10	11	15	19	19	13
ЮЗ	18	15	13	11	9	9	8	10	10	15	17	14	12
З	21	16	17	13	15	21	19	21	18	21	16	18	18
СЗ	14	12	10	12	16	18	20	19	15	12	9	11	14
штиль	7	7	7	9	14	15	18	16	13	10	9	7	11

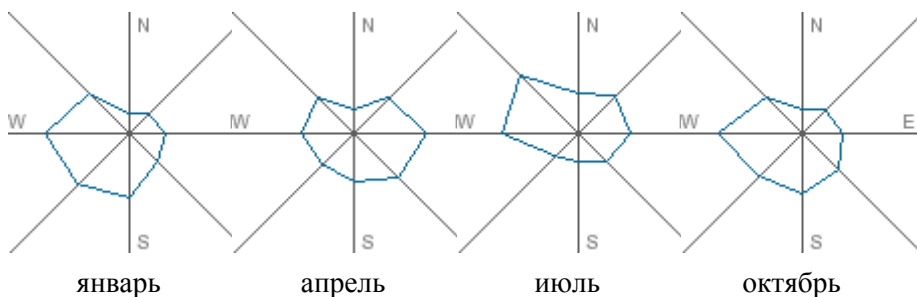


Рисунок 1.2 - Розы ветров за январь, апрель, июль, октябрь

1.2 Определение продолжительности работы спецотрядов

Начало и окончание работ спецотрядов зависит от климатических условий района строительства. Температура, соответствующая началу работ должна продержаться 2 ... 3 дня. Дату окончания работ необходимо принять с запасом в 2 ... 3 дня.

Таблица 1.3 - Допустимые даты начала и окончания работ

Группы работ	Наименование работ	Минимальная среднесуточная температура воздуха, °С	Даты начала и окончания работ	
			весна	осень
1	Устройство слоев д.о. из каменных материалов (песок, гравий, щебень и т.д.)	≥ 0		
2	Строительство слоев д.о. из минеральных материалов и грунтов, обработанных вяжущим в установках, из асфальтобетонных, цементобетонных и шлакобетонных смесей и грунтов обработанных неорганическим вяжущим смешением на дороге.	≥ 5 весной ≥ 10 осенью		
3	Строительство слоев д.о. из минеральных материалов и грунтов, обработанных вяжущим (органическим), смешением на дороге	≥ 10		
4	Устройство поверхностной обработки с применением органических вяжущих	≥ 15		

Даты наступления температур выше приведенных в таблице пределов можно определить по данным [9] или по табл. 1 Приложения.

По условиям задания производятся работы I II групп.

I группа $T_k = \dots$ дней,

II группа $T_k = \dots$ дней,

$T_{oc} = \dots$ дней, определяется по рекомендациям, приведенным в [5] или по табл. 2 Приложения.

Таблица 1.4 - Определение сроков развертывания потоков

№ частного потока	Наименование работ на захватках	Кол-во смен для развертывания потока	Разрыв в сменах	Разрыв между началом работ
1	Устройство песчаного дополнительного слоя основания: 1. разработка грунта 2. транспортировка 3. распределение 4. увлажнение 5. уплотнение	2	1	

Продолжение таблицы 1.4

2	Устройство нижнего слоя основания из гравия 1. разработка грунта 2. транспортировка 3. распределение 4. увлажнение 5. уплотнение	2	1	
3	Устройство верхнего слоя основания из щебня (сталеплавленного шлака) 1. подвозка 2. распределение 3. увлажнение 4. уплотнение 5. подвозка клинца 6. распределение 7. увлажнение 8. уплотнение	4	1	
4	Устройство нижнего слоя покрытия из крупнозернистой асфальтобетонной смеси 1. подвозка 2. распределение 3. подкатка 4. укатка	1	1	
5	Устройство верхнего слоя покрытия из мелкозернистой асфальтобетонной смеси 1. подвозка 2. распределение 3. подкатка 4. укатка	1	1	
6	Досыпка обочин песком 1. разработка грунта 2. транспортировка 3. распределение 4. увлажнение 5. уплотнение	2	1	

Разрыв между началом работ частных потоков определяется как сумма количества смен для развертывания потока и необходимого технологического разрыва между началом работ. Расчеты оформляются в табличной форме (табл. 1.4).

Таблица 1.5 - Продолжительность работы специализированных отрядов

№ частного потока	Группа работ	Продолжительность работы спецотрядов								
		по климатическим условиям			по технологическим условиям			Т _{вых}	Т _{ос}	Т _{общ}
		начало	окончание	число дней	начало	окончание	число дней			
1	1	01.04	24.10	207	01.04	30.08	152	38	11	103
2	1	01.04	24.10	207	04.04	02.09	152	39	11	102
3	1	01.04	24.10	207	07.04	05.09	152	40	11	100
4	2	25.04	26.09	154	25.04	24.09	152	42	11	98
5	2	25.04	26.09	154	27.04	26.09	152	42	11	98
6	1	01.04	24.10	207	30.04	29.09	152	42	11	98

Курсивом указаны данные, которые необходимо рассчитать в соответствии с заданием.

Продолжительность работы спецотрядов по климатическим условиям определяется как количество дней между датами начала и окончания работ по климатическим условиям (по данным табл. 1.3).

При определении начала работ по технологическим причинам к дате начала работ по климатическим условиям необходимо для каждого вида работ последовательно прибавлять разрывы между началами работ. Для вычисления дат окончания работ необходимо к датам начала работ прибавлять число дней работы по технологическим условиям. Число дней работы по технологическим условиям для ритмичной работы комплексного потока, должно быть одинаковым для всех частных потоков. Число дней работы по технологическим условиям вычисляется по наиболее критичному частному потоку – потоку №5 «устройство верхнего слоя покрытия из мелкозернистой асфальтобетонной смеси», так как он является одним из завершающих, но по сравнению с потоком №6 имеет более жесткие температурные ограничения. Т. е. поток №5 будет иметь наименьшую продолжительность, а продолжительность других частных потоков не должна превышать его продолжительность для обеспечения ритмичной работы всего комплексного потока и соблюдения сроков строительства.

Для вычисления общей продолжительности комплексного потока Т_{общ} необходимо из число дней работы по технологическим условиям вычесть число выходных Т_{вых} и число дней с осадками Т_{ос}. Окончательно для дальнейших расчетов принимается наименьшее значение Т_{общ}.

