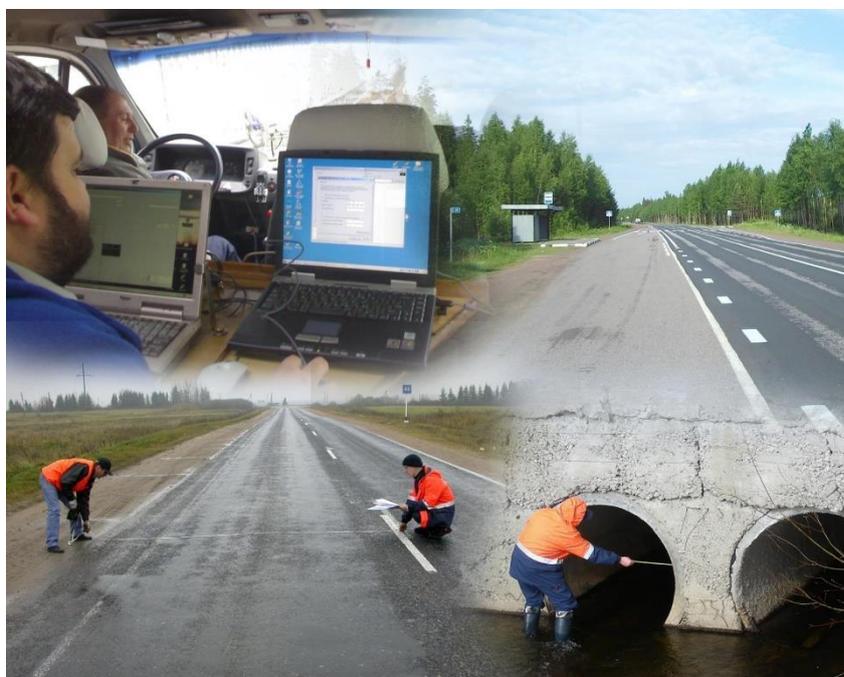


А. Ф. ЗУБКОВ, К. А. АНДРИАНОВ

РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ



Тамбов

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»

2024

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический университет»**

А. Ф. ЗУБКОВ, К. А. АНДРИАНОВ

РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Утверждено Ученым советом университета
в качестве учебного пособия
для студентов, обучающихся по специальности 08.05.02
«Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие
автомобильных дорог, мостов и тоннелей»
и бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство»,
всех форм обучения

Учебное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2024

УДК 625.7/.8
ББК 38.6
3-91

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Геотехника и дорожное строительство»
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
Н. И. Тарасеева

Кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Конструкции зданий и сооружений»
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»
В. М. Антонов

- Зубков, А. Ф.**
3-91 Реконструкция и ремонт автомобильных дорог [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Ф. Зубков, К. А. Андрианов. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium II ; CD-ROM-дисковод ; 3,1 Mb ; RAM ; Windows 95/98/XP ; мышь. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-8265-2770-2

Представлены теоретические и практические материалы, необходимые при решении реальных инженерных задач, связанных с организацией и разработкой технологических процессов при реконструкции и ремонте автомобильных дорог с учетом конкретных условий. За основу выбора материала приняты типовые технологические карты на строительство, ремонт и реконструкцию автомобильных дорог.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности 08.05.02 «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей» и бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство», всех форм обучения.

УДК 625.7/.8
ББК 38.6

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-2770-2

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2024

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильная дорога как инженерное сооружение в процессе строительства (реконструкции) рассчитывается на определенный срок эксплуатации. Выбор параметров автомобильной дороги зависит от интенсивности движения и осевой нагрузки на дорожные конструкции. В процессе эксплуатации за счет воздействия природных факторов, превышения осевой нагрузки и фактической интенсивности движения происходит снижение транспортно-эксплуатационных показателей дороги и образование дефектов на дорожных покрытиях. Данное обстоятельство приводит к необходимости восстановления утраченных свойств проведением ремонтных работ.

Превышение интенсивности движения транспортных средств по отношению к расчетной приводит к снижению скоростных режимов движения и образованию заторов на определенных участках дороги. Для повышения эффективности использования транспортной структуры возникают вопросы, связанные не только с ремонтом, но и реконструкцией отдельных участков, а иногда и всей дороги в целом.

Выполнение работ, связанных с ремонтом и реконструкцией дороги, оказывает влияние на организацию движения транспортного потока. С учетом конкретных условий расположения участка дороги, ее категории и вида выполняемых работ с целью обеспечения движения транспорта разрабатываются схемы движения транспорта по ремонтируемому участку. При невозможности организации движения транспорта за счет уменьшения полос движения дороги организуют строительство временной дороги, которая по своим параметрам должна обеспечить движение транспортного потока.

Проведение работ по ремонту и реконструкции автомобильной дороги связано с увеличением ширины проезжей части дороги, разрушением и восстановлением дорожных покрытий нежесткого типа, а также с устранением дефектов на покрытиях автомобильных дорог.

1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА СТРОИТЕЛЬСТВО ВРЕМЕННОЙ ДОРОГИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

При проведении работ по реконструкции или ремонту участков дороги, с учетом условий выполнения работ, возникает необходимость на период проведения работ строительства временной автомобильной дороги, обеспечивающей непрерывность движения транспортного потока. Решение об устройстве временной дороги принимается на основе технико-экономических показателей разных вариантов строительства, в том числе с учетом экономической составляющей данного вопроса. Широкое применение для устройства временной дороги находит использование инвентарных железобетонных плит для дорожного покрытия временной дороги, что позволяет упростить конструкцию дороги и снизить стоимость строительства дороги.

В зависимости от протяженности строительства временной дороги и природных условий применяют разные методы организации работ. На длинных участках строительства используют поточный метод, обеспечивающий равномерное и непрерывное производство работ механизмов и рабочих. При небольших объемах работ и на участках малой протяженности работы могут выполнять циклическим методом поочередно на всем протяжении дороги.

До начала выполнения работ необходимо установить соответствующие дорожные знаки и информационные щиты с указанием видов работ и сроков их выполнения, а также оградить места производства работ. На месте производства работ по устройству временной дороги необходимо разбить трассу дороги, подготовить площадку и завести необходимые материалы, средства механизации и обеспечить бытовые условия для рабочих.

Технологический процесс устройства участка дороги с использованием железобетонных плит состоит из устройства земляного полотна, подстилающего слоя из песка и монтажа плит покрытия с заделкой стыка и швов. После подготовительного периода процесс строительства начинается с выполнения разбивочных геодезических работ и срезки растительного слоя. Срезаемый грунт бульдозерами перемещается за пределы участка и при его дальнейшем использовании, с помощью фронтальных погрузчиков или экскаваторов, загружается в транспортные средства и перемещается в установленные места складирования. В зависимости от рельефа местности устройство земляного полотна устраивается в насыпи при отсыпке привозного грунта из карьера или выемке. Технологический процесс возведения земляного полотна аналогичен процессу строительства земляного полотна новой дороги. После подготовки основания под земляное полотно (планировки и уплотнения) и оформления акта на приемку производят устройство дополнительного слоя основания. С этой целью доставляют песчаный материал с коэффициентом фильтрации в уплотненном состоянии не менее 3 м/сут.

Технологический процесс устройства песчаного слоя включает: транспортировку, разгрузку, распределение и уплотнение песка. Песок для устройства подстилающего слоя доставляют автотранспортом и разравнивают бульдозером или автогрейдером. Окончательную планировку выполняют автогрейдером. Толщина слоя песка в рыхлом состоянии на (10...15) % должна превышать проектную толщину слоя. При укладке и уплотнении песчаного слоя необходимо контролировать оптимальную влажность материала. После проверки профиля спланированной поверхности основания по шаблону выполняют работы по уплотнению слоя катками на пневматических шинах или комбинированными катка-

ми. Уплотнение слоя начинают от обочины к оси дороги с перекрытием каждого следа после предыдущего прохода катка не менее чем на 1/3 ширины вальца. Коэффициент уплотнения песчаного слоя принимается 0,99. Число проходов катка устанавливается пробной укаткой. После окончания устройства песчаного слоя не допускается движение автотранспорта по уложенному слою. После оформления акта на скрытые работы приступают к устройству сборного покрытия с применением железобетонных плит. Для устройства временных дорог применяют плиты, соответствующие ГОСТ 21924.0–84* (табл. 1).

Плиты рассчитаны на проезд автомобилей массой 30 и 10 т. Коэффициент динамичности принимают равным 1,2 и модуль деформации основания 25 МПа. Монтаж плит покрытий выполняют «с колес», без перегрузки плит в штабеля.

Монтаж плит начинают с маячного ряда, который располагается по оси покрытия при двускатном поперечном профиле покрытия и по краю при односкатном поперечном профиле. Монтаж выполняется в следующей последовательности: при перемещении плиты к месту укладки плиту опускают в вертикальной плоскости вниз с условием, что между уложенной ранее и перемещаемой плитой должен быть зазор 0,03...0,05 м. С помощью усилия монтажников плиту перемещают в горизонтальной плоскости с обеспечением минимального зазора в поперечном шве между плитами. Затем плиту опускают на песчаный слой с соблюдением одновременного контакта подошвы плиты с поверхностью песчаного слоя. При этом продольные и поперечные швы должны совпадать, ширина швов между смежными плитами не должна превышать 20 мм, а уступ между плитами не более 5 мм. После монтажа плит на захватке производится окончательная посадка плит на основание, при которой по уложенным плитам на захватке перемещаются катки на пневматических шинах или технологический транспорт под нагрузкой до момента устранения видимых деформаций плит. Площадь контакта плиты с поверхностью слоя проверяют визуально по отпечатку на песчаном основании после поднятия плиты. После контрольной проверки контакта плиты с поверхностью слоя плита укладывается окончательно. По завершении укладки плиты выполняются работы по сварке стыковых скоб и герметизации швов.

1. Плиты железобетонные для временных дорог

№ п/п	Марки элементов	Размеры, мм	Масса,	Конфигурация
1	2П60.35-10	6000×3500×140	7,33	прямоугольная
2	2П60.30-10	6000×3000×140	6,28	прямоугольная
3	2П60.18-10	6000×1750×140	3,65	прямоугольная
4	2П35.28-10	3500×2750×170	4,08	прямоугольная
5	2П30.18-10	3000×1750×170	2,20	прямоугольная
6	2П18.18-10	1750×1750×160	1,20	прямоугольная
7	2П18.15-10	1750×1500×160	1,03	прямоугольная
8	2ПТ55-10	5500×2000/1500×140	3,35	трапецидальная
9	2ПТ35-10	3500×2000/1500×170	2,58	трапецидальная

№ п/п	Отклонение от линейного размера	Допускаемые отклонения, мм
3	Плоскостность лицевой поверхности плиты (при измерении от условной плоскости, проходящей через три крайние точки):	
	при длине плиты до 2,5 м включительно	6
	свыше 2,5 до 4,0 м включительно	8
	свыше 4,0 м	10
4	Перпендикулярность смежных торцевых граней плит на участке длиной, мм:	
	400	3
	1000	4
5	Разность длин диагоналей лицевых поверхностей плит при наибольшем размере (длине и ширине):	
	до 4,0 м включительно	8
	свыше 4,0 м	10

В процессе производства и транспортировки плит к месту строительства возможно образование некоторых дефектов. Допускаемые дефекты при приемке плит к устройству покрытия представлены в табл. 7.

7. Допускаемые дефекты при приемке плит к производству работ

Дефекты	Норма дефектов
Раковины	Не более 3 на 1 м ²
Диаметром	6 мм
глубиной	3 мм
Сколы бетона и ребер глубиной и длиной	3 мм
Местные наплывы	Не более 3 на 1 м ²
	5 мм
Трещины	Не допускаются
Толщина защитного слоя	Не менее 30 мм
Обнажения арматуры	Не допускаются

При выполнении работ по устройству дороги контролируют:

- положения оси насыпей автомобильных дорог – не более ± 20 см;
- ширина насыпей по верху и по низу – не более ± 15 см;
- отметки поверхностей насыпей – ± 5 см;
- крутизна откосов насыпей.

Контроль ширины участка с поперечным и продольным уклоном, крутизны откосов, размещения и размеров водоотводных и дренажных устройств производят с помощью геодезических инструментов и шаблонов. При использовании машин без автоматической системы задания вертикальных отметок допускаемые отклонения представлены в табл. 8.

8. Допускаемые отклонения от проектных размеров при устройстве дорог при использовании комплектов машин без автоматической системы задания вертикальных отметок

Параметры	Допускаемые отклонения
1. Земляное полотно	
Высотные отметки продольного профиля, мм	50
Расстояние между осью и бровкой земляного полотна, см	10
Расстояние между осью и бровкой земляного полотна, см	10
Поперечные уклоны	0,01
Разница между показателями плотности верхнего слоя на одной поперечине (для дорог с усовершенствованными покрытиями), %	2
Крутизна откосов, %	10
Поперечные размеры кюветов нагорных и других канав (по дну), см	5
Глубина кюветов при условии обеспечения стока, см	5
Продольные уклоны дренажей, %	10
Ширина насыпных берм, см	20
Толщина растительного грунта на откосах, %	20
2. Железобетонное покрытие	
Ширина покрытия, см	5
Высотные отметки по оси, мм	50
Поперечный уклон	0,01
Превышение граней смежных плит сборных цементно-бетонных покрытий, мм	3,0

Плотность грунта естественного основания контролируется путем отбора проб по оси дороги и в 1,5...2 м от оси бровки земляного полотна, а также по одной пробе в промежутках между ними по ширине отсыпаемого слоя более 20 м. Контроль плотности грунта производят на глубине 8...10 см от поверхности уплотняемого слоя. Отклонения от требуемого значения плотности в сторону уменьшения допускается не более чем у 10% образцов и не должны превышать 4%. Число точек с максимальным отклонением не должно превышать 10% от общего числа измерений.

При устройстве земляного полотна и песчаного подстилающего слоя контролируется степень уплотнения грунта, ровность оснований. Плотность песчаного подстилающего слоя контролируют стандартными приборами. Отклонения от заданного коэффициента уплотнения не должны превышать по абсолютной величине $\pm 0,02$ с количеством образцов до 10%.

Для измерения коэффициентов фильтрации отбирают через каждые 50 м не менее трех образцов (по оси и на расстоянии 1,5...2 м от кромок проезжей части).

Контроль качества покрытий дорог из сборных железобетонных плит заключается в проверке полного контакта плит на песчаный подстилающий слой, ровности покрытия, прямолинейности продольных и поперечных рядов плит, ширины швов между плитами, правильности заполнения швов и применяемого состава резинобитумной мастики.

При операционном контроле качества работ по устройству дорог контролируют не реже чем через каждые 100 м: высотные отметки по оси дороги; ширину и толщину слоя

неуплотненного материала по его оси; поперечный уклон; ровность (просвет под рейкой длиной 3 м на расстоянии 0,75...1 м от каждой кромки покрытия (основания) в пяти контрольных точках, расположенных на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга);

В процессе выполнения работ контроль осуществляют визуально постоянно:

– цельность плит и стыковых элементов, качество сварки стыков и заполнения швов, соблюдение технологии строительства;

– не реже одного раза в смену проверяют контакт плиты с основанием (подстилающим слоем) поднятием одной из 100 уложенных плит перед сваркой стыковых скоб;

Параметры, состав и способы осуществления контроля качества работ представлены в табл. 9.

9. Состав операционного контроля качества работ

Наименование операций, подлежащих контролю		Контроль качества выполнения операций			
прорабом	мастером	состав	способы	время	привлекаемая служба
Устройство земляного полотна		Срезка растительного грунта. Выемка корыта или насыпи. Качество грунта. Способы уплотнения. Геометрические размеры. Соблюдение геодезических отметок. Качество уплотнения	Теодолитом, нивелиром, рулеткой, режущим кольцом, визуально	В процессе и по окончании работ	Строительная лаборатория. Геодезическая служба
Устройство подстилающего слоя и основания	Распределение, планировка и уплотнение подстилающего слоя и основания	Качество грунта уплотнение подстилающего слоя и основания (песка). Качество уплотнения. Геодезические и геометрические размеры	Нивелиром, стальным метром и рулеткой, мерным шаблоном	То же	Строительная лаборатория
Монтаж покрытия дорог		Исправность монтажных кранов. Наличие паспортов на плиты. Внешний осмотр плит. Сохранение проектных уклонов. Плотность прилегания основания плит. Размерность швов	Нивелиром, стальным метром, визуально		ОГМ, геодезист
Заполнение швов		Соответствие компонентов и их качество для заполнения швов. Качество работ	Визуально		Строительная лаборатория

Требования по безопасности и охране труда при устройстве покрытий жесткого типа

Требования по технике безопасности при устройстве дорожных покрытий из сборного железобетона осуществляется на основании нормативных документов: СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства. СНиП 12-01–2004 (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 24.12.2019 № 861/пр), ред. от 28.03.2022, приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2020 № 61787, ПБ-10-382-00 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», правил пожарной безопасности, предусмотренных в ГОСТ 12.1.004–91* и ППБ 01-03.

Ответственность за состояние безопасности труда возлагается на начальников и главных инженеров специализированных строительных организаций.

Задание: разработать технологическую карту на устройство временной дороги с покрытием из сборных бетонных плит. Представить мероприятия по технике безопасности при выполнении монтажных работ по укладке дорожных плит. Исходные данные представлены в табл. 10.

10. Исходные данные для расчетов

№ п/п	Категория дороги	Длина участка дороги, км	Высота насыпи, м	Выемка, м	Толщина доп. слоя основания, м
1	2	0,7	+		0,2
2	3	0,5		+	0,15
3	4	0,8	+		0,15
4	4	0,5		+	0,2
5	2	0,4		+	0,25
6	3	0,3	+		0,15
7	2	0,7		+	0,2
8	3	0,5	+		0,15
9	4	0,8		+	0,15
10	4	0,5		+	0,2
11	2	0,4	+		0,25
12	3	0,3	+		0,15
13	2	0,7	+		0,2
14	3	0,5		+	0,15
15	4	0,8		+	0,15
16	4	0,5	+		0,2
17	2	0,4		+	0,25
18	3	0,3		+	0,15
19	4	0,5	+		0,2
20	3	0,6	+		0,2

Вопросы для контроля

1. При каких условиях возникает необходимость устройства временных дорог при производстве ремонтных работ и реконструкции автомобильных дорог с применением бетонных плит.
2. В чем заключаются особенности строительства дорожных покрытий жесткого типа с применением сборных плит от покрытий нежесткого типа.
3. Кто несет ответственность за безопасность выполнения работ при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог.
4. Перечислите требования техники безопасности при выполнении монтажных работ.

Список литературы

1. Горельшев, Н. В. Технология и организация строительства автомобильных дорог / учебник для вузов / Н. В. Горельшев и др. ; под ред. Н. В. Горельшева. – М. : Интеграл, 2013. – 551 с.
2. Ушаков, В. В. Строительство автомобильных дорог : учебник для вузов / под ред. В. В. Ушакова и В. М. Ольховикова. – 2-е изд., стер. – М., 2016. – 576 с.
3. Подольский, Вл. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог / Вл. Подольский, А. В. Глаголев, П. И. Пospelов. – Изд-во ВГТУ, 2005. – С. 43 – 50.
4. Реконструкция автомобильных дорог / А. П. Васильев, А. Лупанов, В. Силкин и др. – 2016. – 836 с.

2. УШИРЕНИЕ НАСЫПИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Выбор конструкции автомобильной дороги принимают исходя из прогнозируемой интенсивности движения транспортных средств и осевой нагрузки на дорожное покрытие. В процессе эксплуатации, за счет увеличения транспортных средств и превышения осевой нагрузки на дорожные одежды снижается надежность автомобильных дорог. С повышением интенсивности движения транспортного потока выше 1,5 раза по отношению к расчетному потоку возникает вопрос о проведении реконструкции автомобильной дороги, связанный с уширением проезжей части дороги. В зависимости от конкретных условий местности участка автомобильной дороги уширение может выполняться одностороннее или двухстороннее, как в выемке, так и в насыпи (рис. 1).

При двухстороннем (симметричном) уширении ось существующей дороги остается без изменения и совмещается с осью уширенной дороги. В этом случае уширение происходит путем досыпки насыпи или срезки откосов с двух сторон. Такое уширение целесообразно при высоте насыпей и глубине выемок до 2,0...3,0 м. Преимущество этого варианта заключается в том, что дорожная одежда после ее уширения располагается на прочном, хорошо сформированном земляном полотне, что обеспечивает возможность создания прочной и долговечной дорожной одежды. К недостаткам относится необходимость с двух сторон дороги снимать и устанавливать инженерное оборудование и обустройство, удлинять трубы и уширять мосты, а также переустраивать систему водоотвода и дренаж. При высоте насыпи более 2,0 м по технологическим условиям величину уширения приходится увеличивать на 1,0...1,5 м, чтобы обеспечить возможность работы звена машин на присыпаемых слоях. Лишний грунт после отсыпки насыпи срезают и используют либо для уполаживания откосов, либо перемещают на соседний участок уширения.

При одностороннем (несимметричном) уширении ось реконструируемой дороги смещена в сторону от оси старой дороги, а уширение происходит путем досыпки насыпи или срезки откоса выемки с одной стороны.

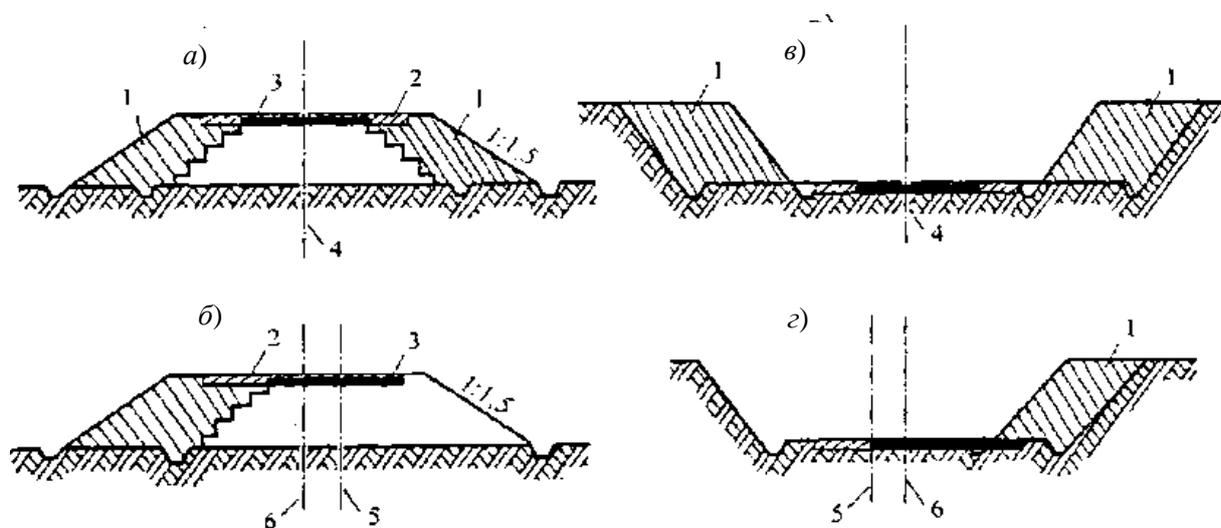


Рис. 1. Технологические схемы уширения земляного полотна при реконструкции дороги:

1 – уширенная часть насыпи земляного полотна; 2 – уширенная дорожная одежда;
3 – дорожное покрытие; 4 – осевая линия дороги при двух стороннем уширении;

5 – осевая линия дороги до уширения; 6 – осевая линия дороги при одностороннем уширении

Преимуществом такой реконструкции является то, что все работы по уширению земляного полотна сосредоточены с одной стороны, поэтому создаются лучшие условия для работы машин и работы по возведению земляного полотна могут быть выполнены более качественно. Сокращаются объемы работ по снятию и установке инженерного оборудования, обустройству, переносу и переустройству коммуникаций, системы водоотвода, дренажа и т.д. Недостатком такой схемы реконструкции является то, что часть ширины новой дорожной одежды располагается на старом земляном полотне, а часть – на отсыпанном уплотненном грунте, которому необходимо обеспечить такую же степень уплотнения и устойчивости, как у старого земляного полотна. В результате создается неравнопрочная дорожная конструкция (земляное полотно + дорожная одежда) и возникают продольные трещины в дорожной одежде по стыку старого и нового земляного полотна. Применение при устройстве различных прокладок и усилений по зоне стыка не всегда удается полностью избежать продольных трещин. Помимо этого, увеличивается потребность в материалах для устройства дополнительного слоя покрытия с целью перемещения оси проезжей части покрытия с целью обеспечения равного поперечного уклона покрытия на обеих полосах движения.

Технология и организация работ по уширению земляного полотна имеют свои особенности. В то же время имеются общие операции и работы, которые выполняются в определенной технологической последовательности. Все работы можно разделить на подготовительные, основные и заключительные.

В состав работ входят следующие работы; подготовка основания под уширяемую часть земляного полотна; разработка грунта в карьере с транспортировкой и отсыпкой грунта в насыпь; распределение грунта слоями заданной толщиной с последующим уплотнением; планировка поверхности каждого слоя; зачистка и окончательная отделка откосов насыпи; окончательная планировка откоса уширенной части насыпи; устройство поверхностного водоотвода.

До начала выполнения работ необходимо получить разрешение от заказчика на производство работ (ордер на производство работ), без которого выполнение работ запрещается. Также необходимо провести приемку границы полосы отвода и снятия растительного слоя с закрепленными геодезическими знаками. Приемка закрепленной полосы отвода оформляется актом с приложением к нему необходимых ведомостей и журналов. Все закрепляемые и выносимые точки заносятся в схему закрепления трассы. Заказчик передает схемы закрепления оси трассы и ведомости линейных промеров трассы; закрепление трассы и реперов; плановую и высотную разбивку каждого слоя.

В подготовительный период необходимо подготовить основание под уширяемую часть насыпи земляного полотна; разработать схему движения транспорта на участке реконструкции дороги; выставить дорожные знаки и оградить место производства работ согласно утвержденной схеме. Подготовить место для хранения техники и создать бытовые условия для рабочих, а также определить ответственного за производство работ.

В процессе подготовки основания под уширяемую часть насыпи земляного полотна необходимо расчистить полосу отвода от кустарника и мелколесья; установить границу снятия растительного слоя; срезать растительный слой грунта, а также с откосов насыпей и выемок, dna боковых канав и резервов с погрузкой и транспортировкой к месту складирования; спланировать и уплотнить естественное основание; обеспечить временный поверхностный водоотвод. Также необходимо выполнить работы по послойной засыпке боковых канав с уплотнением слоя грунта до коэффициента уплотнения 1,0; планировку поверхности основания бульдозером с отводом воды в пониженные места; нарезку водоотводных канав экскаватором и уплотнить спланированное основание.

Площадь снятия растительного слоя грунта в полосе уширения определяется по формуле:

$$F_{pc} = (B_{зп} + (m H_{ср}) + B_{рез}) L_{зах}, \text{ м}^2,$$

где $B_{зп}$ – ширина основания земляного полотна, м; m – величина заложения откосов земляного полотна; $B_{рез}$ – ширина резерва поверху, м; $L_{зах}$ – длина сменной захватки, м; $H_{ср}$ – средняя высота земляного полотна (на данном участке):

$$H_{ср} = H_{раб} + h_{раст. сл}, \text{ м},$$

где $H_{раб}$ – проектная рабочая отметка (из продольного профиля) между началом и концом на одном ПК; $h_{раст. сл}$ – толщина срезаемого растительного слоя, м.

Уширение насыпи включает следующие работы:

- рыхление грунта на откосах рыхлителем на глубину 0,2...0,25 м при высоте насыпи до 2,0 м и крутизне косоголов до 1:5;
- нарезка уступов бульдозером с уклоном 50‰ на насыпях выше 2,0 м и косогах крутизной до 1:3 (в насыпях из песчаных грунтов уклон уступов делают к оси дороги, в глинистых – от оси дороги), ширина уступа должна быть не менее 1,0 м;
- послойная отсыпка и разравнивание слоя грунта требуемой толщины и ширины с последующим уплотнением слоя не ниже 1,00;
- планировка поверхности слоя с устройством последующей ступени (уступа).

Новые грунты следует укладывать в насыпь, придавая поперечный уклон в сторону откосов с целью предупреждения застоя воды на поверхности отсыпанных слоев (т.е. верховодки).

До начала производства работ по уширению земляного полотна необходимо выполнить расчеты по определению параметров уширяемой насыпи земляного полотна, а также толщину укладываемых слоев. Толщина слоя принимается в зависимости от уплотняющей способности применяемых катков.

В зависимости от объемов грунта по уширению земляного полотна работы могут выполняться поточным методом или с разбивкой на несколько захваток. При организации работ поточным методом организация работ выполняется аналогично технологии строительства с разделением процессов по операциям и отдельным потокам. При небольших объемах работ определяют захватки, на которых объединяют технологические операции в один цикл. В этом случае на первой захватке выполняется срезка растительного слоя грунта, нарезка уступов в откосе насыпи, отсыпка грунта в насыпь, разравнивание, планировка (при необходимости увлажнение грунта) и уплотнение слоя насыпи катком.

Срезка растительного слоя грунта выполняется продольными проходами бульдозера от границы снятия слоя до оси дороги, с перекрытием предыдущего прохода на 0,50 м. В конце захватки грунт собирается в кучу с последующей погрузкой в автосамосвалы фронтальными погрузчиками или экскаваторами для транспортировки к месту складирования.

Разработку уступов начинают с нижнего уступа на всю длину откоса, с установкой отвала бульдозера под углом 60° к продольной оси трактора. Поперечный уклон уступа должен быть от 20 до 30‰ в сторону откоса, крутизна стенки уступа должна быть 1:0,25. Выбранный грунт с первого уступа перемещается в отвал. Разработанный грунт со второго уступа разравнивается автогрейдером слоями толщиной 30...40 см по первому уступу и уплотняется катком, начиная от стенки уступа с последующим переходом к краям отсыпанных слоев. Ширина вырезаемого уступа:

$$b_{уст} = h_{уст} / i_m, \text{ м},$$

где $h_{уст}$ – высота уступа, м; i_m – поперечный уклон местности.

Грунт для отсыпки насыпи доставляется на место производства работ транспортными средствами. Доставленный грунт выгружается на полосу уширения кучами. Поперечный уклон поверхности недренирующего грунта должен иметь не менее 40%. Разравнивание грунта в насыпи выполняется бульдозером с перемещением грунта из кучи слоями заданной толщиной от краев к середине на всю полосу уширения, включая откосные части. Уплотнение слоев производится вибрационными катками. Первые два прохода катка выполняют на расстоянии не менее 2 м от бровки насыпи. Последующие проходы смещают по ширине следа в сторону бровки, прикатывая края насыпи. Коэффициент уплотнения земляного полотна для нижних слоев должен быть 0,98 и в рабочем слое 1,00. Число проходов катка уточняется по результатам пробной укатки. Первый и последний проходы катка следует выполнять на скорости 1,5...2,5 км/ч, промежуточные – на скорости 3...4 км/ч.

Планировку поверхности каждого слоя насыпи выполняют бульдозером перед их уплотнением за четыре прохода по следу. Поверхность отсыпанного слоя должна быть спланирована под односкатный поперечный профиль с уклоном 20...40% к бровке земляного полотна и обеспечивать быстрый отвод выпавших атмосферных осадков. Отсыпку последующего слоя можно производить после разравнивания и уплотнения предыдущего.

Планировку верха уширенной части земляного полотна выполняют автогрейдером. Планировку начинают с наиболее низких (в продольном плане) участков. Сначала срезают выступы, имеющуюся «гребенку» и засыпают выемки, затем приступают к общей планировке по всей длине захватки. При планировке поверхности срезанный грунт перемещают в сторону откоса. Перекрытие следов при планировке рабочего слоя должно составлять 0,5 м.

Окончательное уплотнение верхнего слоя земляного полотна выполняется комбинированным вибрационным катком с перекрытием каждого следующего прохода вальца катка. После завершения работы вибрационного катка уплотнение выполняют самоходным катком на пневматических шинах за 4 – 6 проходов по следу при рабочей скорости 5...6 км/ч.

На основании принятой схемы реконструкции автомобильной дороги определяют объемы грунта и источники получения, а также механизированные звенья машин для выполнения работ. Выбор средств механизации производят на основании сравнения технико-экономических показателей разных вариантов применяемых механизмов. Результаты расчетов представляют в табличной форме (табл. 1, 2).

1. Потребные объемы грунта для реконструкции автомобильной дороги

ПК	Рабочая отметка	Объем земляных работ		Объем насыпей с коэффициентом уплотнения грунта
		Насыпь	Выемка	
0	2,15			
1	1,88	3099		3409
1+95	0	1465		1612
Итого				

2. Ведомость потребности машин, механизмов, оборудования, приспособлений и трудовых ресурсов

№ п/п	Машины	Профессия и разряд рабочего	Потребность в машино-сменах		Коэффициент загрузки	Количество	Примечание
			на 1000 м	на 200 м			
	Бульдозер	Машинист разряд					
	Автосамосвал	Водитель					
	Грунтовый виброкаток	Машинист разряд					
	Авторгрейдер	Водитель					
	Каток	Машинист разряд					

На основании проведенных расчетов, с учетом последовательности технологических процессов составляют календарный план производства работ по уширению земляного полотна автомобильной дороги (табл. 3).