1.3 Техническая характеристика автомобильной дороги

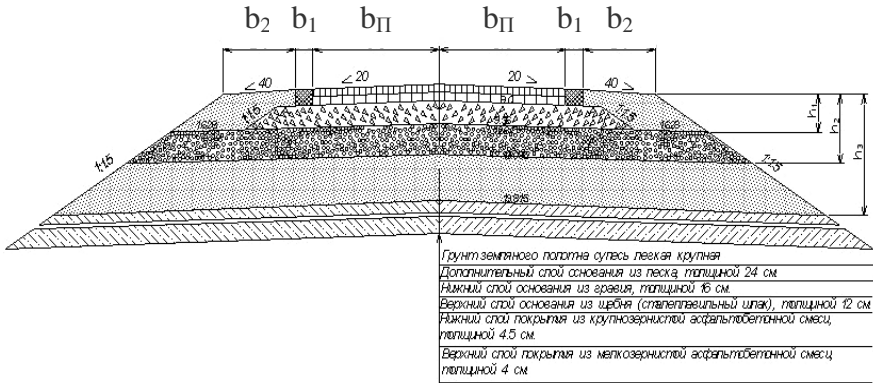


Рисунок 1.3 - Конструкция дорожной одежды

Техническая категория дороги - III

В соответствии с СП 34.13330.2012 [6]:

Число полос движения - 2

Ширину полосы движения принимаем $b_{\text{П}} = 3 \text{ м}$

Ширина проезжей части $B_{\text{П}} = 6 \text{ м}$

Ширина обочины $b_{\text{об}} = 2,5 \text{ м}$

Ширина укрепленной части обочины $b_1 = 0,5 \text{ м}$

Ширина неукрепленной части обочины $b_2 = 2 \text{ м}$

Конструкция дорожной одежды - двухслойное покрытие:

- верхний слой – м/з горячий асфальтобетон, толщина слоя $h_{\text{м/з}} = 0,04 \text{ м}$;

- нижний слой – к/з асфальтобетон, толщина слоя $h_{\text{к/з}} = 0,045 \text{ м}$;

Конструкция основания:

- верхний слой - щебень, толщина $h_{\text{щ}} = 0,12 \text{ м}$;

- нижний слой - гравий, толщина $h_{\text{гр}} = 0,16 \text{ м}$;

- подстилающий слой из песка, толщина $h_{\text{п}} = 0,24 \text{ м}$.

Коэффициент крутизны откосов в соответствии с [6] $m = 1,5$.

Тогда, ширина щебеночного основания поверху:

$$B_{\text{щ}}^{\text{в}} = B_{\text{п}} + 2 \cdot b_1 + 1 = \dots \text{ м}$$

- ширина щебеночного основания понизу:

$$B_{\text{щ}}^{\text{н}} = B_{\text{щ}}^{\text{в}} + h_{\text{щ}} \cdot 2 \cdot m = \dots \text{ м}$$

- ширина нижнего слоя из гравия поверху:

$$B_{\text{гр}}^{\text{в}} = B_{\text{п}} + 2 \cdot (b_1 + b_2) + 2 \cdot m \cdot (h_{\text{м/3}} + h_{\text{к/3}} + h_{\text{щ}}) = \dots \text{ м}$$

- ширина нижнего слоя из гравия понизу, равная ширине дополнительного песчаного основания поверху:

$$B_{\text{гр}}^{\text{н}} = B_{\text{п}}^{\text{н}} = B_{\text{п}} + 2 \cdot (b_1 + b_2) + 2 \cdot m \cdot (h_{\text{м/3}} + h_{\text{к/3}} + h_{\text{щ}} + h_{\text{гр}}) = \dots \text{ м}$$

- ширина дополнительного песчаного основания понизу:

$$B_{\text{п}}^{\text{н}} = B_{\text{п}} + 2 \cdot (b_1 + b_2) + 2 \cdot m \cdot (h_{\text{м/3}} + h_{\text{к/3}} + h_{\text{щ}} + h_{\text{гр}} + h_{\text{п}}) = \dots \text{ м}$$

1.4 Определение объемов материала

На всем протяжении строящейся автомобильной дороги конструкция дорожной одежды одинакова по виду материалов и толщине слоев. Подсчет потребности в дорожно-строительных материалах производится по каждому конструктивному слою отдельно.

1. Дополнительный слой основания из песка:

$$V_{\text{п}} = \frac{(B_{\text{п}}^{\text{н}} + B_{\text{п}}^{\text{в}})}{2} \cdot L \cdot h_{\text{п}} = \dots \text{ м}^3$$

2. Нижний слой основания из гравия и укрепленная часть обочины:

$$V_{\text{гр}} = \frac{(B_{\text{гр}}^{\text{н}} + B_{\text{гр}}^{\text{в}})}{2} \cdot L \cdot h_{\text{гр}} + b_1 \cdot (h_{\text{м/3}} + h_{\text{к/3}}) \cdot L = \dots \text{ м}^3$$

3. Верхний слой основания из щебня

$$V_{\text{щ}} = \frac{(B_{\text{щ}}^{\text{н}} + B_{\text{щ}}^{\text{в}})}{2} \cdot L \cdot h_{\text{щ}} = \dots \text{ м}^3$$

4. Нижний слой асфальтобетонного покрытия

$$V_{\text{к/3}} = B_{\text{п}} \cdot h_{\text{к/3}} \cdot L = \dots \text{ м}^3$$

5. Верхний слой асфальтобетонного покрытия

$$V_{\text{м/3}} = B_{\text{п}} \cdot h_{\text{м/3}} \cdot L = \dots \text{ м}^3$$

6. Досыпка обочин песком

$$V_{\text{об}} = 2 \cdot b_2 \cdot (h_{\text{щ}} + h_{\text{к/3}} + h_{\text{м/3}}) \cdot L = \dots \text{ м}^3$$

Для вычисления количества материала в тоннах необходимо объемы умножить на насыпную объемную массу (Приложение табл. 3).

1.5 Генеральный план района строительства

1.5.1 Обоснование выбора местоположения производственного предприятия

При выборе площадки для АБЗ необходимо руководствоваться следующими положениями:

1. Стоимость асфальтобетонной смеси должна быть минимальной;
2. Во избежание недопустимости остывания смеси, продолжительность ее транспортировки не должна превышать 1,5 часов, при температуре воздуха не менее 5°С;
3. Количество погрузочно-разгрузочных работ должно быть минимальным.