3. Технологическая последовательность процессов с расчетом объемов работ и потребных ресурсов

№ процесса	№ захватки	Наименование процессов	Источник ЕНиР	Единица измерения	Количество работ		Производительность, м ³ /см	Потребность в маш.-смен	
					на захватку	на 1 км		на захватку	на 1 км
		Срезка растительного слоя грунта							
		Уплотнение естественного основания							
		Погрузка срезанного растительного грунта							
		Нарезка бульдозером уступов на откосах насыпи							
		Разработка грунта в карьере экскаватором							
		Подвозка и разгрузка грунта;							
		Послойная планировка уширяемой части земляного полотна							
		Послойное уплотнение уширяемой части земляного							

4. График производства работ

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость на объем, чел.-ч	Название и количество бригад	Начало и окончания работ, продолжительность работ, дни
1	Снятие растительного слоя грунта	м ³	18 000	0 664,6	Механизированная бригада – 10 чел	01.10 – 7 07.10
	Уширение насыпи земляного полотна					

На основании проведенных расчетов составляется график выполнения работ (табл. 4).

Требования к качеству и приемке работ

Контроль и оценку качества работ по уширению насыпи земляного полотна выполняют в соответствии с требованиями нормативных документов (СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты; СП 78.13330.2012. Свод правил. Автомобильные дороги. Дата введения 2013-07-01 Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85), СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства. СНиП 12-01-2004 (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 24.12.2019 № 861/пр), ред. от 28.03.2022, приказ Минтруда России от 11.12.2020 № 883н «Об утверждении Правил по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2020 № 61787).

Контроль качества выполняемых работ

Качество выполнения работ обеспечивается выполнением требований к технологической последовательности производства взаимосвязанных работ и техническим контролем за ходом работ. Схемы операционного контроля качества работ приведен в табл. 5.

5. Схемы операционного контроля качества работ

Наименование операций, подлежащих контролю	Состав и объем проводимого контроля	Способы контроля	Время проведения	Кто контролирует
Срезка растительного слоя	Толщина слоя, до ±20%	Измерительный, рулетка	Не реже, чем через 100 м в 3-х точках. на поперечнике	Прораб, геодезист
Отсыпка земляного полотна из грунта	Качество, влажность и однородность грунта	Применение проектного грунта	Не менее 3-х проб на каждой захватке	Лабораторный контроль

Наименование операций, подлежащих контролю	Состав и объем проводимого контроля	Способы контроля	Время проведения	Кто контролирует
Плотность грунта в слоях насыпи	Толщина слоя ± 2 см Количество проходов катка по следу. Ку не менее 0,98	Согласно акта пробной укатки	На каждой захватке	Лабораторный контроль
Положение насыпи в плане и профиле	Ширина верха з/п. ± 15 см Поперечные уклоны $\pm 0,010$ Размещение оси ± 20 см Высотные отметки $\pm 5 \pm 10$ см Уменьш. кр. откоса до 10 % ось – бровка з/п ± 10 см	Инструментальный промер в 3-х точках на поперечнике через 100 м		Прораб Геодезист

Приемка участка дороги оформляется актом промежуточной приемки ответственных конструкций, в соответствии с приложением В, СНиП 12-01–2004. На объекте строительства необходимо вести общий журнал работ, оперативный журнал геодезических работ и журнал авторского надзора проектной организации.

Задание: разработать технологическую карту на уширение земляного полотна. Исходные данные представлены в табл. 6.

6. Исходные данные для расчетов

№ п/п	Категория дороги	Длина участка дороги, км	Высота насыпи, м	Выемка, м	Уширение земляного полотна	
					одностороннее	двухстороннее
1	2	10,0	1,5			
2	3	5,0	2,0			
3	4	15,0	3,0			
4	4	8,0	5,0			
5	2	10,0		2,5		
6	3	6,0		4,0		
7	2	10,0		1,5		
8	3	5,0	1,5			
9	4	15,0	2,0			
10	4	8,0	3,0			
11	2	10,0		2,5		

№ п/п	Категория дороги	Длина участка дороги, км	Высота насыпи, м	Выемка, м	Уширение земляного полотна	
					одностороннее	двухстороннее
12	3	6,0		4,0		
13	2	10,0		1,5		
14	3	5,0		1,5		
15	4	15,0		2,0		
16	4	8,0	2,0			
17	2	10,0	3,0			
18	3	6,0	5,0			
19	4	15,0	2,5			
20	3	10,0	4,0			

Вопросы для контроля

1. Назовите различия в технологической последовательности выполнения работ при уширении земляного полотна в выемке и насыпи автомобильной дороги.
2. Перечислите требования к грунтам при устройстве земляного полотна.
3. От чего зависит толщина слоя грунта при отсыпке слоя для уплотнения.

Список литературы

1. Технология и организация строительства автомобильных дорог : учебник для вузов / Н. В. Горельшев и др. ; под ред. Н. В. Горельшева. – М. : Интеграл, 2013. – 551 с.
2. Ушаков, В. В. Строительство автомобильных дорог : учебник для вузов / под ред. В. В. Ушакова и В. М. Ольховикова ; 2-е изд., стер. – М., 2016. – 576 с.
3. Подольский Вл. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог / Вл. Подольский, А. В. Глаголев, П. И. Поспелов. – Изд-во ВГТУ, 2005. – С. 43 – 50.
4. Реконструкция автомобильных дорог / А. П. Васильев, А. Лупанов, В. Силкин и др. 2016. – 836 с.
5. Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для промышленного строительства : справочное пособие к СНиП.

3. УШИРЕНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Главной задачей реконструкции автомобильных дорог является обеспечение пропускной способности дороги с учетом прогнозируемого повышения интенсивности движения для обеспечения расчетной скорости и безопасности движения. Достичь поставленной задачи можно за счет уширения проезжей части, устройством укрепленных краевых полос и укреплением обочин, а также комбинацией из перечисленных способов.

В зависимости от принятого решения по уширению земляного полотна принимается решение о способе уширения дорожной одежды. Одновременно, с учетом повышения осевой нагрузки, решается вопрос усиления дорожной одежды. Уширение дорожной одежды зависит от способа уширения земляного полотна и может быть односторонним и двухсторонним. При одностороннем уширении дорожной одежды возникает необходимость устройства выравнивающего слоя и нового дорожного покрытия на всю ширину проезжей части дороги.

Установлено, что для обеспечения безопасного движения транспорта ширина укрепленной поверхности дороги с двумя полосами движения, при интенсивном движении, составляет 8,5...9,0 м. Это требование соблюдается на дорогах с шириной проезжей части 7...7,5 м и шириной краевых полос 0,5...0,75 м, укрепленных щебнем с обработкой органическими или минеральными вяжущими. Требуемая величина уширения зависит от категории дороги (табл. 1). Необходимая величина уширения проезжей части составляют 0,5...1,5 м, а с учетом ширины краевых полос 2,5 м.

Уширение проезжей части покрытия и устройство краевых укрепленных полос производится без уширения земляного полотна за счет уменьшения ширины обочин.

На двухполосных дорогах с высокой интенсивностью движения, при ограничении финансовых ресурсов, уширение проезжей части на одну полосу движения выполняют за счет уменьшения ширины обочин без уширения земляного полотна. В этом случае дорога имеет трехполосную проезжую часть, на которой снижается безопасность движения, но возрастает пропускная способность. В этом случае узкие обочины необходимо укреплять битумоминеральными материалами.

1. Зависимость величина уширения от категории дороги

Категория дороги		Величина уширения, м	
существующей	реконструируемой	проезжей части	проезжей части и краевых полос
II	I	–	–
III	II	0,5	1,0
III	II	0,5	1,0
IV	II	1,5	2,0
IV	III	1,0	1,0

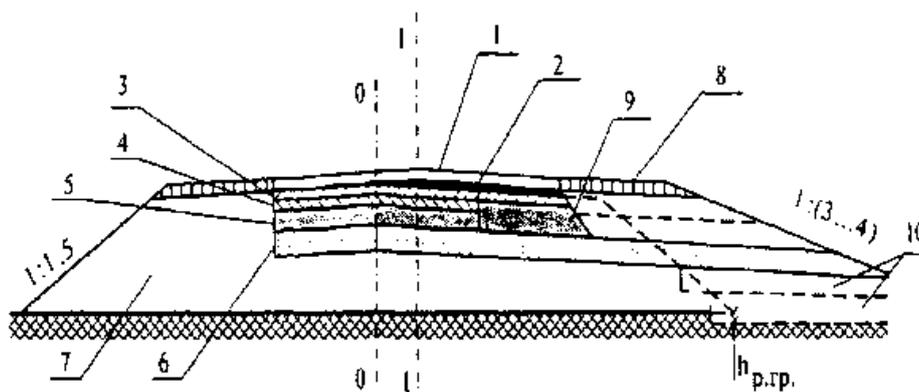


Рис. 1. Схема одностороннего несимметричного уширения дорожной одежды со срезкой земляного полотна:

0-0 – старая ось дорожной одежды; 1-1 – новая ось; $h_{р.гр.}$ – толщина снимаемого слоя растительного грунта; 1 – верхний слой нового дорожного покрытия; 2 – выравнивающий слой; 3 – верхний слой старого покрытия и продолжение его на уширении; 4 – нижний слой старого покрытия; 5 – основание; 6 – дополнительный слой основания и продолжение его на уширении; 7 – земляное полотно; 8 – присыпная обочина; 9 – слой уширения основания; 10 – слои уширения земляного полотна

Такое решение позволяет продолжить эксплуатацию дороги до момента ее полной реконструкции. При полной реконструкции автомобильной дороги II и III категорий дороги переводят в более высокую категорию, т.е. двухстороннее симметричное уширение проезжей части с добавлением четного количества полос движения и одновременным уширением земляного полотна или строительство новой проезжей части на отдельном земляном полотне.

Способ уширения проезжей части определяется способом уширения земляного полотна, а также зависит от необходимости проведения одновременного усиления дорожной одежды. В этом случае возможны следующие варианты:

1. Одностороннее несимметричное уширение дорожной одежды вызывает необходимость устройства выравнивающего слоя и новой дорожной одежды на всю ширину уширения проезжей части.

В случае необходимости уширения дорожной одежды более 2,0 м в сторону обочины, имеющей ширину 2,5 м, срезают все земляное полотно с уширяемой стороны (рис. 2).

Технологический процесс выполняют в следующей последовательности: сначала срезают и удаляют в сторону дерновый покров и часть земляного полотна. На подготовленном земляном полотне устраивают дополнительный слой основания. Технологический процесс устройства дорожной одежды на полосах уширения включает обрезку кромки покрытия с помощью дисковых пил, навешиваемых на трактор. По поверхности уширенного дополнительного слоя основания отсыпают и укатывают материал для уширения основания и вровень с ним отсыпают и укатывают грунт земляного полотна в пределах обочины. После этого устраивают уширение покрытия – укладывают выравнивающий слой и поверх него новый верхний слой покрытия на всю ширину проезжей части. После окончания работ по устройству покрытия укрепляют обочины, укладывая на них покрытие более облегченное, чем на проезжей части. Затем окончательно отделяют земляное полотно, укладывая на откосы ранее снятый дерн.

При уширении проезжей части на меньшую ширину (до 1,0...1,5 м) сохраняют старое земляное полотно, послойно его уширяя. Уширение дорожной одежды устраивают в траншее, прорываемой вдоль старой дорожной одежды (рис. 2).

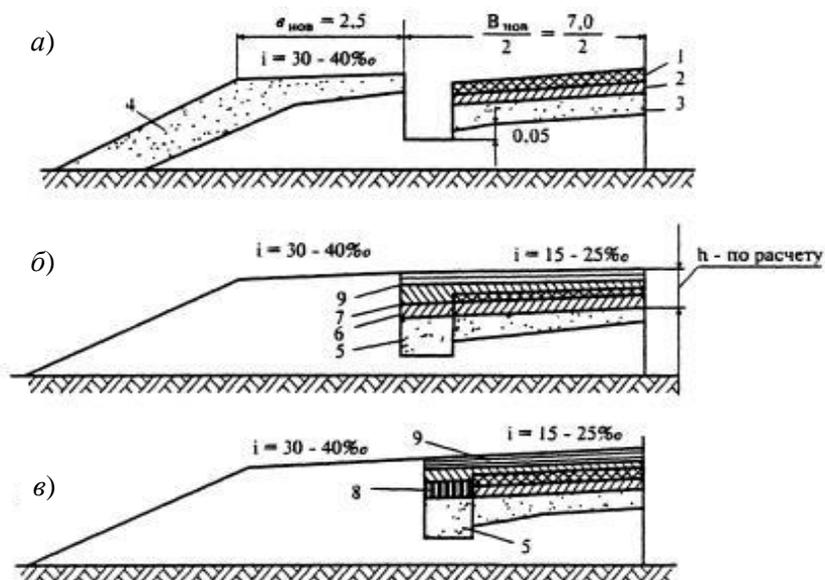


Рис. 2. Схема одностороннего несимметричного уширения дорожной одежды на краевых полосах и на обочинах:

а – подготовка ровика для уширения; *б* – уширение и усиление при основании из щебня; *в* – то же, при основании уширения из камня; 1 – рыхление существующего покрытия на глубину 5...7 см; 2 – нижний слой старого покрытия (щебеночного, гравийного); 3 – песчаный слой; 4 – досыпка обочины и земляного полотна; 5 – песчаный слой уширения; 6 – уширение и утолщение старым щебнем; 7 – тоже новым щебнем; 8 – уширение основания камнем; 9 – новое покрытие из асфальтобетона

По окончании обрезки кромки покрытия с помощью дисковых пил приступают к разработке траншеи на обочине или краевой полосе шириной 0,75...1,5 м и глубиной до 0,5...0,8 м (рис. 2, *а*). При использовании одноковшовых экскаваторов для выемки грунта из траншеи необходимо планировать дно с последующим уплотнением основания траншеи. При этом стенки траншеи получаются неровными и неперпендикулярными. Выемка грунта может выполняться многоковшовыми экскаваторами непрерывного действия. В этом случае стенки траншеи получаются ровными и вертикальными (табл. 2). К преимуществу применения экскаваторов относится возможность загружать материал из траншеи в автомобили-самосвалы.

2. Технические параметры экскаваторов непрерывного действия

Параметры машин	Марка экскаватора							
	ЭТР-132	ЭТР-162	ЭР-7АМ	ЭТР-231	ЭТЦ-202	ЭТЦ-163	ЭТЦ-161	ЭТЦ-354
Глубина отрываемой траншеи, м	1,3	1,6	1,8...2,2	2,3	2,0	1,7	До 1,6	До 3,5
Ширина траншеи, м	0,27	0,8	1,0...1,4	1,8	0,5	0,25	0,2 и 0,4	До 2,8
Рабочая скорость, м/ч	10...800	5...300	31...300	38...224	15...590	15...500	10...400	12,5...114,01
Выдерживаемый уклон дна траншеи, %	До 100 % на подъемах и спусках до 10 %				2,0...20	1,5...30		До 60
Тип экскаватора	Роторный ковшовый				Цепной		Цепной	

Разработка грунта в траншее может выполняться с использованием автогрейдера с накладкой, закрепленной на отвале автогрейдера. Накладка состоит из двух частей – собственно накладка и режущая часть (нож). Накладку крепят с правой стороны отвала автогрейдера при помощи резьбового соединения. В зависимости от ширины и глубины траншеи можно применять накладки разных размеров, при этом вырезанный грунт перемещается на обочину и не загрязняет проезжей части. В зависимости от угла установки ножа в плане меняется ширина выемки. Число проходов автогрейдера зависит от плотности и влажности грунта, в котором прорезают траншею.

После выемки грунта и очистки траншеи проверяют размеры и выполняют засыпку материалами с соблюдением необходимой толщины слоя. Материал доставляют к траншее автотранспортом с разгрузкой около траншеи. Вначале автогрейдером распределяют материал у края покрытия в валик, затем сдвигают в траншею. В траншее материал разравнивают автогрейдером с той же накладкой. После уплотнения таким же способом засыпают в траншею материал для следующего слоя.

Для укладки материала в траншею можно использовать специальный распределитель, у которого материал из бункера подается по лотку к месту укладки. При заданной постоянной скорости движения щебень, перемещаясь по лотку в траншею, распределяется слоем требуемой толщины.

Ответственной операцией является послойное уплотнение каждого слоя материала. Ширина вальцов дорожных катков больше ширины траншеи, поэтому уплотнение выполняют ручными вибрационными плитами (табл. 3).

После окончания процесса уплотнения производят досыпку обочины и земляного полотна.