Учитывая выше изложенное, АБЗ целесообразно располагать у железнодорожной станции.

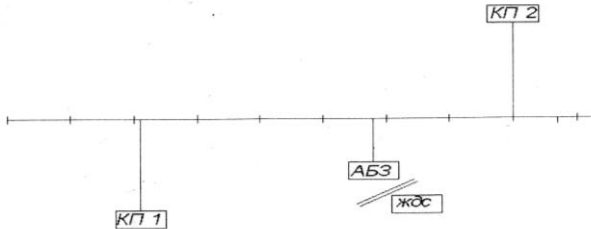


Рисунок 1.4 - Генеральный план строительства дороги

1.5.2 Определение зоны действия притрассовых карьеров

При определении границ зоны действия карьеров условно предполагаем, что качество песка, сложность его разработки в обоих карьерах одинакова, тогда границей зоны обслуживания карьеров одинаково удаленная от КП 1 и КП 2.

Определение средней дальности возки песка.

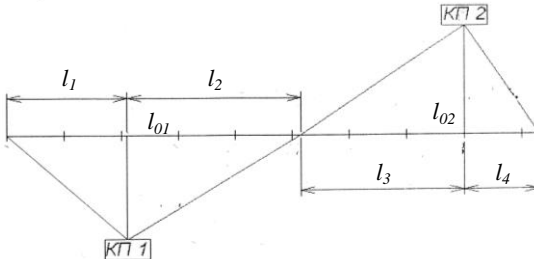


Рисунок 1.5 - Определение средней дальности возки песка

$$l_{cp1} = l_{0,1} + \frac{l_1}{2} = .$$

$$l_{cp2} = l_{0,1} + \frac{l_2}{2} =$$

$$l_{cp3} = l_{0,2} + \frac{l_3}{2} =$$

$$l_{cp4} = l_{0,2} + \frac{l_4}{2} =$$

$$L_{cp} = \frac{l_1 \cdot l_{cp1} + l_2 \cdot l_{cp2} + l_3 \cdot l_{cp3} + l_4 \cdot l_{cp4}}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4} =$$

Определение средней дальности возки щебня, гравия, воды, битумной эмульсии и асфальтобетонной смеси.

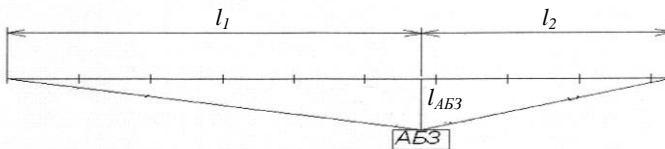


Рисунок 1.6 - Определение средней дальности возки щебня, воды, битумной эмульсии и асфальтобетонной смеси

$$l_{cp1} = l_{AB3} + \frac{l_1}{2} = \dots \text{ км}$$

$$l_{cp2} = l_{AB3} + \frac{l_2}{2} = \dots \text{ км}$$

$$L_{cp} = \frac{l_1 \cdot l_{cp1} + l_2 \cdot l_{cp2}}{l_1 + l_2} = \dots \text{ км}$$

Результаты расчетов сводят в табл. 1.6

Таблица 1.6 - Обеспечение автомобильной дороги строительными материалами и полуфабрикатами

№ п/п	Наименование материалов и полуфабрикатов	Обеспечиваемый участок		Протяженность, км	Место получения	Средняя дальность возки	Кол-во перевозимых грузов	
		от ПК	до ПК				м ³	т
1	Песок для подстилающего слоя				КП1 КП2			
2	Гравий для нижнего слоя основания				Ж/дс (АБЗ)			
3	Щебень для верхнего слоя основания				Ж/дс (АБЗ)			
4	Вода				АБЗ			
5	Битумная эмульсия				АБЗ			
6	к/з асфальтобетонная смесь для нижнего слоя покрытия				АБЗ			
7	м/з асфальтобетонная смесь для верхнего слоя покрытия				АБЗ			
8	Песок для досыпки обочин				КП1 КП2			

2. Принятие организационно-технических решений

2.1 Выбор ведущей и комплектующих машин для производства работ по строительству дорожной одежды

Выбор ведущей машины осуществляется в зависимости от длины захватки

$$l_{зах} = \frac{L}{T},$$

где L - длина трассы;

T - срок строительства.

$$l_{\text{зах}} = \frac{16000}{91} = 175,8 \dots \text{ м/см}$$

При выборе ведущей машины необходимо исходить из того, что ее сменная производительность должна быть не менее длины захватки. Ведущую машину (в данном случае асфальтоукладчик) можно выбрать по табл. 7 Приложения.

Принимая во внимание, что в нашем случае для устройства нижнего и верхнего слоев покрытия используется один асфальтоукладчик, и за один проход укладывается одна полоса движения. Реальная длина захватки составляет

$$l_{\text{зах}}^p = \frac{l_{\text{зах}}^{\Phi}}{2}$$

Расчет производительности машин

1. Устройство дополнительного слоя основания из песка

Производительность автосамосвала для подвозки песка определяется по формуле:

$$П_{a/c} = \frac{T \cdot q \cdot \kappa_{\text{в}}}{\frac{2l_{\text{ср}}}{v} + t},$$

T - продолжительность смены (8 часов);

q - грузоподъемность автосамосвала;

$\kappa_{\text{в}}$ - коэффициент использования времени (0,85);

$l_{\text{ср}}$ - средняя дальность возки с песчаного карьера;

v - средняя скорость транспортировки песка (30 - 35 км/ч);

t - время на погрузку-разгрузку материала (0,2 ч)

Автосамосвал можно выбрать по табл. 6 Приложения.

Производительность автогрейдера

$$П_{\text{см}} = \frac{T \cdot \kappa_{\text{и}} (b \cdot \sin \alpha - a) l \cdot k_{\text{гр}}}{\left(\frac{l}{V_{\text{п}}} + t_{\text{п}} \right) n_{\text{с}}}, \text{ или } П_{\text{см}} = \frac{T \cdot \kappa_{\text{и}} \cdot l \cdot B \cdot k_{\text{гр}}}{\left(\frac{l}{V_{\text{п}}} + t_{\text{п}} \right) n_{\text{с}} \cdot n_{\text{ш}}},$$

где b - длина отвала, м;

α - фронтальный угол установки ножа ($50 - 55^\circ$);

a - ширина перекрытия следа ($0,3 - 0,5$ м);

l и B - длина и ширина участка профилирования, м;

V - рабочая скорость, м/ч;

t_p - время разворота ($0,01 - 0,03$); n_c - число проходов по одному следу ($2 - 4$);

$$n_{ш} = \frac{B}{b \cdot \sin \alpha - a} - \text{число проходов по ширине участка (целое число);}$$

k_{cp} - коэффициент, учитывающий группу грунта по трудности разработки.