3. Технические параметры виброплит

Марка виброплиты	Фирма, страна	Масса, кг	Ширина уплотнения, м	Отношение вынуждающей силы к частоте, кг/Гц	Мощность, кВт
GY-700	Динапак, Швеция	700	0,85	5000/50	12,8
PV-5000	АБГ, Германия	700	1,0	5000/50	11,0
SV-8022	Делмаг, Германия	850	1,2	8000/44	14,7
SV-4512	Делмаг, Германия	380	0,75	4500/46	5,5
BP-50	Бомаг, Германия	400	0,9	3500/58	5,1
BP-34	Бомаг, Германия	610	1,1	5100/24	6,2
ДУ-90	Волгодонский завод, Россия	230	0,55	2400/80	4,4

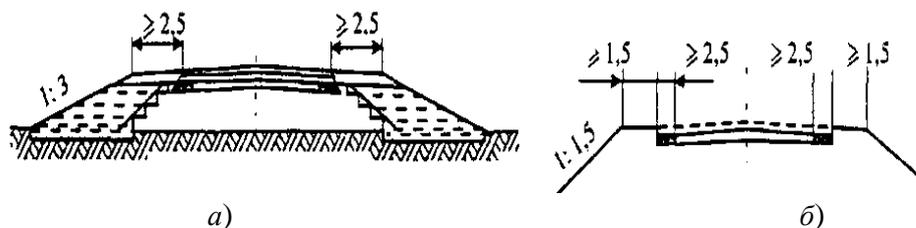


Рис. 3. Двухстороннее уширение дорожной одежды:

a – с двухсторонним уширением земляного полотна и перекрытием всей проезжей части новым верхним слоем покрытия; *б* – устройство краевых полос шириной по 0,25...0,75 м с каждой стороны без уширения земляного полотна

2. При двухстороннем уширении проезжей части применяют два способа:

- уширение только покрытия на уширенном с двух сторон земляном полотне (рис. 3, *a*);
- на прочной дорожной одежде на полосе уширения (рис. 3, *б*).

При двухстороннем уширении дороги ось проезжей части после реконструкции совпадает с осью проезжей части до реконструкции, при этом поперечный профиль покрытия сохраняется. В этом случае ширина полосы уширения незначительна. При переводе в процессе реконструкции дороги III категории во II категорию, с уширением с каждой стороны по 1,0 м, ширина полосы уширения уменьшается до 0,5 м. При этом ширина проезжей части увеличивается с 7,0 м до 9,0 м. Для обеспечения равной прочности полосы уширения и основной дорожной одежды толщину слоев уширяемой полосы принимают больше, чем старой дорожной одежде. При этом поверхности слоев и прочность старого покрытия и верхнего слоя покрытия должны соответствовать друг другу.

Слабым местом при реконструкции проезжей части дороги является стык между старой дорожной одеждой и уширяемой полосой. После устройства дорожной одежды на полосе уширения укладывают слой покрытия на всю проезжую часть слоем асфальтобетона с таким расчетом, чтобы продольный стык на нем не совпадал (в плане) с точками сопряжения существующей и уширяемой дорожных одежд. Для предотвращения образования отраженных трещин под зоной стыка полос укладывают армирующую прослойку из синтетических материалов (сеток). При устройстве верхнего слоя покрытия целесообразно применять ЩМА и полимерасфальтобетон. Для обеспечения лучшего сопряжения нового и старого покрытий применяют разные способы армирования асфальтобетона на участках уширения дорожных одежд (рис. 4).

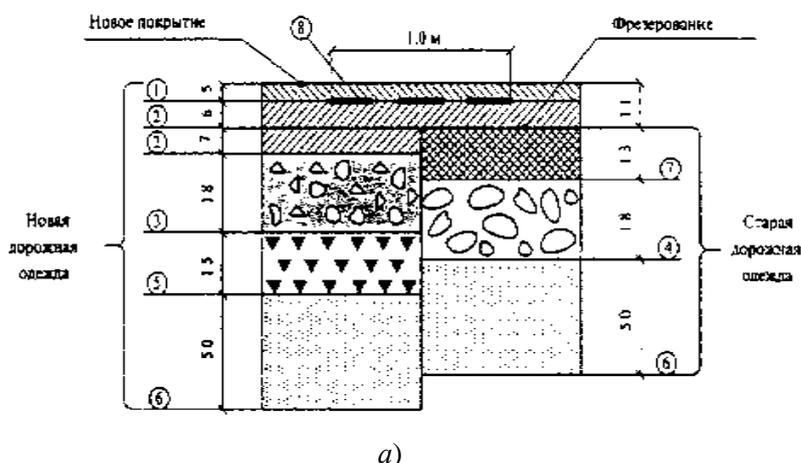


Рис. 4. Армирование продольного шва дорожной одежды (начало):

a – однослойное; *б* – двухслойное; 1 – мелкозернистый асфальтобетон; 2 – то же, крупнозернистый; 3 – тощий бетон; 4 – булыжная мостовая; 5 – щебень; 6 – песок; 7 – асфальтобетон; 8 – рулонный геосинтетик

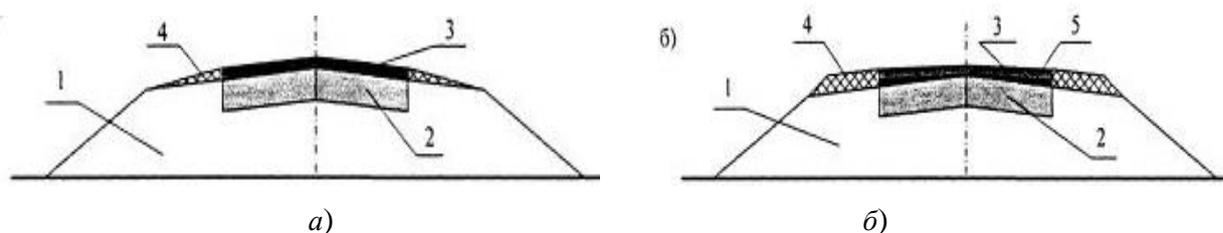


Рис. 5. Схема усиления старой дорожной одежды без уширения:

а – укладка нового покрытия на всю ширину старой дорожной одежды;

б – то же, после укладки по краям слоев для смягчения поперечного уклона;

1 – земляное полотно; 2 – старая одежда; 3 – новое покрытие;

4 – поднятая и укрепленная обочина; 5 – слой, смягчающий поперечный уклон

Для усиления дорожных одежд облегченного типа можно применять черный щебень прочных пород в горячем или теплом состоянии, с пропиткой битумным шлагом на основе битумных паст.

При усилении покрытий нежесткого типа можно использовать технологию термопрофилирования или асфальтогранулобетонные смеси. В этом случае старое покрытие очищают с помощью механических щеток и смачивают органическим растворителем (соляровым маслом, керосином) в количестве $0,1 \dots 0,15$ л/м² с помощью краскопульты или распылителя; затем поверхность подгрунтовывают жидким битумом по норме $0,3 \dots 0,5$ л/м². При наличии неровностей на старое покрытие укладывают выравнивающий слой. При наличии неровностей глубиной более 0,05 м применяют крупнозернистую пористую смесь или щебень, обработанный битумом. При меньшей толщине укладывают мелкозернистую смесь асфальтоукладчиками с последующим уплотнением катками.

При усилении старых дорожных одежд необходимо обеспечить прочную связь нового покрытия со старым, что возможно обеспечить только чистой поверхностью старого покрытия. Укладка нового материала на загрязненную поверхность не обеспечивает достаточного сцепления между слоями. Укладка толстого слоя смеси позволяет получать большую плотность асфальтобетона за счет более медленного охлаждения и соответственно увеличения периода укатки при оптимальных температурах. Для устранения отраженных трещин на поверхности покрытия укладывают трещинопрерывающие прослойки (мембраны), которые равномерно распределяют нагрузку на нижележащие слои, воспринимают растягивающие напряжения и локализуют развитие трещин (рис. 6).

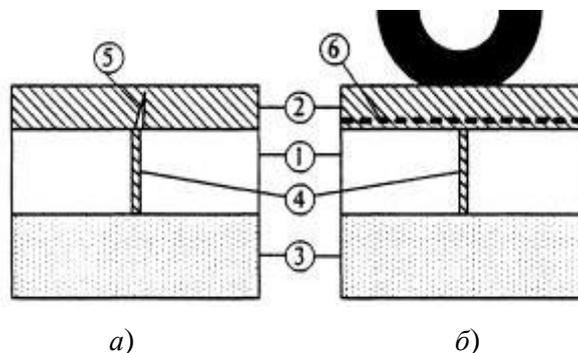


Рис. 6. Локализация трещин в дорожной одежде при укладке решетки из синтетического материала Tensar:

а – дорожная одежда без прокладки; *б* – дорожная одежда с прокладкой; 1 – старое покрытие

или основание; 2 – новое покрытие; 3 – дополнительный слой основания; 4 – шов или трещина

в старом покрытии или основании; 5 – отраженная трещина; 6 – прокладка из материала Tensar

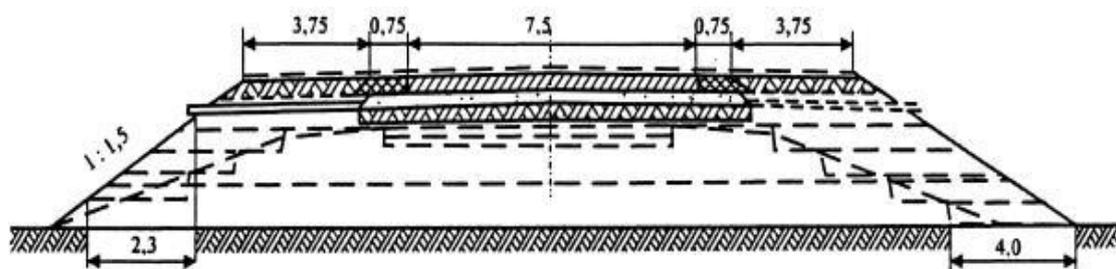


Рис. 7. Схема устройства дорожной одежды новой конструкции на земляном полотне, в теле которого находится старая одежда

При наличии на дорожном покрытии значительных дефектов (сетка трещин и выбоины), связанных с потерей прочности материала покрытия или его слоев, усиление дорожной одежды выполняют заменой старого верхнего слоя или всех слоев покрытия на новые, с сохранением существующего основания дорожной одежды. Асфальтобетонные слои снимают с помощью холодных фрез (рис. 7).

При потере прочности материалов покрытия и основания необходимо строительство новых дополнительных слоев основания (дренирующего, теплоизолирующего), а также исправление земляного полотна.

При реконструкции автомобильной дороги на новых участках устраивают новую дорожную одежду требуемой прочности и ширины в соответствии с принятыми нормами строительства новых дорожных одежд. На участках, где усиление дорожной одежды приводит к повышению отметок продольного профиля, дорожную одежду разбирают, и полученные материалы повторно используют после переработки и обогащения для ремонтных работ.

Задание: на основе исходных данных занятия № 2 разработать технологическую карту на уширение дорожной одежды.

Вопросы для контроля

1. Назовите виды покрытий автомобильных дорог.
2. Назовите различия в технологических процессах при устройстве покрытий жесткого и нежесткого типа.
3. С какой целью перед укладкой горячей асфальтобетонной смеси распределяют по основанию битумные вяжущие материалы.
4. В чем заключается контроль при уплотнении покрытия нежесткого типа.

Список литературы

1. Технология и организация строительства автомобильных дорог : учебник для вузов / Н. В. Горельшев и др. ; под ред. Н. В. Горельшева. – М. : Интеграл, 2013. – 551 с.
2. Строительство автомобильных дорог : учебник для вузов / под ред. В. В. Ушакова, В. М. Ольховикова. – 2-е изд., стер. – М., 2016. – 576 с.
3. Подольский, Вл. П. Технология и организация строительства автомобильных дорог / Вл. Подольский, А. В. Глаголев, П. И. Поспелов. – Изд-во ВГТУ, 2005. – С. 43 – 50.
4. Реконструкция автомобильных дорог / А. П. Васильев, А. Лупанов, В. Силкин и др. – 2016. – 836 с.
5. Справочное пособие к СНиП «Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для промышленного строительства».

4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА РЕКОНСТРУКЦИЮ (РЕМОНТ) ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ ШИРИНЕ ПОКРЫТИЯ 7,0 м

В процессе эксплуатации автомобильной дороги на покрытиях нежесткого типа возникают дефекты, снижающие прочностные характеристики дорожных одежд. С учетом роста осевых нагрузок на дорожные одежды и повышения требований к работоспособности автомобильных дорог возникают вопросы усиления несущей способности дорожных одежд. Для обеспечения безопасности движения транспортных средств и приведения покрытия в нормативное состояние требуется проведение ремонтных работ. Для решения этого вопроса используются разные технологии, основанные на применении материалов с более высокими прочностными характеристиками или изменения конструктивных параметров дорожных одежд.

Широкое применение в дорожном строительстве получили технологии, позволяющие повторно использовать отходы при разрушении старых асфальтобетонных покрытий. Применение методов регенерации для восстановления свойств материалов для повторного применения позволяет уменьшить потребность в новых дорожно-строительных материалах. Разработанные средства механизации обеспечивают эффективность применения таких технологий. На рисунке 1 представлено комплексное механизированное звено машин для регенерации дорожного покрытия.



Рис. 1. Механизированное звено машин для регенерации дорожного покрытия

Специализированные машины – ресайклеры предусматривают выполнение комплекса операций: рыхление покрытия фрезой, добавку в разрыхленный материал вяжущих или других добавок, тщательное смешивание компонентов с материалом (гомогенизация), профилирование поверхности и предварительное уплотнение.

Широкое применение получили ресайклеры фирмы «Wirtgen», которые оснащены фрезерно-смесительным ротором, общий вид машины и фрезерно-смесительного барабана представлен на рис. 2. Фрезерно-смесительный ротор имеет механический привод и вращается как в попутном, так и противоположном направлении относительно вращения колес машины.



Рис. 2. Общий вид машины и конструкция фрезерно-смесительного барабана ресайклера

При проходе по асфальтобетонному покрытию холодный ресайклер фрезерует, измельчает, добавляет вяжущее (битумную эмульсию, цемент, вспененный битум, цементно-водную суспензию), воду с дозировкой компонентов и перемешивает полученную смесь. Полученная смесь распределяется задней стенкой кожуха фрезерно-смесительного барабана. При недостаточной получаемой ровности слоя смеси выполняют дополнительную профилировку слоя с применением автогрейдера. Для образования вспененного битума при его применении для приготовления смеси к распределительной трубе ресайклера подводят горячий битум при температуре 170...180 °С, незначительное количество воды и сжатый воздух. Под действием сжатого воздуха битум вспенивается, что способствует увеличению поверхности и снижению вязкости битумных пленок при распределении битума по поверхности минерального материала.

Для обеспечения непрерывности работы устройства дорожной одежды ресайклер объединен со смесительной установкой WM 400. Смесительная установка представляет собой передвижную конструкцию, на которой размещены бункера для хранения цемента, воды, система шнеков и труб с дозирующими устройствами для подачи цемента и воды в смеситель непрерывного действия с целью приготовления суспензии и ее подачи в распределительную систему ресайклера WR 2500. Производительность смесителя по приготовлению суспензии составляет до 500 л/мин. Передвижение смесительной установки WM 400 осуществляется за счет жесткой сцепки с ресайклером, объединяющей машины в единый агрегат. Для обеспечения непрерывной работы комплекта машин смесительная установка WM 400 должна регулярно обеспечиваться подвозкой цемента и воды. Общая вместимость двух бункеров цемента смесительной установки составляет 25 т, вместимость бака воды – 8,5 т. Доставка цемента и воды осуществляется специализированными машинами для транспортировки цемента и воды (автоцементовозы и поливомоечные машины).

Сравнительные характеристики ресайклеров представлены в табл. 1.

1. Сравнительные характеристики ресайклеров

Производитель, страна	Модель	Ширина обработки, м	Глубина обработки, мм	Мощность двигателя, кВт	Рабочая скорость, м/мин	Масса, т
Wirtgen, Германия	WR 2500	2,44	0...500	448	0...80	33,0
	WR 4500	3,0...4,5	0...300	550	0...65	80,0
	2200 CR	2,2	0...250	448	0...84	49,7
Германия Hamm	Raco 350	2,4	0...400	370	0...11,7	21,4
Caterpillar	RM-250C	2,44	0...330	250	0...4,8	19,3
США	C'IR-1200	4,5	0...380	373	0...24,5	59
Roadtecmm	CIR-1100	3,8	0...150	746	0...24,5	67
CMI, Terex	RS-500	2,44	0...406	390	0...7,6	27,2
США	RS-650	2,44	0...406	485	0...7,8	

Организация и технология производства работ

До начала производства работ подбирают оптимальный состав смесей с учетом материалов конструкции слоев существующей дорожной одежды, определяются физико-механические свойства применяемых смесей, которые должны соответствовать требованиям нормативных документов.

До начала производства работ необходимо согласовать сроки выполнения работ, установить дорожные знаки, установить ориентиры для движения ресайклера и очистить поверхность покрытия от пыли и грязи.

В процессе движения ресайклера необходимо обеспечить транспортировку и распределение щебня фракции 5...40 мм по ширине полосы движения толщиной 0,06 м на подготовленное покрытие. Распределение и профилирование выравнивающего слоя производится автогрейдером с последующим уплотнением слоя тяжелыми катками с гладкими вальцами. Первый и последний проходы выполняются в статическом режиме, промежуточные с вибрацией.

При выполнении работ по регенерации дорожной одежды скорости перемещения комплекта применяемых машин должны быть синхронизированы. На дорогах I и II технических категорий, а также при работе в городских условиях, толщина регенерируемого асфальтобетонного слоя не должна превышать 0,12...0,13 м. В процессе эксплуатации дороги, за счет проводимых ранее ремонтов, толщина асфальтобетонного слоя может иметь большее значение, тогда необходимо толщину слоя по высоте срезать дорожными холодными фрезами.