Группа грунта	I	II	III	IV
k_{cp}	1,0	0,8	0,65	0,5

Распределение грунтов на группы по трудности их разработки механизированным способом приведено в табл. 5 Приложения.

Автогрейдер можно выбрать по табл. 4 Приложения.

Производительность поливомоечной машины

$$\Pi_{\text{н/м}} = \frac{T \cdot P \cdot k_{\text{в}}}{\frac{2l_{cp}}{v} + t_1 + t_2},$$

T - продолжительность смены (8 часов);

P - емкость цистерны (6 м^3);

$k_{\text{в}}$ - коэффициент использования времени ($0,85$);

l_{cp} - средняя дальность возки с АБЗ;

v - средняя скорость транспортировки воды ($30 - 35 \text{ км/ч}$);

t_1 - время на заполнение бака воды ($0,12 \text{ ч}$)

t_2 - время на розлив воды ($0,27 \text{ ч}$)

Поливомоечную машину можно выбрать по табл. 8 Приложения.

Производительность катка

$$\Pi_{\text{см}} = \frac{T \cdot k_{\text{и}} \cdot l \cdot B}{\left(\frac{l}{V_p} + t_n \right) n_c \cdot n_{\text{ш}}},$$

где l - длина участка, м; B - ширина уплотняемого участка, м; V_p - рабочая скорость, м/ч; n_c - число проходов по одному следу; t_n - время на реверсирование хода (0,005); $n_{ш} = \frac{B}{b-a}$ число проходов по ширине (целое число); b - ширина укатки, м; $a = 0,2$ м - ширина перекрытия следа.

Каток можно выбрать по табл. 11 Приложения.

2. Устройство нижнего слоя основания из гравия

Задействованы те же машины, что и при устройстве дополнительного слоя основания из песка. Расчеты аналогичны, только необходимо принять соответствующие объемы.

3. Устройство верхнего слоя основания из щебня (шлакового сталеплавильного)

Задействованы те же машины, что и при устройстве дополнительного слоя основания из песка. Расчеты аналогичны, только необходимо принять соответствующие объемы.

4. Устройство асфальтобетонного покрытия

Кроме асфальтоукладчика и самосвала в данном виде работ задействованы автогудронаторы.

Производительность автогудронатора для подгрунтовки основания битумной эмульсией определяется по формуле:

$$P_{аз} = \frac{T \cdot q \cdot \kappa_{\epsilon}}{\frac{2l_{cp}}{v} + t}$$

q - вместимость цистерны;

l_{cp} - средняя дальность возки с АБЗ;

t - время затраченное на маневрирование, заполнение цистерны и розлив битума (0,75 ч)

Автогудронатор можно выбрать по табл. 9 Приложения.

4. Досыпка обочин песком

Задействованы те же машины, что и при устройстве дополнительного слоя основания из песка. Расчеты аналогичны, только необходимо принять соответствующие объемы.

Для определения требуемого количества машин необходимо разделить соответствующие объемы работ на сменные производительности машин. Полученные значения округляют до целого в большую сторону.

Коэффициент загрузки получают делением принятого количества машин на расчетное.

Результаты расчетов сводят в таблицы. Ниже приведен пример таблицы для устройства дополнительного слоя основания из песка (табл. 2.1).

Таблица 2.1 - Состав отряда машин для устройства слоев д.о.

№ п/п	№ зах	Обоснование норм выработки	Наименование операций	Ед. изм.	Объем работ на захватку	П маш/см	Требуется машин		Коэфф. загрузки
							по расч.	принято	
Устройство дополнительного слоя основания из песка									
1	1	ЕНиР 17 общ. часть	Разбивочные работы		Дорожные рабочие 2 чел.				
2	1	Расчет	Транспортировка песка автосамосвалом ...	м ³					
3	1	Е 17-1	Разравнивание песка автогрейдером ...	м ²					
4	2	Расчет	Увлажнение песка поливочной машиной ...	м ³					
5	2	Е 2-1-31	Уплотнение песчаного слоя катком ... за 5 проходов по 1 следу	м ²					

3. Проектирование организации работ по строительству д.о.

3.1 Состав отряда для устройства слоев д.о.

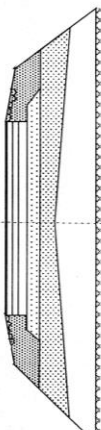
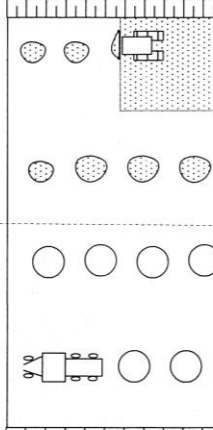
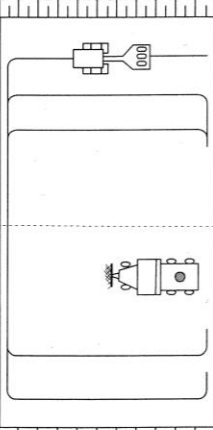
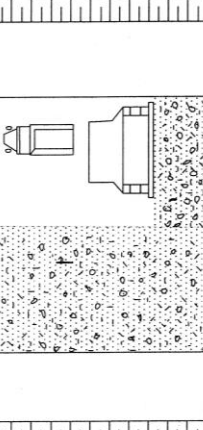
Состав отряда при устройстве слоев дорожной одежды приведен в табл. 3.1. Количество машин и коэффициент загрузки принимаются из табл. 2.1.

Таблица 3.1 - Состав отряда при устройстве слоев д.о.

Наименование машин	Кол-во машин (коэф. загрузки)	Квалификация рабочих	Кол-во рабочих
Автосамосвал ... - подвозка песка для доп. слоя ос- нования - подвозка гравия - подвозка щебня - подвозка клинца - подвозка а.б.с. - подвозка песка для обочин		Вод. 3 кл. Вод. 3 кл. Вод. 3 кл. Вод. 3 кл. Вод. 3 кл. Вод. 3 кл.	8 6 4 1 3 2
Автогрейдер ... - разравнивание песка доп. слоя ос- нования и обочин - разравнивание гравия - разравнивание щебня и клинца		Машинист 6 р. Машинист 6 р. Машинист 6 р.	1 1 1
Поливомоечная машина ... - увлажнение доп. слоя основания и обочин - увлажнение гравия - увлажнение щебня - увлажнение клинца		Вод. 3 кл. Вод. 3 кл. Вод. 3 кл. Вод. 3 кл.	1 1 1 1
Автогудронатор ...		вод. 3 кл.	1
Асфальтоукладчик ...		Машинист 6 р. Рабочие: 5 - 1р 4 р. 3 р. 2 р. 1 р.	1 1 1 3 1 1
Легкий каток 5-6 т. Тяжелый каток свыше 10 т.		машинист 6 р. машинист 6 р.	2 3

3.2 Составление технологических схем по устройству д. о.

Технологические схемы по устройству дорожной одежды разрабаты-
ваются на основе типовых технологических карт (ТТК). Ниже при-
веден пример технологической схемы по устройству д. о.

№ захватки	1	2	3
Длина захватки, м	200	200	200
Наименование технологических операций	1. Разработка и погрузка песка. 2. Подвозка песка. 3. Разравнивание слоя песка.	4. Подвозка и розлив воды. 5. Уплотнение дренирующего слоя. 6. Планировка поверхности слоя.	7. Погрузка щебня. 8. Подвозка щебня. 9. Распределение щебня рядового.
Машины и их загрузка	Экскаватор ЕТ-18-40 с $V_k = 1,0$ кубометров, № 1; 2 (0,74) КамАЗ-55111 – 9 шт.; опер. 2 (0,99); Бульдозер ДЗ-18 № 1, опер. 3 (0,68)	ПМ-130Б № 1, опер. 4 (0,61); ДУ-16В № 1, опер. 5 (0,72); ДЗ-99 № 1, опер. 6 (0,24)	Экскаватор ЕТ-14 № 1 с $V_k = 0,8$ кубометров, опер. 7 (0,66) КамАЗ-55111 – 3 шт., опер. 8 (0,89), опер. 9 (0,58)
Рабочие	Рабочие 12	Рабочие 4	Рабочие 7
Почасовой график	<i>ДЗ-18 № 1-(3) КамАЗ-55111-(2) ЕТ-18-40 № 1; 2-(1)</i>	<i>ДЗ-99 № 1-(6) ДУ-16В № 1-(5) ПМ-130Б № 1-(4)</i>	<i>ДС-49, № 1-(9) КамАЗ-55111-(8) ЕТ-14 № 1-(7)</i>
			

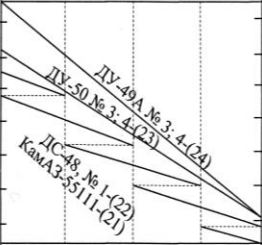
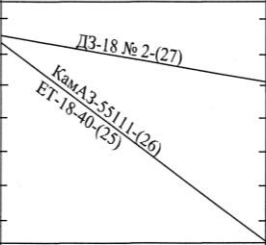
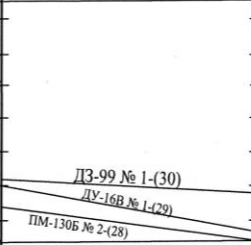
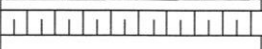




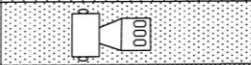
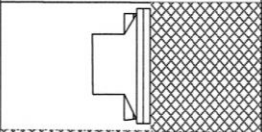
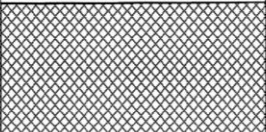
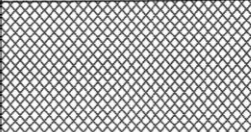
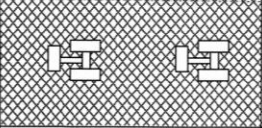
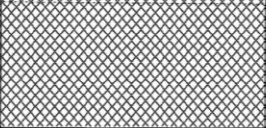
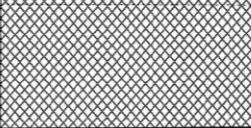






4	5	6
20	200	200
<p>21. Подвозка а/бетона для верхнего слоя покрытия. 22. Укладка а/бетона. 23. Подкатка слоя а/бетона. 24. Укладка слоя а/бетона.</p>	<p>25. Разработка и погрузка песка. 26. Подвозка песка на присыпные обочины. 27. Разравнивание слоя песка.</p>	<p>28. Подвозка и розлив воды. 29. Укатка слоя песка. 30. Планирование поверхности.</p>
<p>КамАЗ-55111 – 2 шт., опер. 21 (1,0); а/укладчик ДС-48 № 1, опер. 22 (0,68); каток ДУ-50 № 3, 4, опер. 23 (0,62); Каток ДУ-49А, № 3, 4, опер. - 24 (0,87).</p>	<p>Экскаватор ЕТ-18-40 с $V_k = 1,0$ кубометров, № 2, опер. 25 (0,39); КамАЗ-55111 – 3 шт., опер. 26 (0,79); бульдозер ДЗ-18 № 2, опер. 27 (0,18).</p>	<p>ПМ-130Б № 2, опер. 28 (0,16); каток ДУ-16В № 1, опер. 29. (0,19); автогрейдер ДЗ-99 № 1, опер. 30 (0,07).</p>
		
		
		
		
		
		
		

Рисунок 3.1 - Технологическая схема по устройству д. о.

3.3 Расчет транспортных средств по обеспечению дороги строительными материалами

Расчет транспортных средств по обеспечению дороги строительными материалами производится аналогично расчетам в п. 2.1.

Производительность автосамосвала определяется по формуле:

$$P_{a/c} = \frac{T \cdot q \cdot \kappa_{\epsilon}}{\frac{2l_{cp}}{v} + t},$$

T - продолжительность смены (8 часов);

Q - грузоподъемность автосамосвала;

κ_{ϵ} - коэффициент использования времени (0,85);

l_{cp} - средняя дальность возки с песчаного карьера;

v - средняя скорость транспортировки песка (30 - 35 км/ч);

t - время на погрузку-разгрузку материала (0,2 ч)

Для определения общего количества транспортных средств по обеспечению дороги строительными материалами необходимо просуммировать количество транспортных средств задействованных на всех захватках комплексного потока.