При проходе ресайклера на нескольких полос по ширине основания смежные полосы перекрывают от 0,1 до 0,3 м с одновременным отклонением одной форсунки для подачи суспензии при повторном проходе. Производство работ выполняется в одном направлении при заданной рабочей скорости (рис. 3).

Длина участка регенерируемого основания зависит от сроков начала схватывания цемента и принимается в пределах 120...150 м. В зависимости от ширины полосы покрытия и технической характеристики ресайклера определяется количество проходов машины по ширине полосы покрытия и длина сменной захватки.

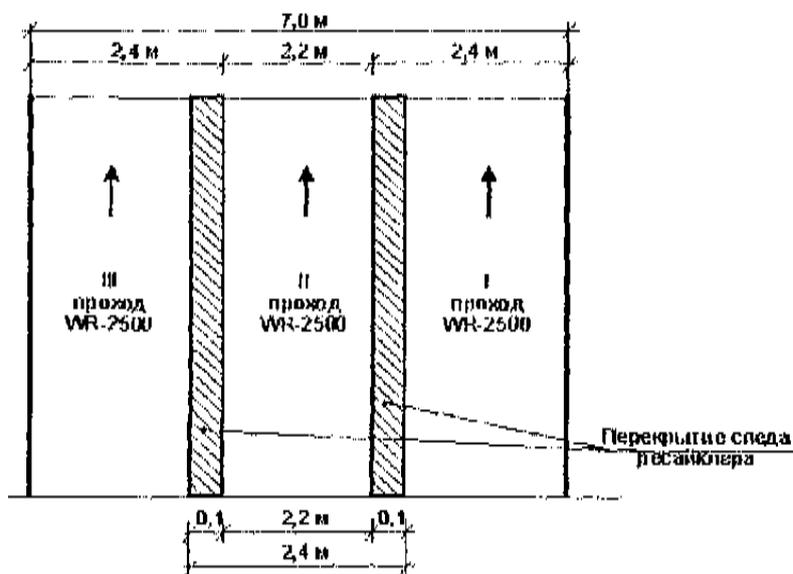


Рис. 3. Схема работы ресайклера WR 2500

Уплотнение слоя осуществляется звеном катков разных типов. Процесс уплотнения дорожной одежды начинают с крайней полосы дороги с перемещением катка к оси дороги. Перекрытие уплотняемых полос в процессе движения производится на 1/3 ширины вальца. По завершении уплотнения полосы покрытия до оси дороги, катки выполняют уплотнение полосы с левого края по аналогичной схеме. Количество проходов катков определяется пробной укаткой. Для предотвращения образования волосяных трещин на поверхности регенерируемого слоя необходимо готовое основание дополнительно увлажнить водой из расчета 0,6...0,8 л/м², а затем прикатать катком.

По завершении уплотнения регенерированного слоя основания по его поверхности производится розлив битумной эмульсии автогудронатором. После распада эмульсии устраивается асфальтобетонное покрытие. Толщина слоя асфальтобетона определяется проектом.

Задание. Разработать технологическую карту на ремонт автомобильной дороги с покрытием нежесткого типа с применением холодной регенерации. Исходные данные: дорога 3 технической категории с шириной проезжей части 7 м, на покрытии имеются дефекты в виде выбоин и колеиности. Толщина регенерируемого слоя дорожной одежды 0,2 м, включая слой усиления толщиной 0,06 м. Длина участка дороги 2 км. Конструкция дорожной одежды представлена на рис. 4.

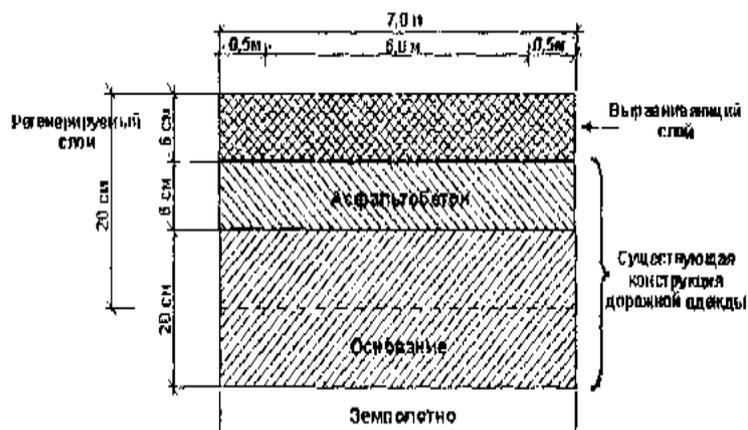


Рис. 4. Конструкция дорожной одежды

Устранение дефектов выполняется с применением ресайклера WR 2500 и мобильной смесительной установки WM 400. Длина сменной захватки 600 м, рабочая скорость перемещения 5 м/мин. Производство работ выполняется механизированным звеном. Результаты расчетов в потребности материалов и состав механизированного отряда представляются в табл. 2, 3.

2. Потребность в материалах для выполнения работ

Наименование материала, полуфабриката, конструкции (марка, ГОСТ)	Исходные данные			Потребное количество
	единица измерения	объем работ в норма-единицах	принятая норма расхода материала	
Щебень фракции 5...40 мм				
Щебень фракции 5...10мм				
Цемент				
Битумная эмульсия				
Вода				

3. Состав механизированного отряда

Машины	Профессия и разряд рабочего	Потребность в машино-сменах		Потребность в машинах	Коэффициент загрузки	Количество рабочих
		на захватку	на 1000 м			
Универсальная машина КО-806	Машинист 4 разряда					
Автосамосвал						
Автогрейдер						
Самоходный виброкаток						
Цементовоз						
Ресайклер WR-2500 и смесительная установка WM-400						
Самоходный виброкаток BW 161 AC						
Самоходный пневмокоток						
Автогудронатор ДС-39Б						
	Итого					

В качестве примера в табл. 3 представлена технологическая последовательность выполнения процессов по регенерации покрытия. Результаты расчетов оформляются в табличной форме (табл. 4).

4. Технологическая последовательность процессов с расчетом объемов работ и потребных ресурсов

№ процессов	№ захваток	Обоснования норм (ЕНиРы, расчеты)	Описание процессов с учетом последовательности	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в маш-сменах		Марка машины
					на захват	на 1 км		на захватку	на 1 км	
1	1	Расчет	Очистка покрытия от пыли и грязи	м ³						
2	1	Расчет	Подвозка щебня фракции 5...40 мм автосамосвалами на расстояние в количестве	м ³						

№ процессов	№ захваток	Обоснования норм (ЕНиРы, расчеты)	Описание процессов с учетом последовательности	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в маш-сменах		Марка машины
					на захват	на 1 км		на захватку	на 1 км	
3	1	Расчет	Распределение и профилирование слоя щебня толщиной 0,06 м автогрейдером за 6 проходов по ширине дороги	м ²						
4	2	Расчет	Подкатка слоя катком за 4 прохода	м ²						
5	2	Расчет	Транспортировка цемента для смесительной установки WM-400:	м ²						
6	2	Расчет	Транспортировка воды на расстояние ... в количестве ...	м ³						
7	2	Расчет	Ресайклинг дорожной одежды с выравнивающим слоем на толщину 0,2 м с одновременным измельчением, подачей цементной суспензии и перемешиванием материала с перекрытием предыдущего слоя на 0,1 м	м ³						
8	2	Расчет	Подкатка разрыхленного сфрезерованного укрепленного материала между колесами ресайклера катком за 2 прохода	м ²						
9	2	Расчет	Профилирование поверхности прикатонного слоя автогрейдером за 8 проходов	м ²						
10	2	Расчет	Уплотнение сфрезерованного слоя катками	м ²						

№ процессов	№ захваток	Обоснования норм (ЕНиРы, расчеты)	Описание процессов с учетом последовательности	Единица измерения	Количество работ		Производительность в смену	Потребность в маш-сменах		Марка машины
					на захват	на 1 км		на захватку	на 1 км	
11	2	Расчет	Распределение воды по поверхности готового основания	м ³						
12	2	Расчет	Уплотнение увлажненного основания катком Росрысь клинца толщиной 0,03 м автогрейдером за 4 прохода	м ³						
13	2	Расчет	Подвоз и розлив битумной эмульсии или другого пленкообразующего материала автогудронатором	м ²						
			Итого							

По полученным расчетам составить план потока, который в качестве примера представлен на рис. 5.

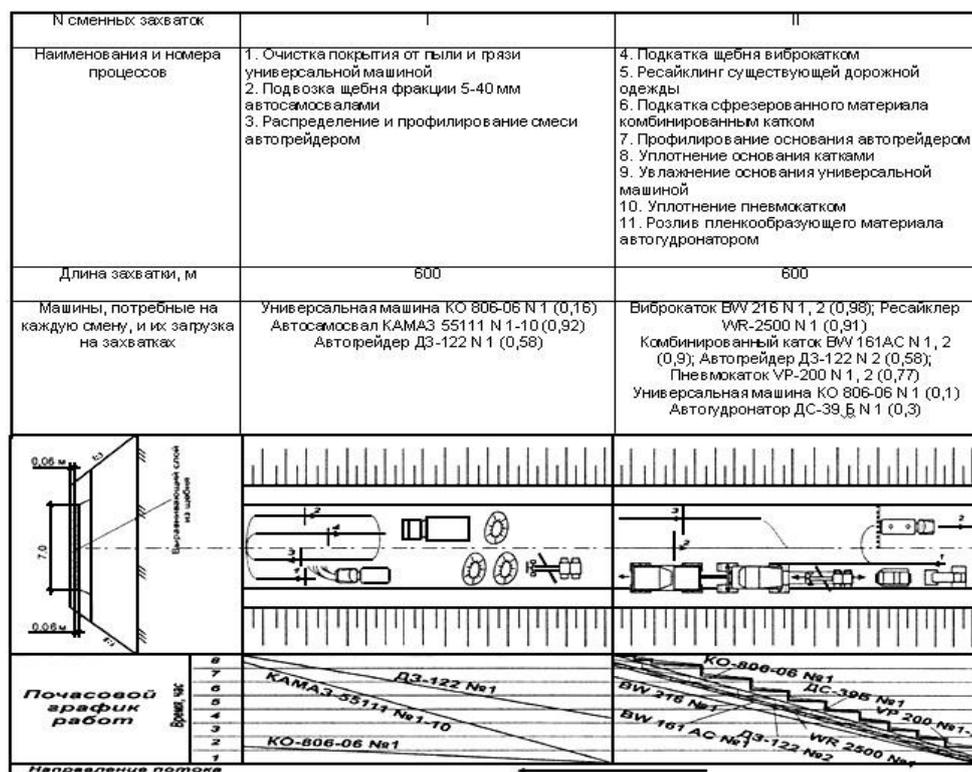


Рис. 5. Технологический план потока по регенерации дорожных одежд методом холодного ресайклинга

5. Технология операционного контроля качества работ по регенерации дорожных одежд методом холодного ресайклинга

Основные операции, подлежащие контролю	Состав контроля	Метод и средства контроля	Режим и объем контроля	Лицо, осуществляющее контроль	Предельные отклонения от норм контролируемых параметров	Где регистрируются результаты контроля
Регенерация дорожной одежды	Соблюдение технологических режимов регенерации. 1. Расход вяжущего 2. Расход воды 3. Плотность укрепленной смеси 4. Влажность смеси 5. Ширина основания, толщина регенерируемого слоя (вразрыхленном и уплотненном состоянии)	Визуальный Бортовая система ЭВМ смесительной установки WM 400	Постоянно	Мастер, оператор WM400	+– 3% от заданной массы на м ³ смеси	Общий журнал работ
Уплотнение укладываемого основания	Плотность материала основания					
Отделка поверхности основания (покрытия)	Ровность					
Качество укрепленных смесей	Прочность при сжатии и при растяжении Морозостойкость	Лабораторный Изготовление образцов из регенерируемых слоев на дороге	Не реже одного раза в смену При подборе составов и не менее одного раза на 10 км	Лаборант Инженер-лаборант	Не менее проектной марки Снижение прочности образцов не более 25%	Журнал контроля укрепленных смесей

В процессе выполнения работ осуществляется операционный контроль качества работ, результаты которого оформляются в виде в табл. 5.

Безопасность труда

Используя нормативные документы разработать мероприятия по охране и безопасности труда по регенерации дорожных одежд методом холодного ресайклинга.

Вопросы для контроля

1. Перечислите способы усиления дорожных одежд.
2. При каких условиях старое дорожное покрытие используют в качестве основания при реконструкции автомобильной дороги.

Список литературы

1. Методические рекомендации по восстановлению асфальтобетонных покрытий и оснований автомобильных дорог способами холодной регенерации. – М., 2002. – 56 с.
 - 2 Бахрах, Г. С. Регенерация покрытий и дорожных одежд нежесткого типа / Г. С. Бахрах // Наука и техника в дорожной отрасли. – 1998. – № 3. – С. 18 – 21.
 - 3 Бахрах, Г. С. Технологические особенности холодной регенерации дорожных одежд нежесткого типа / Г. С. Бахрах // Автомобильные дороги : информационный сборник. Информавтодор. – 2001. – Вып. 3. – С. 36 – 53.
-

5. ТЕХНОЛОГИЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА ПОКРЫТИЯ НЕЖЕСТКОГО ТИПА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРЯЧИХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

В процессе эксплуатации дорожных покрытий, под действием климатических факторов и нагрузки от транспортных средств возникают дефекты в виде выбоин, которые являются следствием нарушений технологических процессов при выполнении работ по устройству асфальтобетонных покрытий. Образовавшиеся дефекты влияют на безопасность дорожного движения и требуется их устранение в кратчайшие сроки, поскольку задержка работ по их устранению приводит к значительному росту затрат в дальнейшем. Производство работ по устранению выбоин на покрытиях нежесткого типа выполняется в сухую погоду при температуре воздуха не ниже 5 °С и состоит из подготовительных и основных работ, связанных с укладкой горячей смеси в выбоину и ее уплотнением. Проведение работ на проезжей части без уведомления подразделений Управления ГИБДД, а на основных магистралях города без сопровождения инспекторов ГИБДД не допускается.

Подготовительный период состоит из установки технических средств организации дорожного движения, очистки покрытия от пыли и грязи и разметки места производства работ (выбоины), доставки к месту выполнения работ средств механизации и требуемых материалов. Асфальтобетонная смесь при доставке к месту выполнения работ должна иметь температуру 140...160 °С и к моменту ее укладки в выбоину не ниже 115...120 °С. Установлено, что при укладке горячей асфальтобетонной смеси ниже 110 °С качество выполненных работ не отвечает предъявляемым требованиям по продолжительности эксплуатации ремонтного участка дороги. Для сохранения заданной температуры горячей смеси ее необходимо транспортировать и содержать до начала работ в специальных контейнерах с термоизоляцией.

Границы выбоин размечают с помощью натертого мелом шнура прямыми линиями, параллельными и перпендикулярными оси дороги, с захватом неповрежденной части покрытия на ширину от 0,03 до 0,05 м.

На практике очень часто после подготовки выбоины укладывают свежую смесь, что приводит к снижению качества ремонтных работ. При такой технологии в зоне стыка свежей горячей смеси со слоем покрытия происходит резкое понижение температуры укладываемой смеси, что способствует при уплотнении низкому коэффициенту уплотнения и повышенному водонасыщению (рис. 1).

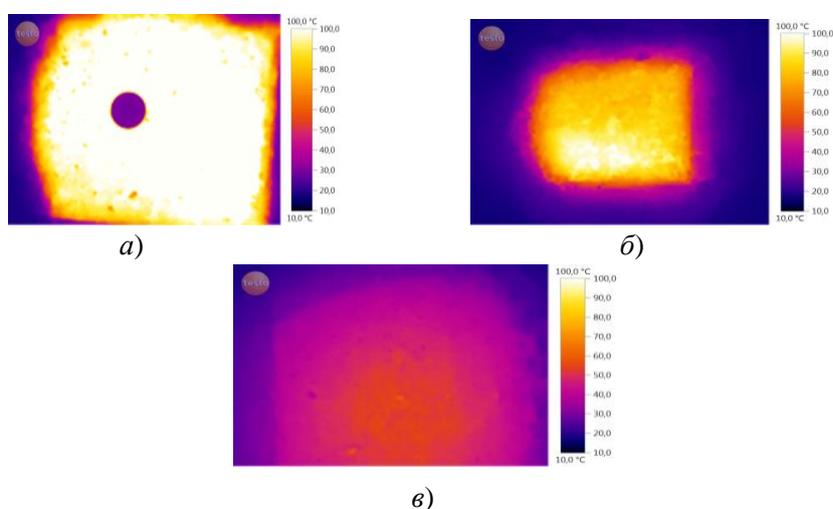


Рис. 1. Изменение температуры горячей смеси в выбоине во времени:
а – после укладки; б – через 5 мин; в – через 10 мин



Рис. 2. Распределение температуры горячей асфальтобетонной смеси от центра выемки по прямой до границы выемки

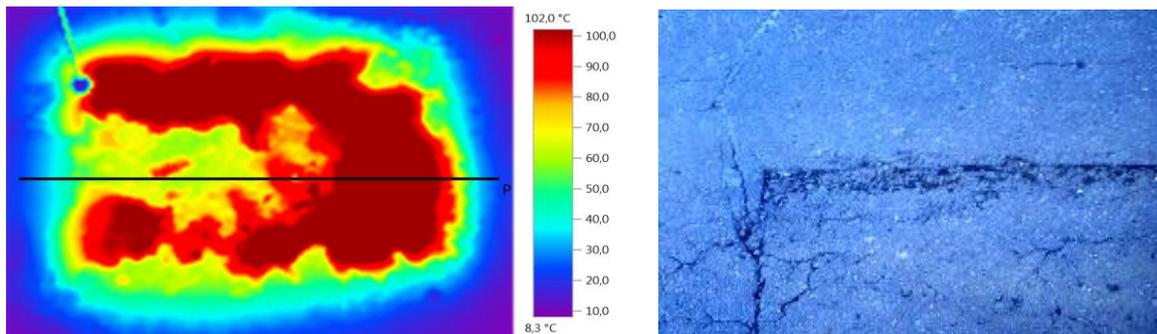


Рис. 3. Распределение температуры горячей смеси в выбоине дорожного покрытия и дефект покрытия на месте работ

Распределение температуры смеси по площади выемки представлено на рис. 2.

Качество ремонтных работ выбоины зависит от подготовки основания выбоины, что проявляется при выполнении подготовительных работ с применением перфораторов или дисковых дорожных фрез. Неравномерное распределение смеси по толщине укладываемого слоя приводит к разным темпам охлаждения горячей смеси, что способствует разным температурам смеси по объему уложенного материала (рис. 3).

Для устранения недостатков при выполнении ремонтных работ и повышения качества работ современными технологиями применяются для подготовки основания выбоины фрезерные машины, обеспечивающие вертикальность стенок при фрезеровании и ровность основания выбоины. Для обеспечения температурных режимов при ремонте выбоин используют разогреватели инфракрасного излучения, позволяющие разогревать место укладки смеси в выбоине до температуры 140...170 °С за короткий промежуток времени (от 3 до 5 мин), см. рис. 4.



Рис. 4. Ремонт выбоины с использованием разогревателя

1. Зависимости для расчета температуры нагрева основания и допустимой продолжительности работ

Тип смеси	Марка битума	Расчетная зависимость для определения температуры нагрева основания	Допустимая продолжительность работ, мин
А	60/90	$t_{\text{осн}} = 609,03 e^{-0,0165t_{\text{см}} - 0,004t_{\text{воз}}}$	$t = 13,16e^{0,0068 t_{\text{возд}}}$
	90/130	$t_{\text{осн}} = 875,307e^{-0,0207t_{\text{см}} - 0,044t_{\text{возд}}}$	$t = 14,05e^{0,0073 t_{\text{возд}}}$
	130/200	$t_{\text{осн}} = 488,57e^{-0,019t_{\text{см}}}$	$t = 13,285e^{0,0094 t_{\text{возд}}}$
Б	60/90	$t_{\text{осн}} = 875,307e^{-0,0207t_{\text{см}} - 0,044t_{\text{возд}}}$	$t = 14,05e^{0,0073 t_{\text{возд}}}$
	90/130	$t_{\text{осн}} = 1406,92e^{-0,0262t_{\text{см}} - 0,006t_{\text{возд}}}$	$t_{\text{осн}} = 15,204e^{0,0075 t_{\text{возд}}}$
	130/200	$t_{\text{осн}} = 756,71e^{-0,026t_{\text{см}}}$	$t_{\text{осн}} = 15,036e^{0,0092 t_{\text{возд}}}$
В	60/90	$t_{\text{осн}} = 1407,35e^{-0,0262t_{\text{см}} - 0,006t_{\text{возд}}}$	$t_{\text{осн}} = 15,204e^{0,0075 t_{\text{возд}}}$
	90/130	$t_{\text{осн}} = 1676,92e^{-0,0275t_{\text{см}} - 0,0063t_{\text{возд}}}$	$t_{\text{осн}} = 16,289e^{0,0088 t_{\text{возд}}}$
	130/200	$t_{\text{осн}} = 1196,3e^{-0,033t_{\text{см}}}$	$t_{\text{осн}} = 16,484e^{0,0099 t_{\text{возд}}}$
Г	60/90	$t_{\text{осн}} = 875,307e^{-0,0207t_{\text{см}} - 0,044t_{\text{возд}}}$	$t = 14,05e^{0,0073 t_{\text{возд}}}$
	90/130	$t_{\text{осн}} = 1406,92e^{-0,0262t_{\text{см}} - 0,006t_{\text{возд}}}$	$t_{\text{осн}} = 15,204e^{0,0075 t_{\text{возд}}}$
	130/200	$t_{\text{осн}} = 756,71e^{-0,026t_{\text{см}}}$	$t_{\text{осн}} = 15,036e^{0,0092 t_{\text{возд}}}$

Блок горелок инфракрасного излучения устанавливается параллельно поверхности выбоины на высоте 0,05...0,1 м. Температура нагрева основания зависит от температуры смеси при укладке в выбоину и температуры окружающего воздуха. После прогрева поверхности выбоины до заданной температуры укладывают свежую горячую асфальтобетонную смесь. Для заделки выбоин используют асфальтобетонную горячую мелкозернистую смесь, температура приготовления которой зависит от марки битума согласно требованиям ГОСТ 9128. Смеси должны соответствовать типу смеси и марки битума асфальтобетона покрытия. Для обработки поверхностей выбоины используют жидкий битум марок МГ-25/40, МГ-40/70, СГ-25/40, СГ-40/70, МГ-130/200, СГ-130/200. Толщина слоя смеси в выбоине принимается с учетом запаса на уплотнение, значение которого принимают 1,1 – 1,15. Уплотнение выполняют вибрационными плитами или малогабаритными катками. Число проходов принимают при уплотнении вибрационными плитами 5–6 проходов, катками 10 – 12 проходов.

В таблице 1 представлены зависимости для расчета температуры нагрева основания и допустимой продолжительности работ в заданных температурных интервалах применяемой смеси.

По окончании работы снимают временные ограждения и дорожные знаки, обеспечивая нормальные условия для движения автотранспортных средств.

Задание: разработать график производства работ по ремонту участка дорожного покрытия нежесткого типа по ремонту выбоин с применением горячих асфальтобетонных смесей, определить потребность в материалах и средствах механизации. Глубина выбоин до 50 мм, длина ремонтируемого участка дороги 5 км, площадь выбоины в одном месте до 1м², дефектная поверхность покрытия составляет 10% от общей площади покрытия. Тип смеси задается преподавателем и принимается по табл.1. Необходимо составить техноло-

гическую карту на ремонт выбоин с применением горячих асфальтобетонных смесей. Результаты расчетов представить в виде табл. 2 – 6. Используя нормативные документы разработать мероприятия по технике безопасности при производстве ямочного ремонта дорожных покрытий.

2. Ведомость потребности в материалах для выполнения работ

Наименование материала, полуфабриката, конструкции (марка, ГОСТ)	Исходные данные			Потребное количество
	единица измерения	объем работ в норма-единицах	принятая норма расхода материала	

3. Рекомендуемые машины для выполнения работы

Наименование комплекта машин и оборудования	Техническая характеристика	Марка	Количество
1	3	4	5

4. Калькуляция затрат труда и машинного времени на одну захватку

Наименование процесса	Единица измерения	Объем работ	Обоснование (ЕНиР и др. нормы)	Норма времени		Затраты труда		Коэффициент использования машины
				чел.-ч	маш.-ч	чел.-ч	маш.-ч	
Итого:								

5. График производства работ на одну захватку

Наименование процесса	ЕНиР	Единица измерения	Объемы работ	Затраты труда		Состав звена	Продолжительность процесса, ч											
				чел.-ч	маш.-ч		1	2	3	4	5	6	7	8	9			

6. Операционный контроль качества работы производится мостовым мастером (прорабом) эксплуатирующей организации в соответствии с таблицей

№	Наименование технологических процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Технические характеристики оценки качества
1	Установка технических средств организации дорожного движения	Соответствие разработанным схемам	Визуальный	Перед началом производства работ	В соответствии с главой 4 данной карты
2	Вырубка асфальтобетонного покрытия	Тщательность вырубки	Визуальный	В процессе работы	Отсутствие участков с асфальтобетоном
		Повреждение защитного покрытия			Не допускается
3	Очистка ремонтного участка от отходов, пыли и мусора	Тщательность очистки участка	Визуальный	После окончания работы	Не допускается наличие мусора и грязи в ремонтном участке
4	Разогрев битумных материалов	Температура нагрева	Инструментальный, с помощью термометра	В процессе работы	В соответствии с табл. 13 СНиП 3.06.03-85 [24]
5	Обработка оснований ремонтных участков битумными материалами	Тщательность обработки	Визуальный	В процессе работы	Равномерно по всей поверхности
6	Укладка асфальтобетонной смеси	Температура смеси	Инструментальный, с помощью термометра	В процессе работы	В соответствии с ГОСТ 9128-97 [7]
		Толщина слоя с учетом коэффициента на уплотнение	Инструментальный, с помощью линейки	В процессе работы	Высота слоя на 25...30% больше толщины ремонтного участка при укладке вручную и на 10...15% при укладке автогрейдером
		Тщательность разравнивания	Визуальный	В процессе работы	Должны отсутствовать бугры и впадины

№	Наименование технологических процессов, подлежащих контролю	Предмет контроля	Способ контроля и инструмент	Время проведения контроля	Технические характеристики оценки качества			
7	Уплотнение асфальтобетонной смеси	Качество уплотнения	Инструментальный, выемка кернов	После окончания работы через 1 – 3 сут	Коэффициент уплотнения должен быть не ниже 0,99 для смесей типов А и Б			
		Ровность поверхности покрытия				Инструментальный, с помощью рейки длиной 3 м	После окончания работы	Просвет под рейкой в не должен превышать для дорог I – III категорий не более 7 мм, для IV – V категорий – 10 мм
		Поперечные уклоны						
8	Уборка отходов	Тщательность уборки	Визуальный	После окончания работ	Отсутствие грязи и мусора в зоне производства работ			
9	Снятие технических средств организации дорожного движения	Наличие знаков после окончания работ	Визуальный	После окончания работы	Не допускается			

Вопросы для контроля

1. Какие требования предъявляются к качеству ремонтных работ по устранению выбоин на дорожных покрытиях?
2. Назовите минимальную температуру горячей асфальтобетонной смеси при укладке в выбоину покрытия.
3. Перечислите операции при выполнении работ по ремонту выбоин.
4. Какие вы знаете способы ямочного ремонта покрытий?

Список литературы

1. Технология и организация строительства автомобильных дорог : учебник для вузов / Н. В. Горельшев и др. ; под ред. Н. В. Горельшева. – М. : Интеграл, 2013. – 551 с.
2. Строительство автомобильных дорог : учебник для вузов / под ред. : В. В. Ушакова и В. М. Ольховикова. – 2-е изд., стер. – М., 2016. – 576 с.
3. Технология строительства и ремонта дорожных покрытий нежесткого типа с учетом температурных режимов асфальтобетонных смесей / А. Ф. Зубков, К. А. Андрианов, А. И. Антонов, В. Г. Однолько. – Тамбов : ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – 300 с.

6. ЯМОЧНЫЙ РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУЙНО-ИНЪЕКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе эксплуатации автомобильных дорог, за счет повышения интенсивности движения транспортных средств и превышения допустимой нагрузки, возникают деформации на дорожных покрытиях в виде выбоин, выкрашивания, трещин и износа, что приводит к значительному сокращению сроков службы автомобильных дорог в 1,5 раза.

Одним из основных направлений в процессе эксплуатации автомобильных дорог является своевременное устранение возникающих дефектов дорожного покрытия, что выполняется в процессе содержания дорог. Содержание дорог включает комплекс инженерно-технических мероприятий и работ по систематическому уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода в течение года. Установлено, что проведение запоздалого ремонта дороги требует применения более толстых слоев усиления дорожной одежды, а при задержках в течение года требуются удвоенные затраты на проведение ремонта покрытия. В то же время проведение своевременных ремонтов обеспечивает безопасность дорожного движения и продлевает срок службы дорожного покрытия автомобильных дорог. Безопасность дорожного движения в значительной степени зависит от наличия на покрытия выбоин (ям), которые устраняются при ремонте покрытия. Задачей ямочного ремонта является восстановление сплошности и ровности покрытия, а также прочности, сцепных качеств и водонепроницаемости. Разработанные технологии для устранения выбоин на покрытиях дорог основаны на применении материалов, обладающих требуемой прочностью и достаточными сцепными качествами с существующим дорожным покрытием. Практически все технологии основаны на вырубке и удалении материала с места производства работ на покрытии и укладкой небольшого объема нового материала.

Использование технологии струйно-инъекционного метода для ямочного ремонта выбоин на дорожном покрытии нежесткого типа позволяет выполнять работы без вырубке асфальтобетона на месте образования дефекта. Ремонтные работы можно проводить как на сухом, так и влажном покрытии при положительной температуре окружающего воздуха. Струйно-инъекционный метод ямочного ремонта – скоростной, так как норма времени в среднем в 1,8 раза меньше, чем при заделке повреждений по традиционной технологии, трудоемкость ямочного ремонта снижается в 3 раза.

1. Сравнительная стоимость традиционных методов ямочного ремонта дорожных покрытий и струйно-инъекционного метода за квадратный метр в ценах 2018 года

№ п/п	Наименование и характеристика работ	Стоимость, р./м ²
1	Ямочный ремонт однослойного асфальтобетонного покрытия дорог, толщиной 50 мм, площадью ремонта до 5 м ²	697,8
2	Ямочный ремонт асфальтобетонного покрытия дорог литой асфальтобетонной смесью	839,03
3	Ямочный ремонт однослойного асфальтобетонного покрытия дорог, толщиной 50 мм, площадью ремонта до 5 м ² (применительно к холодным смесям)	714,42
4	Ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий струйно-инъекционным методом, толщина слоя до 50 мм, площадь ремонта в одном месте до 1 м ²	340,6 (348,9)

Технология ремонта с использованием струйно-инъекционного метода основана на применении битумной эмульсии и щебня фракции 4...8 мм. Битумоминеральная смесь приготавливается при прохождении частиц щебня через камеру с распыленной эмульсией при температуре 70...80 °С, что позволяет эмульсионной пленке равномерно распределяться по поверхности щебня. Ремонт выбоин с применением струйно-инъекционного метода предусматривает использование специальных машин БЦМ-24, УДМ-1 или самоходных машин MADPATCHER (рис. 1).

Технологическая схема приготовления битумоминеральной смеси при использовании струйно-инъекционного метода представлена на рис. 2.



Рис. 1. Дорожный ремонтёр MADROG- MADPATCHER

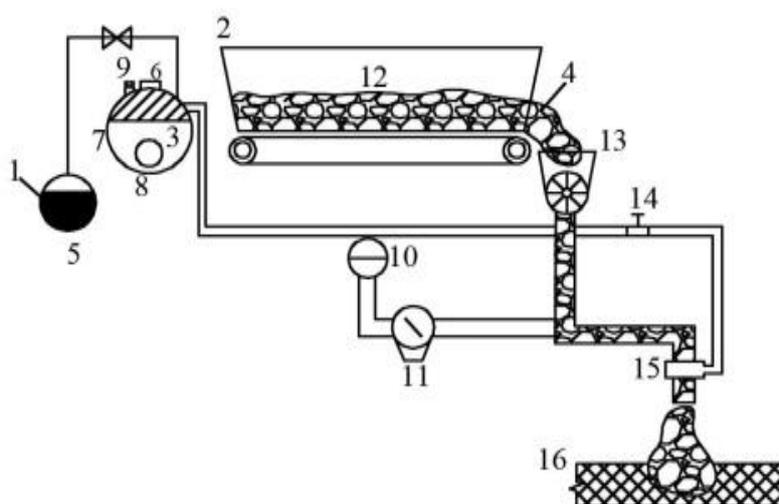


Рис. 2. Технологическая схема установки по ремонту выбоин на покрытии струйно-инъекционным способом:

- 1 – жидкость для промывания труб; 2 – воздух; 3 – битумная эмульсия; 4 – щебень;
- 5 – емкость для промывочной жидкости; 6 – кран промывочной жидкости; 7 – для эмульсии;
- 8 – подогрев эмульсии; 9 – предохранительный воздушный клапан; 10 – воздушный фильтр;
- 11 – нагнетатель воздуха; 12 – бункер с щебнем и транспортер; 13 – воздушный замок;
- 14 – эмульсионный кран; 15 – камера смешения щебня с эмульсией; 16 – покрытие с выбоиной

Ремонт дорожного покрытия выполняется в два этапа:

- подача битумной эмульсии;
- подача щебня.