3.4 Линейно-календарный график

Линейный календарный график является основным документом проекта организации и проекта производства работ и используется при оперативном управлении строительством автомобильной дороги. На таком графике наглядно отражается динамика изменения строительно-монтажных работ, выполняемых непосредственно на дороге. Наиболее приемлем линейный календарный график при поточном способе организации работ.

Строится график на основе предварительно разработанных технологических карт. Оси графика: горизонтальная – протяженность участка дороги; вертикальная – время в рабочих сменах и месяцах. Работа отдельного частого потока (или отдельной бригады, звена) изображается наклонной линией. Совокупность линий – работа комплексного потока.

В целом линейный график согласовывает во времени и пространстве все производственные процессы и их взаимодействие между собой, позволяет определить направление, скорость (по величине наклона линии) и место нахождения машин и механизмов на определенное

время потока, потребность в материально-технических ресурсах, а также сроки строительства.

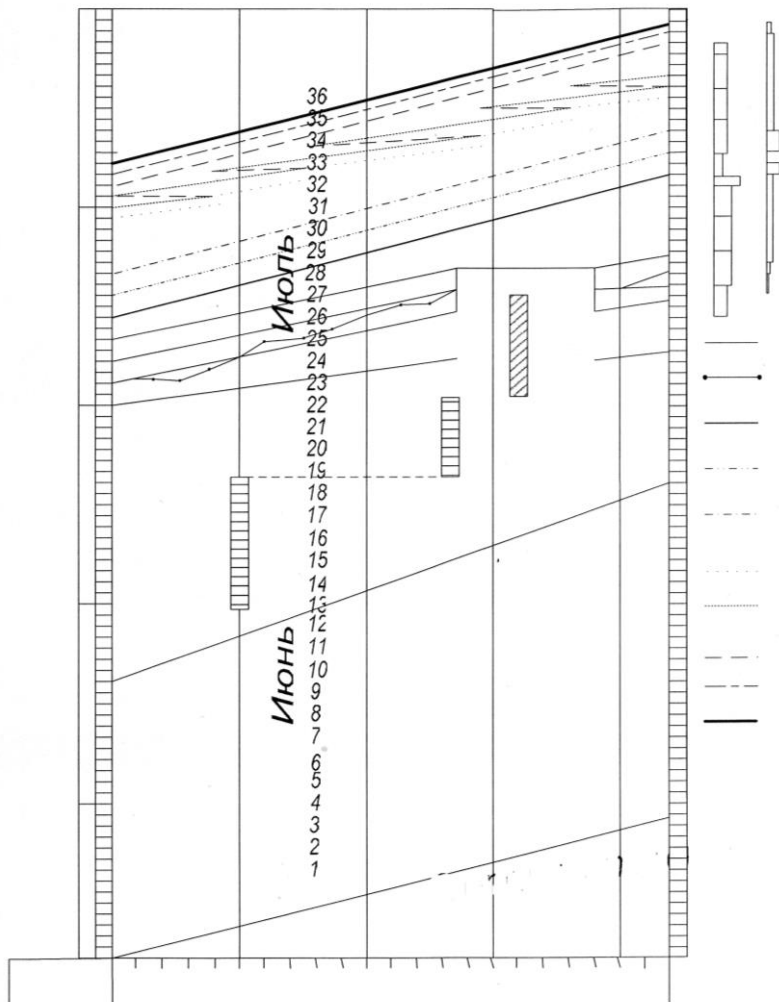


Рисунок 3.2 – Пример линейно-календарного графика

Литература

1. Бабаскин Ю.Г., Леонович И.И. Технология строительства дорог. Практикум: учеб. пособие для вузов. М.: Инфра-М, 2014. 429 с.
2. Земляные работы. М.: Стройиздат, 1988. Вып. 1. 224 с.
3. Подольский В.П., Глагольев А.В., Поспелов П.И. Строительство автомобильных дорог. Земляное полотно: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Академия, 2013. 432 с.
4. Подольский В.П., Глагольев А.В., Поспелов П.И. Строительство автомобильных дорог. Дорожные покрытия: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования. М.: Академия, 2013. 304 с.
5. СНиП 23-01-99 Строительная климатология и геофизика. М.: НИИСФ Госстроя России, 2003. 109 с.
6. СП 34.13330.2012. Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*. М. : ЗАО "СоюздорНИИ", 2013. 97 с.
7. Строительство автомобильных дорог: учебник / коллектив авторов ; под ред. В.В. Ушакова и В.М. Ольховикова. 2-е изд, стер. М.: КНОРУС, 2014. 576 с.
8. Гусев А.И. Технология и организация строительства автомобильных дорог: метод. пособие к диплом. и курсов. проектированию. Сыктывкар, 2007. 100 с.
9. <http://www.pogodaiklimat.ru>

Таблица 1 - Температурная характеристика строительного сезона по регионам Российской Федерации

Регион		Дата перехода температуры через							
		0 °С		+5 °С		+10 °С		+15 °С	
		весна	осень	весна	осень	весна	осень	весна	осень
1.	Архангельская обл.	10.04	23.10	03.05	25.09	24.05	30.9	28.06	04.08
2.	Астраханская обл.	07.03	06.12	04.04	06.11	28.04	13.10	16.05	14.09
3.	Брянская обл.	29.03	08.11	17.04	14.10	6.05	20.09	03.06	25.08
4.	Владимирская обл.	02.04	31.10	20.04	10.10	08.05	17.09	09.06	24.08
5.	Волгоградская обл.	23.03	15.11	07.04	28.10	23.04	09.10	10.05	19.09
6.	Вологодская обл.	07.04	27.10	26.04	04.10	15.05	10.09	16.06	14.08
7.	Воронежская обл.	28.03	10.11	13.04	19.10	28.04	27.09	19.05	05.09
8.	Ивановская обл.	03.04	31.10	21.04	08.10	08.05	15.09	09.06	21.08
9.	Кировская обл.	10.04	20.10	28.04	30.9	23.05	11.09	16.06	16.08
10.	Курская обл.	28.03	10.11	14.04	19.10	03.05	25.09	26.05	01.09
11.	Ленинградская обл.	08.04	27.10	25.04	04.10	16.05	10.09	18.06	13.08
12.	Московская обл.	03.04	02.11	21.04	10.10	9.05	16.09	09.06	22.08
13.	Мурманская обл.	06.05	13.10	26.05	12.09	21.06	17.07	—	—
14.	Нижегородская обл.	02.04	30.10	19.04	09.10	07.05	18.09	02.06	25.08
15.	Новгородская обл.	02.04	06.11	23.04	12.10	13.05	16.09	12.06	17.08
16.	Орловская обл.	28.03	09.11	17.04	15.10	07.05	21.09	03.06	26.08
17.	Пензенская обл.	03.04	01.11	18.04	13.10	04.05	22.09	27.05	31.08
18.	Пермская обл.	11.04	19.10	30.04	28.09	16.05	08.09	17.06	15.08
19.	Псковская обл.	30.03	11.11	19.04	15.10	11.05	19.09	12.06	20.08
20.	Республика Карелия	16.04	01.11	05.05	06.10	27.05	10.09	26.06	07.08
21.	Республика Коми	13.04	15.10	04.05	25.09	27.05	03.09	24.06	07.08
22.	Рязанская обл.	01.04	05.11	18.04	14.10	04.05	21.09	26.05	29.08
23.	Самарская обл.	02.04	04.11	17.04	15.10	03.05	25.09	20.05	05.09
24.	Саратовская обл.	03.04	04.11	16.04	17.10	01.05	29.09	16.05	09.09
25.	Смоленская обл.	30.03	08.11	18.04	14.10	07.05	18.09	07.06	22.08
26.	Тамбовская обл.	31.03	06.11	16.04	16.10	03.05	23.09	23.05	01.09
27.	Тульская обл.	01.04	05.11	19.04	14.10	06.05	20.09	31.05	27.08
28.	Ярославская обл.	08.04	23.10	29.04	29.09	20.05	06.09	18.06	12.08

Таблица 2 - Суммарное количество дней по регионам Российской Федерации с обильными осадками при плюсовой температуре (T_{oc})

№ региона по табл. 1	T_{oc}	№ региона по табл. 1	T_{oc}	№ региона по табл. 1	T_{oc}	№ региона по табл. 1	T_{oc}
1	19	8	27	15	25	22	25
2	22	9	24	16	24	23	23
3	28	10	25	17	22	24	14
4	26	11	27	18	20	25	23
5	25	12	25	19	28	26	24
6	25	13	14	20	25	27	24
7	27	14	22	21	23	28	26

Таблица 3 - Насыпная объемная масса и коэффициенты относительного уплотнения дорожно-строительных материалов

Наименование материала	δ , т/м ³	k_0
Цементобетонная смесь	1,9-2,05	1,15
Асфальтобетонная смесь	1,65-1,90	1,25-1,30
Щебень изверженных пород	1,4-1,5	1,25-1,30
Щебень осадочных пород	1,2-1,3	1,25-1,30
Гравийный материал	1,3-1,4	1,25-1,30
Шлак металлургический	1,4-1,6	1,30
Цементогрунт	1,4-1,6	1,25
Песок крупнозернистый (W= 6%)	1,37-1,50	1,20-1,25
Песок крупнозернистый (W= 8%)	1,34-1,48	1,15-1,20
Песок мелкозернистый (W= 10%)	1,30-1,38	1,11-1,16

Таблица 4 – Автогрейдеры

Марка	Длина отвала, м	Мощность двигателя, кВт	Масса, т
1. ГС-10-1	2,73	58,8	7,0
2. ДЗ-99	3,04	66,0	8,0
3. ДЗ-122Б	3,46	99,0	14,6
4. ГС-14-02	3,60	110,4	13,5
5. ДЗ-31	3,70	130,0	12,4
6. А-120-1	3,75	132,0	15,2
7. ГС-18-06	3,74	132,0	18,0
8. ДЗ-98	4,25	173,0	19,5

Таблица 5 - Распределение грунтов на группы по трудности их разработки механизированным способом

Наименование грунта	Средняя плотность, т/м ³	Группа грунтов при разработке			
		одноковшовым экскаватором	бульдозером	скрепером	грейдером
Грунт растительный:					
- без корней	1,2	I	I	I	I
- с корнями	1,2	I	II	-	-
Горф	0,8-1,1	I	I	I	I
Супесь с примесью щеб- ня, гравия:					
- до 10 % по объему	1,65	I	I	I	I
- с примесью >10%	1,75	I	II	II	-
Суглинок легкий:					
- с примесью до 10 %	1,70	I	I	I	I
- с примесью >10%	1,85	II	II	II	-
Суглинок тяжелый с при- месью гравия и щебня:					
- до 10 %	1,75	II	II	II	II
- с примесью >10%	1,95	III	II	-	-
Глина жирная мягкая					
- без примесей:	1,8	II	II	II	II
- с примесью до 10 %	1,85	II	II	II	-
- с примесью >10%	1,90	III	III	III	-
Глина карбонная: - мягкая	1,95	III	III	III	III
- твердая ломовая	1,95-2,15	IV	III	-	-
Песок:					
- с примесью до 10 %	1,6	I	II	II	II
- с примесью >10%	17	I	II	II	-
Гравийно-галечные грун- ты:					
- с размером частиц до 80 мм	1,75	I	II	II	III
- то же > 80 мм	1,90	II	III	-	-
- с содержанием валунов до 10 %	1,95	III	III	-	-
- то же до 30 %	2,00	IV	IV	-	-
Древса в коренном зале- гании	2,00	V	-	-	-
Щебень	1,75-1,95	II	III	-	-

Таблица 6 - Автомобили-самосвалы

Марка автосамосвала	Грузоподъемность, т	Вместимость кузова, м ³
Зил-ММЗ-555	5,25	3,0
Зил-ММЗ-450241	5,28	3,8
Зил-4516	10,00	7,6
Урал-55224	7,22	5,5
МАЗ-503Б	7,00	5,0
МАЗ-5549	8,00	5,1
МАЗ-5551	10,00	7,2
МАЗ-55165	15,00	10,5
МАЗ-5163	25,00	13,0
МАЗ-8571	10,00	7,2
КамАЗ-5511	13,00	8,0
КамАЗ-55111	12,50	6,0
КрАЗ-256Б1	18,0	8,6
КрАЗ-65034	27,00	15,0
БелАЗ-7528	36,00	18,0
МоАЗ-7506	32,00	16,0
ВДС-16	16,00	8,0
ВДС-25	25,00	13,0
Урал-Ивеко-6529	20,00	12,0