Подача битумной эмульсии производится за счет избыточного давления в сосуде, создаваемого компрессором дизельного двигателя. Бак для эмульсии оснащен широким загрузочным люком 400 мм. Промывка и очистка системы разбрызгивания производится дизельным топливом с последующей утилизацией продуктов очистки. Распылитель битумной эмульсии, закрепленный на конце шланга подачи, обеспечивает равномерное разбрызгивание, а также снабжен дополнительным соплом для пролива эмульсией узких трещин без использования заполнителя щебня.

Щебень вводится в поток воздуха при помощи винтового транспортера и дальше перемещается в потоке воздуха, который производится воздуходувкой, которая приводится в действие дизельным двигателем. При движении частицы щебня попадают в камеру смешения щебня с эмульсией и дальше обработанные частицы с высокой скоростью выбрасываются в выбоину, распределяясь тонкими слоями. Уплотнение происходит за счет энергии удара частицы о поверхность выбоины, возникающей в результате высоких скоростей выбрасываемого материала. Бак рассчитан на переработку более 15 т щебня, обеспечивающего выполнение работ по ремонту в течение полного рабочего дня. Уложенный и уплотненный черный щебень тщательно проливают горячей битумной эмульсией.

В состав работ входят следующие технологические операции:

- расстановка дорожных знаков на месте ремонта;
- подготовка мест покрытия к ремонту;
- укладка черного щебня в ремонтную карту;
- пропитка уложенного черного щебня битумной эмульсией;
- обработка готовой поверхности необработанным щебнем;
- уплотнение места ремонта.

На участках проведения работ по ямочному ремонту должны быть установлены до начала производства работ временные средства организации дорожного движения, включая дорожные знаки и дорожные ограждения. Расстановка временных дорожных знаков должна обеспечивать видимость передаваемой информации только тем участникам движения, для которых она предназначена. Снятие знаков производится по окончании работ. Временные дорожные знаки на проезжей части устанавливаются на переносных опорах, ограждающих щитах или переносных сигнальных ограждениях. В этом случае нижний край знака должен располагаться на высоте 0,2...1,5 м от поверхности земли или дорожного покрытия. Знаки, устанавливаемые справа от дороги, должны располагаться не ближе 0,5 м от края проезжей части до ближнего края знака.



Рис. 3. Подготовка места к ремонту выбоины и заполнение выбоины смесью



Рис. 4. Уплотнение смеси в выбоине покрытия при струйно-инъекционном методе

Подготовку выбоины к ремонту покрытия, в отличие от метода ремонта покрытия горячей асфальтобетонной смесью, выполняется струей сжатого воздуха или методом всасывания, подгрунтовку – подогретой до 60...75 °С битумной эмульсией, заполнение – черненым в процессе инъекцирования щебнем.

При этом методе ремонта обрубку кромок не производят. Движение открывают через 10 – 15 минут. Работы выполняют при температуре воздуха не ниже +5 °С, как на сухом, так и на влажном покрытии. Уплотнение смеси в выбоине покрытия при струйно-инъекционном методе представлено на рис. 4. Работы по ямочному ремонту асфальтобетонных покрытий струйно-инъекционным – выполняются в одну смену.

Задание: разработать график производства работ по ремонту участка методом дорожного покрытия нежесткого типа по ремонту выбоин с применением горячих асфальтобетонных смесей, определить потребность в материалах и средствах механизации. Глубина выбоин до 30 мм, длина ремонтируемого участка дороги 10 км, площадь выбоины в одном месте до 0,5 м², дефектная поверхность покрытия составляет 10% от общей площади покрытия. Тип смеси задается преподавателем и принимается по табл. 1. Необходимо составить технологическую карту на ремонт выбоин с применением горячих асфальтобетонных смесей. Результаты расчетов представить в виде табл. 2 – 6. Используя нормативные документы разработать мероприятия по технике безопасности при производстве ямочного ремонта дорожных покрытий с применением инъекционно-струйного метода.

2. Потребность в строительных материалах

№ п/п	Наименование строительных материалов, изделий и конструкций	Тип, марка, ГОСТ	Единица измерения	Обоснование норм	Норма расхода на единицу работ	Потребность на весь объем
1	Набор дорожных знаков по орган. движения	1.18.2; 1.18.3; 1,23; 1.31.23.20; 3.24; 3.31; 4.2.1; 4.2.2; 7.2.1				

№ п/п	Наименование строительных материалов, изделий и конструкций	Тип, марка, ГОСТ	Единица измерения	Обоснование норм	Норма расхода на единицу работ	Потребность на весь объем
	Направляющие конусы					
	Ограждающие барьеры штaketные					
	Знаки дополнительной информации					
	Эмульсия битумная дорожная ЭБДК					
	Щебень	5...10 мм				

3. Потребность в технических ресурсах

№ п/п	Наименование машин, механизмов	Марка	Единица измерения	Количество
1	Автомобиль-самосвал, $Q = 13,0$	КамАЗ-55111	шт.	1
2	Многофункциональный ямочный ремонтер	БЦМ-24.3	шт.	1
3	Виброплита, вес = 90 кг, $h_{сл} = 150$ мм $K_{удо} = 0,95$	TSS-VP90N	шт.	1
4	Грабли металлические			1
5	Лопата совковая	ЛСО-9		1
6	Щетка металлическая			1
7	3-метровая рейка			1

4. Калькуляция затрат труда и машинного времени

Обоснование ГЭСН, ЕНиР*	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Н _{вр} на единицу измерения		Н _{вр} на весь объем	
				чел.-ч	маш.-ч	чел.-ч	маш.-ч
01-02-007-04	Ямочный ремонт а.б. покрытия	100 м ²					
01-11-002-03 01-11-002-11	Перевозка щебня на 10 км автосамосвалом к месту работ	100 т					
01-02-020-03	Доставка материалов к месту работы машины						
	ИТОГО:						

Примечание. ГЭСНс 81-06-01–2001. Сборник № 1. Содержание автомобильных дорог общего пользования и мостовых сооружений на них.

5. График производства работ

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Т/емкость на объем чел.-ч	Состав бригады (звена)	Продолжительность работы, смен
1	Ямочный ремонт асфальтобетонных покрытий	м ²	100			

6. Операционный контроль качества работ

Наименование операций, подлежащих контролю	Допустимые отклонения	Способы контроля	Время проведения	Кто контролирует
Установка техниче- ских средств ОДД	Соответствие утвержденной ГИБДД схеме	Визуально	В ходе подго- товки	Прораб
Обработка битумной эмульсией	Расход эмульсии 0,5...0,6 л/м	Температура 60...75 °С	Мерный сосуд, термометр	
Устройство ремонт- ного покрытия	Просвет под 3-метров. рейкой должен быть от 6 до 8 мм	3-метров. рейка		
Втапливание в гото- вое покрытие необ- работанного щебня	на 2/3 – 3/4 зерна	Визуально		

При операционном контроле качества выполнения ямочного ремонта следует проверять:

- качество очистки места ремонта от грязи;
- качество подгрунтовки заплатки;
- полноту укладки черного щебня в ремонтируемое место;
- качество проливки черного щебня битумной эмульсией;
- качество сопряжения со смежной полосой;
- ровность отремонтированной поверхности.

Контроль и оценку качества работ по ямочному ремонту асфальтобетонных покрытий струйно-инъекционным методом с применением битумной эмульсии следует выполнять в соответствии с требованиями следующих нормативных документов: – СП 48.13330.2011 «СНиП 12-01–2004 Организация строительства. Актуализированная редакция»; СП 34.13330.2012. «СНиП 2.02.05–85*. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция»; – СП 78.13330.2012 «СНиП 3.06.03–85. Автомобильные дороги.

Правила производства работ. Актуализированная редакция»; – СТО НОСТРОЙ 2.25.49–2011. Ремонт асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Часть 3. Восстановление изношенных покрытий; – ОДМД–2004. «Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования».

Вопросы для контроля

1. Назовите преимущества и недостатки инъекционно-струйного метода при устранении дефектов на дорожном покрытии нежесткого типа.
2. Почему считают, что применение инъекционно-струйного метода позволяет отказаться от операции уплотнения уложенной смеси и в каких случаях это справедливо.

Список литературы

1. Справочное пособие к СНиП «Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для промышленного строительства».
2. ЦНИИОМТП.М., 1987. Методические указания по разработке типовых технологических карт в строительстве.
3. Руководство по разработке и утверждению технологических карт в строительстве к СНиП 3.01.01–85* «Организация строительного производства» (с изменением № 2 от 06 февраля 1995 г. № 18-81).
4. МДС 12-81.2007. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ.
5. МДС 12.-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической кар

7. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА УСТРОЙСТВО ПРИМЫКАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

При строительстве автомобильных дорог на определенных участках возникает необходимость устройства примыканий с второстепенными дорогами и съездами к населенным пунктам, расположенным около транспортных путей. Нормативными документами регламентированы вопросы устройства пересечения и примыкания автомобильных дорог с учетом перспективной интенсивности и состава движения по отдельным направлениям. Пересечения и примыкания дорог в плане категорий IA, IB, IB и II устраивают на прямых участках или на кривых радиусами не менее 2000 м и на дорогах категорий III и IV – не менее 800 м. Продольные уклоны дорог на подходах к пересечениям и примыканиям в одном уровне на протяжении расстояний видимости для остановки автомобиля не должны превышать 40‰, чтобы обеспечить безопасные маневры для торможения, разгона, перестроения и поворота. Расстояние видимости на всем протяжении дороги должно быть не менее остановочного пути до препятствия. Наименьшие расстояния видимости следует приниматься по табл.1 СП 34.13330.2021.

При проектировании пересечений (примыканий) различают главные и по отношению к ним второстепенные дороги различных категорий в сложившейся дорожной сети на автомобильных дорогах категорий I-III, количество пересечений, съездов и въездов должно быть возможно меньшим. Пересечения и примыкания на дорогах категории IA вне пределов населенных пунктов предусматривают не чаще чем через 10 км, на дорогах категорий IB и II – 5 км, а на дорогах категории III – 2 км с учетом конкретных условий (застройка, начертание существующей сети дорог и т.д.).

Все съезды и въезды на подходах к дорогам категорий IB, IB, II и III должны иметь покрытия на протяжении 100 м при применении для устройства земляного полотна песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах и 200 м при черноземах, глинистых, тяжелых и пылеватых суглинистых грунтов. Протяженность покрытий въездов на дороги категории IV предусматривают в два раза меньше, чем покрытий въездов на дороги категорий I – III. Обочины на съездах и въездах при длине, установленной в настоящем пункте, следует укреплять на ширину не менее 0,5...0,75 м.

1. Наименьшее расстояния видимости

Расчетная скорость, км/ч	Наименьшее расстояние видимости, м		
	для остановки	встречного автомобиля	при обгоне
150	300	–	–
120	250	450	800
100	200	350	700
80	150	250	600
60	85	170	500
50	75	130	400
40	55	110	–
30	45	90	–
20	25	50	–

В состав работ по устройству примыкания автомобильной дороги входят работы по устройству водопропускной трубы, земляного полотна, основания и покрытия с укреплением обочин и монтажом столбиков ограждения. Производство работ осуществляется в технологической последовательности: водопропускная труба, земляное полотно, основание и покрытие. Все работы выполняются поточным методом специализированными звеньями. После устройства покрытия выполняют монтажные работы по установке сигнальных столбиков ограждения.

До начала выполнения работ подготавливаются площадки для складирования строительных материалов, средств механизации, производственных и бытовых условий рабочих. Участок строительства примыкания ограждают дорожными знаками, а движение транспортного потока направляют по объездным дорогам.

Устройство водопропускной трубы. С учетом прогнозируемого потока воды и принятых конструктивных параметров земляного полотна примыкания дороги принимается диаметр пропускной трубы и ее длина. Строительство трубы ведется с опережением отсыпки насыпи примыкания. Работы по устройству водопропускной трубы выполняются в технологической последовательности. Разрабатывают котлован под устройство основания трубы, укладывают и уплотняют материал основания под трубу, осуществляют монтаж звеньев и оголовков трубы, выполняют изоляционные работы и производят засыпку трубы грунтом.

Разработка котлована. Трубу устраивают на прямых участках примыкания. До начала работ по устройству котлована под трубу выполняют разбивку оси трубы, разбивку котлована и устраивают обноску. На продольной оси примыкания устанавливают метки, от которых в обе стороны восстанавливают перпендикуляры, которые отражают ось трубы. После этого выполняют разбивку котлована под звенья и оголовки трубы. Размеры котлована в плане должны соответствовать размерам фундамента с запасом 0,5 м в каждую сторону. Котлован под звенья и оголовки трубы разрабатывают экскаватором с ковшем обратная лопата. Глубина выемки грунта под оголовки трубы принимается с учетом глубины промерзания грунта для данной местности. По окончании разработки грунта осуществляют зачистку поверхности грунта до проектных отметок с учетом продольного уклона подъема трубы с последующим уплотнением основания вибрационными плитами.

Технология устройства подушки под водопропускную трубу. По спланированному и зачищенному дну траншеи устраивают песчаный слой толщиной 0,1...0,15 м с последующим уплотнением вибрационными плитами. По песчаному слою распределяют слой щебня толщиной 0,1 м, который после планировки уплотняют плитами. По окончании работы производят инструментальную проверку отметок щебеночной подготовки и положение ее в плане и выполняют разбивку проектного положения звеньев трубы. Уклон поверхности щебеночной подготовки должен соответствовать проектному уклону с учетом заданного строительного подъема трубы.

Для устройства основания под трубу можно использовать гравийно-песчаную смесь, которую после распределения и разравнивания уплотняют вибрационными плитами. Подушку устраивают в два слоя. Первый слой гравийно-песчаной смеси толщиной 15...20 см распределяют, разравнивают и уплотняют вибрационными плитами. Затем распределяют второй слой до проектной толщины, планируют с учетом заданного уклона и уплотняют. После этого посередине подушки образуют лоток по очертанию внешней поверхности звена трубы, глубину лотка определяют из расчета расположения входного отверстия трубы на уровне грунтовой поверхности (рис. 1). Лотку придают проектный продольный уклон трубы с учетом проектного строительного подъема.

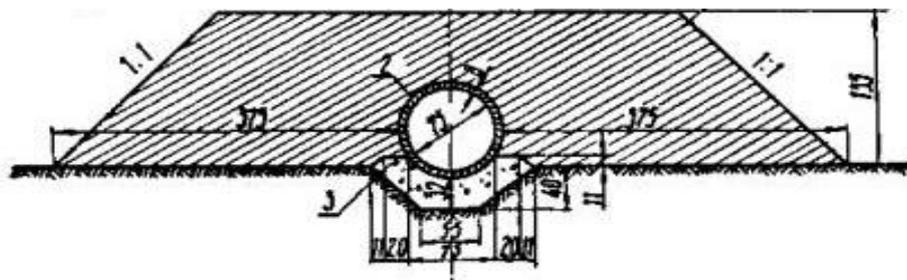


Рис. 1. Схема расположения трубы в насыпи земляного полотна:

1 – оголовок; 2 – звено трубы; 3 – гравийно-песчаная подушка; 4 – засыпка грунтом

Монтаж звеньев и оголовков трубы. Монтажные работы по устройству водопропускной трубы начинают с блока выходного оголовка. После установки и закрепления блока в проектное положение приступают в технологической последовательности к монтажу остальных звеньев трубы. Зазоры между звеньями, равные 10 мм, обеспечиваются при помощи фиксатора (шаблона). После установки всех звеньев и оголовков окончательно выравнивают линию звеньев относительно продольной оси, обеспечивая величину проектного зазора между звеньями.

Изоляционные работы. Изоляционные работы выполняют при температуре воздуха не ниже +5 °С. К изоляционным работам относятся операции заделки стыков между трубами, оклеечная изоляция на швах и обмазочная изоляция звеньев трубы и поверхностей оголовков, соприкасающихся с грунтом. Швы на стыках звеньев и на примыканиях звеньев к оголовкам заделывают жгутами из пакли, пропитанной битумом в два слоя. Первый слой запрессовывают таким образом, чтобы жгуты не доходили до внутренней поверхности звеньев трубы примерно на 30 мм, а затем запрессовывают второй слой, который не должен доходить до внешней поверхности на 5...10 мм. После этого углубление в шве заполняют мастикой. Схема гидроизоляции трубы представлена на рис. 3.

Оклеечную изоляцию на стыках звеньев труб выполняют в сухую погоду в следующей последовательности: место стыка звеньев труб грунтуют битумным лаком с последующим нанесением горячей мастики тонким равномерным слоем толщиной 1,5...3 мм, на которую накладывают полоску ткани из стекловолкна шириной 250 мм и прикатывают валиком; аналогично устраивают второй слой, на который наносят отделочный слой мастики.