Таблица 7 – Асфальтоукладчики

Марка	Тип двигателя*	Производительность, т/ч	Ширина укладки, м	Толщина укладки, см	Рабочая скорость, км/ч
ДС-48	к	До 200	3-3,8	3-15	1,9-17
ДС-94	г	До 150	3-4,5	2-15	1,5-14
ДС-126А	г	До 150	3-3,8	До 20	1,6-13
ДС-113	к	До 250	3-7,5	До 15	1,2-18
ДС-114	к	До 400	до 12	До 15	1,2-10,7
ДС-404М	к	До 200	3-7,5	2-30	0,9-9,7
ДС-143	г	До 170	3-4,5	До 15	1,6-3,6
ДС-155	к	До 250	3-7,0	До 20	1,7-22
ДС-179	г	До 250	3-7,0	До 30	1,0-14
ДС-181	к	До 250	3-4,5	До 30	1,0-15
ДС-195	г	До 210	3-4,5	3-22	1,75-8,6
ДС-404Б	к	До 450	3-7,0	До 30	1,6-5,6
АСФ-К-4-03 (ДС-191, 04М)	к	До 250	3-4,5	До 30	1,0-14
АСФ-К-4-02 (ДС-191, 06М)	к	До 450	3-6,5	До 30	1,0-14

* к - колесный двигатель; г - гусеничный двигатель.

Таблица – 8 Поливомоечные машины

Марка (база)	Вместимость цистерны, м ³	Ширина поливки, м
ИМ-130Б (ЗИЛ)	6,0	8-18
КО-002 (ЗИЛ)	6,5	8,5-20
КО-802 (КамАЗ)	11,0	5-15
МД-532-03 (КамАЗ)	9,0	5-15

Таблица 9 – Автогудронаторы

Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей для:		
		ДС-39Б	ДС-82	ДС-142Б
База		ЗИЛ-433362	ЗИЛ-130В 1	КамАЗ-53213
Вместимость цистерны	м ³	4,0	6,0	7,5
Ширина розлива	м	До 4	до 4	До 4
Норма розлива	л/м ²	0,5-3,0	0,5-7,0	0,5-7,0
Рабочие скорости	км/ч	3,5-24,6	3,0-9,5	4,0-20,5

Таблица 10 – Экскаваторы

Марка	Ходовое оборудо-вание*	Вместимость ковша, м ²		
		прямая лопата	обратная лопата	драглайн
1. ЭО-2621В-3	к	0,28	—	—
2. ЭО-2626А	к	0,28	—	—
3. ЭО-33ПГ	к	0,40	0,40	0,40
4. ЭО-3322Б	к	—	0,50	—
5. ЭО-4112А-1	г	0,75	—	0,80
6. ЭО-4225А-07	г	0,60	—	0,80
7. ЭО-4329	к	0,8	0,65	—
8. ЭО-4124	г	1,25	1,0	—
9. ЭО-5111Б	г	1,00	1,0	—
10. ЭО-5119	г	1,80	—	1,5
11. ЭО-5123-2	г	1,60	1,6	—
12. ЭО-5225-06	г	2,50	1,85	—
13. ЕК-12	к	0,65	—	—
14. ЕК-14-20	к	0,65	—	—
15. ЕТ-14	г	0,80	—	—
16. ЕК-18-20	к	1,00	—	—
17. ЕТ-18-40	г	1,00	—	—
18. ЕТ-25-20	г	1,40	—	—

* к - колесный движитель; г - гусеничный движитель.

Таблица 11 - Дорожные уплотняющие машины

Марка	Масса, т	Ширина уплотнения, м
<i>Прицепные кулачковые катки</i>		
ДУ-3А	13,0-29,0	2,8
ДУ-26	5,0-9,0	2,0
ДУ-32А	7,5-18,0	2,6
<i>Прицепные пневмокатки</i>		
ДУ-4	6,0	2,5
ДУ-30	12,5-50,0	2,2
Ду-39Б	8,0-25,0	2,5
<i>Полуприцепные пневмокатки</i>		
ДУ-16В	7,3-26,0	2,6
ДУ-21	28, -57,0	3,0
ДУ-37В	6,0-17,0	2,6
ДУ-59	18,0-54,0	2,8
<i>Самоходные пневмокатки</i>		
ДУ-29	15,3-30,0	2,2
ДУ-31А	8,3-16,0	1,92
ДУ-55	20,0	2,5
ДУ-65	11,0-12,0	1,7
ДУ-100	14,0	2,0
ДУ-101	16,0	2,0
<i>Прицепные виброкатки</i>		
ДУ-14	3,0	1,5
ДУ-74	9,5	1,7
ДУ-94	7,5	2,0
<i>Самоходные пневмокатки</i>		
ДУ-47Б	8,5	1,4
ДУ-54А	1,5-2,2	0,87
ДУ-63	10,5	1,7
ДУ-72	3,8-5,5	1,08
ДУ-73	6,0	1,4
ДУ-82	3,5	1,3
ДУ-85	13,0	2,0
ДУ-96	7,8	1,5
ДУ-98	11,5	1,7
ДУ-111	7,0	1,7
<i>Самоходные гладковальцовые катки</i>		
ДУ-9А	15,0-18,0	1,29
ДУ-48Б	10,0-13,0	2,35
ДУ-49А	11,0-18,0	1,29
ДУ-50	10,0-13,0	2,35
<i>Комбинированные катки</i>		
ДУ-52 (с вибровальцами)	16,0	2,0
ДУ-57-1 (с вибровальцами)	20,0	2,4
ДУ-57-2 (с кулачковыми вальцами)	20,0	2,4
ДУ-57-3 (с решетчатыми вальцами)	20,0	2,4

Учебное издание

Дьяченко Антон Вячеславович

Технология дорожно-строительных работ
методические указания для выполнения курсового проекта
(работы) для обучающихся по направлению подготовки
23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 18.05.2018 г. Формат 60x84. 1/16.
Бумага офсетная. Усл. п. 1,80. Тираж 25 экз. Изд. № 5998.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365, Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