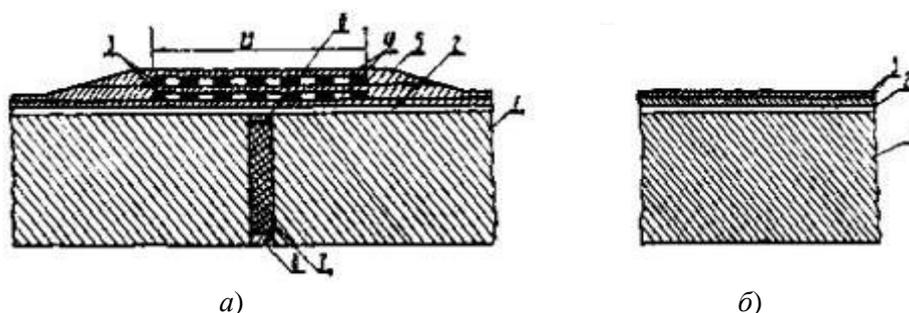


Рис. 2. Схема гидроизоляции трубы:

а – оклеечная гидроизоляция на стыках звеньев; *б* – обмазочная гидроизоляция;
 1 – звено трубы; 2 – битумный лак; 3 – два слоя битумоасбестовой мастики (толщина каждого слоя 1...3 мм); 4 – стеклоткань;
 5 – отделочный слой битумоасбестовой мастики;
 6 – слой мастики, перекрывающий запрессованную паклю;
 7 – пакля, пропитанная битумом, 5 – цементный раствор

Обмазочную изоляцию в два слоя наносят на внешнюю поверхность звеньев трубы и на поверхности оголовков, засыпаемые грунтом. Обмазочную изоляцию начинают с нанесения на бетонную поверхность трубы слоя битумного лака, на который наносят битумоасбестовую мастику тонким слоем 1,5...3 мм. После охлаждения нанесенного слоя наносят второй слой мастики. Общая толщина слоя 3...6 мм. Оклеечную изоляцию звеньев трубы выполняют аналогично оклеечной изоляции швов.

Засыпка трубы грунтом. Водопропускную трубу, после приемки комиссией и составления актов на скрытые работы, засыпают грунтом равномерно с обеих сторон трубы слоями толщиной 0,15...0,3 м с последующим уплотнением. При толщине слоя 0,5 м над трубой отсыпку грунта прекращают и разрешается проезд машин по насыпи примыкания с переездом через трубу.

Требования по качеству работ. В процессе строительства трубы качество работ проверяют в соответствии с картой операционного контроля качества работ (раздел VIII ЕНиР).

Пример графика процесса приведен в табл. 2, а результаты расчета приводятся в табличной форме (табл. 3) с использованием табл. 4, 5, 6, а контролируемые параметры качества работ в табл. 7.

2. График выполнения производственного процесса по устройству водопропускной трубы, примыкающей к автомобильной дороге

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость на весь объем работ, чел-ч	Состав звена	I смен								II смен									
					1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8		
Влаживание строительной площадки бульдозером	а ²	1000	0,5	Машинист бульдозера 4 разр.-I	1/83																	
Вигрузка автокраном бетонных блоков трубы с сертификатами	I блок	14	3	Машинист автокрана Монтажники конструкций: 6 разр.-I 3 " " -I	1/2																	
Разбивка работ для устройства котлована под трубу	I котлован	1	1,5	Землеоплы: 3 разр.-I 2 " " -I	1/83																	
Разработка котлована экскаватором ЭО-3311В в грунте II группы	м ³	22	0,9	Машинист экскаватора 5 разр.-I	1/83																	
Обработка котлована с зачисткой вручную	"	2,6	9	Землеоплы: 3 разр.-I 2 " " -I	1/3																	
Перемещение разработанного грунта за пределы площадки бульдозером	"	25,6	0,5	Машинист бульдозера 4 разр.-I	1/83																	
Гидроизоляция (обмазочная) оголовков и звеньев трубы на строительной площадке	м ²	42,7	8	Монтажники конструкций: 5 разр.-I	1/13																	
Установка блока оголовков автокраном в котлован с устройством гравийно-песчаной подушки и креплением оголовков распорками	I блок	2	4	Машинист автокрана 6 разр.-I Монтажники конструкций: 4 разр.-I 3 " " -I	1/1																	
Перемещение грунта бульдозером к котлованам трубы	м ³	25,6	0,5	Машинист бульдозера 4 разр.-I	1/83																	
Засыпка котлованов грунта осыями толщиной до 15 см вручную с последующим трамбованием жототрамбовками	"	20	9	Землеоплы: 3 разр.-I 4 " " -I	1/3																	
Устройство гравийно-песчаной подушки под звенья трубы в два слоя с образованием лотка для звеньев трубы	м ²	34	4,5	Землеоплы: 3 разр.-I 2 " " -I	1/13																	
Установка звеньев трубы автокраном	I звено	12	12	Машинист автокрана 6 разр.-I Монтажники конструкций: 4 разр.-I 3 " " -I	1/3																	
Гидроизоляционные работы-напопавшие швы, оклеивание гидроизоляцией на откосах звеньев, обработка обсаженной гидроизоляции	I звено	12	12	Монтажники конструкций (изоляционные): 4 разр.-I 3 " " -I	1/7																	
Засыпка звеньев трубы грунтом экскаватором ЭО-3311В, оборудованным грейфером новым при доставке грунта автокраном-самосвалами	м ³	67	1,0	Машинист экскаватора 5 разр.-I	1/83																	
Последнее разравнивание грунта с последующим трамбованием жототрамбовками	м ² м ³	285 67	10	Землеоплы: 3 разр.-I	1/7																	
Всего на трубу			82,2																			

Примечание. Цифры над чертой – количество рабочих, занятых в операции, цифры под чертой – продолжительность операции в часах.

3. График производственного процесса устройства водопропускной трубы на примыкании

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость, чел/ч		Состав звена	Продолжительность, см																	
1	Разбивочные работы																							
2	Снятие растительного слоя с перемещением за пределы площадки																							
3	Прием и складирование на строительной площадке блоков и звеньев																							
4	Разработка траншеи под тело трубы бульдозером с перемещением грунта за пределы площадки																							
5	Рытье котлована под оголовки экскаватором																							
6	Зачистка дна и стенок котлована вручную																							
7	Устройство основания под тело трубы и оголовка																							
8	Монтаж блоков и звеньев трубы																							

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость, чел/ч	Состав звена	Продолжительность, см													
9	Технологические перерывы																		
	Итого работа звена № 2 цикл																		
10	Бетонирование лотков и уход за бетоном																		
11	Конопатка швов между звеньями и блоками оголовков паклей, пропитанной битумом																		
12	Устройство оклеечной изоляции стыков																		
13	Устройство обмазочной изоляции																		
14	Заделка и расшивка швов цементным раствором																		
15	Засыпка трубы с послойным уплотнением грунта трамбовками																		
	Итого работа звена № 3 (3 ц и к л)																		
	Всего на трубу																		

4. Калькуляция затрат труда на устройство водопропускной трубы на примыкании

Шифр норм и расценок	Наименование работ	Состав звена	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Расценка, р.-к.	Нормативное время на полный объем, чел-ч	Стоимость затрат труда на полный объем работ, р.-к.
ЕНиР, § 2-1-24,	Планировка площадки бульдозером	Машинист бульдозера 5 разр.-1	1000 м ²	1	1,05	0-73,8	1,05	0-74
ЕНиР, § 4-4-92,	Разгрузка оголовков и звеньев трубы на строительной площадке	Машинист автокрана 6 разр.-1 Монтажники: 4 разр.-1; 3 разр.-1	1 блок	2	0,66 (0,22)	0-43,4	1,32 (0,44)	0-87
ЕНиР, § 2-1-10	Разработка котлована экскаватором	Машинист экскаватора 4 разр.-1	100 м ³	0,22	4,5	3-16	0,99	0-70
ЕНиР, § 2-1-31	Доработка котлована вручную	Землекоп 2 разр.-1	1 м ³	3,6	1,5	0-73,9	5,4	2-66
ЕНиР, § 2-1-46, § 2-1-31	Зачистка котлована вручную	То же	100 м ²	0,44	15	7-39	6,6	3-25
ЕНиР, § 2-1-15	Перемещение грунта бульдозером за пределы строительной площадки на расстояние 80 м	Машинист бульдозера 4 разр.-1	100 м ³	0,256	3,02	1-89	0,77	0-48
ЕНиР, § 4-4-88	Устройство основания под звенья трубы	Дорожные рабочие:	100 м ²	0,02	18	10-04	0,36	0-20
ЕНиР, § 4-4-93	Установка блоков порталных оголовков	Машинист 6 разр.-1 Монтажники:	1 блок	2	2,5 (0,5)	1-57,5	5 (1)	3-15
ЕНиР, § 4-1-101	Устройство обмазочной гидроизоляции	Гидроизолировщики 2 разр.-2	м ²	18	0,26	0-14,4	4,68	2-59
ЕНиР, § 2-1-44	Послойная засыпка пазух котлована и трубы	Землекопы:	1 м ³	20	0,58	0-27	11,6	5-40

Шифр норм и расценок	Наименование работ	Состав звена	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Расценка, р.-к.	Нормативное время на полный объем, чел-ч	Стоимость затрат труда на полный объем работ, р.-к.
ЕНиР, § 2-1-45	Послойное уплотнение грунта	Землекоп 3 разр.-1	100 м ²	1,52	2,34	1-30	3,56	1-98
ЕНиР, § 4-4-88	Устройство подушки в два слоя по 15 см	рабочие: 4 разр.-1 3 разр.-1	100 м ²	0,34	18	10-04	6,12	3-41
ЕНиР, § 4-4-94	Монтаж звеньев трубы	Машинист 6 разр.-1 Монтажники:	1 звено	12	1,6 (0,32)	1-00,8	19,2 (3,84)	12-10
ЕНиР, § 4-4-99	Конопатка швов между звеньями трубы	Монтажники 4 разр.-1 3 разр.-1	1 м шва	35,5	0,155	0-09,1	5,5	3-23
ЕНиР, § 4-4-99	Заделка швов цементным раствором	Монтажник 4 разр.-1	1 м шва	35,5	0,084	0-05,3	2,98	1-88
ЕНиР, § 4-4-99	Устройство оклеечной гидроизоляции швов	Гидро-изолировщики: 4 разр.-1 3 разр.-1	1 м шва	37,2	0,15	0-08,9	5,58	3-31
ЕНиР, § 4-4-101	Устройство обмазочной изоляции	Гидро-изолировщики 3 разр.-2	1 м ²	25,7	0,26	0-14,4	6,68	3-70
ЕНиР, § 2-1-12	Засыпка грунтом звеньев трубы слоями	Машинист Экскаватора 5 разр.-1	100 м ³	0,67	3,3	2-32	2,21	1-55
ЕНиР, § 2-1-45	Уплотнение грунта слоя толщиной 20 см	Землекоп 3 разр.-1	100 м ²	2,85	1,95	1-08	5,56	3-08
	Всего на трубу						105,2	59-80

5. Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	По калькуляции А	По графику Б
Трудоемкость работ на трубу, чел-ч	105,2	82,2
Средний разряд рабочих	3,2	3,2
Среднедневная заработная плата на одного рабочего, р.-к.	4-55	5-82

6. Материально-технические ресурсы

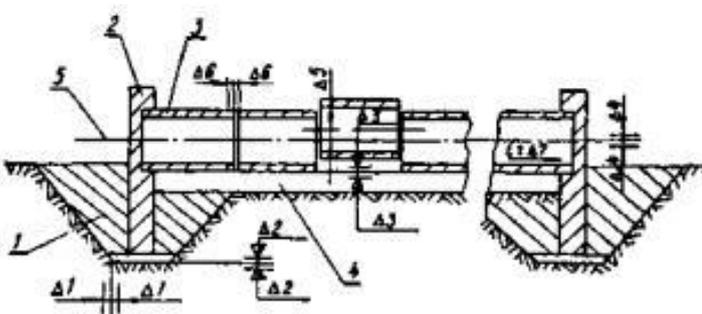
А. Основные материалы

Наименование материалов	Марка, ГОСТ	Количество на трубу
Блоки оголовков, шт.		
Звенья трубы диаметром 0,75 м длиной 1 м, шт.	То же № 11	12
Битумоасбестовая мастика, кг	–	260
Битумный лак, л		43,7
Битум, кг		26
Стеклоткань или мешковина, м ²		18,8
Пакля, кг		3
Гравийно-песчаная смесь, м ³		6
Песчаный грунт для засыпки трубы, м ³		67

Б. Машины, оборудование, инструменты, инвентарь

Наименование	Марка, ГОСТ	Количество
Кран автомобильный	КС-2561Е	1*
Бульдозер	ДЗ-42	1*
Экскаватор с обратной лопатой	ЭО-3311Б	1*
Автомобили-самосвалы для доставки грунта	КрАЗ-256Б	По расчету
Вибрационная плита	С-537	2
Агрегат распылительный передвижной		1
Котел битумный для разогрева мастики	Д-124	1
Лопаты стальные строительные	ГОСТ 3620–76	9
Рулетка измерительная металлическая 20 м	ГОСТ 7502–69	1
Валик резиновый	То же	1
Конопатки стальные	То же	2
Ведра	–	2
Нивелир	ГОСТ 10528–76	1
Рейки нивелирные	ГОСТ 11158–76	2

7. Карта операционного контроля качества работ при устройстве водопропускной трубы на примыканиях

Контролируемые параметры	Предельные отклонения, мм	 <p style="text-align: center;">Схема продольного разреза трубы с указанием предельных отклонений: 1 – котлован; 2 – оголовок; 3 – звено трубы; 4 – гравийно-песчаная подушка; 5 – проектное положение оси трубы</p>
Геометрические размеры котлована	$\Delta_1 = +50$	
Отметки дна котлована	$\Delta_2 = \pm 20$	
Отметка лотка гравийно-песчаной подушки	$\Delta_3 = \pm 10$	
Положение продольной оси трубы	$\Delta_4 = \pm 30$	
Соосность звеньев трубы	$\Delta_5 = \pm 10$	
Зазор между звеньями на стыках	$\Delta_6 = \pm 5$	
Продольный уклон трубы	$\Delta_7 = \pm 0,005$	

8. Контролируемые параметры качества выполнения работ при устройстве водопропускной трубы на примыканиях

I	Основные операции, подлежащие контролю	Разработка котлована	Устройство гравийно-песчаной подушки	Монтаж блоков оголовков и звеньев трубы	Гидроизоляционные работы	Засыпка трубы грунтом
II	Состав контроля	1. Ширина. 2. Длина. 3. Отметки дна	1. Отметки лотка. 2. Плотность	1. Положение продольной оси трубы. 2. Соосность звеньев. 3. Зазор между звеньями 4. Продольный уклон трубы	1. Плотность конопатки швов. 2. Оклеенная изоляция на стыках звеньев. 3. Обмазочная изоляция оголовков и звеньев	1. Высота насыпи. 2. Ширина по низу. 3. Плотность
III	Метод и средства контроля	Измерительный. 1, 2. Рулетка. 3. Нивелир	Измерительный. 1. Нивелир. 2. Плотномер-влажгомер Ковалева	Измерительный. 1, 2. Теодолит, линейка. 3. Линейка. 4. Нивелир, рулетка	Визуальный	Измерительный. 1, 2. Рулетка. 3. Плотномер-влажгомер Ковалева

I	Основные операции, подлежащие контролю	Разработка котлована	Устройство гравийно-подушки	Монтаж блоков оголовков и звеньев трубы	Гидроизоляционные работы	Засыпка трубы грунтом
IV	Режим и объем контроля	1, 2. По одному разу на котлован оголовков и в трех поперечниках котлована под звенья трубы. 3. В точках эпюры строительного подъема	1. На каждом оголовке и в точках опоры строительного подъема. 2. Одна проверка на подушку	1, 4. В трех точках – у оголовков и в середине. 2, 3. На каждом стыке звеньев	1, 2. На каждом шве. 3. На каждом оголовке и звене трубы	1, 2. В трех поперечниках – по концам трубы и посередине. 3. Одна проба на каждые 1,5 м высоты насыпи
V	Ответственный за контроль	Мастер	Мастер, лаборант	Мастер, геодезист	Мастер	Мастер, лаборант
VI	Лицо, ответственное за организацию и осуществление контроля	Прораб				
VII	Привлекаемые для контроля подразделения	–	Лаборатория	Геодезическая служба	–	Лаборатория
VIII	Где регистрируются результаты контроля	Общий журнал работ, акт на освидетельствование и приемку котлована	Общий журнал работ, акт на скрытые работы		Общий журнал работ, акт приемки гидроизоляции	Общий журнал работ, журнал лабораторных работ

Устройство земляного полотна примыкания. Технологией устройства земляного полотна примыкания предусмотрено выполнение процессов: срезка растительного слоя грунта; уплотнение грунтового основания под насыпь; транспортировка, послойное выравнивание грунта и планировка слоя; планировку верха земляного полотна автогрейдером; укрепление откосов.

Растительный слой с подошвы насыпи разрабатывают и перемещают бульдозером в отвалы по обе стороны примыкания. Подошву насыпи уплотняют катками. Отсыпку грунта в насыпь ведут послойно с толщиной слоя не более 0,40...0,45 м с последующей планировкой и уплотнением.

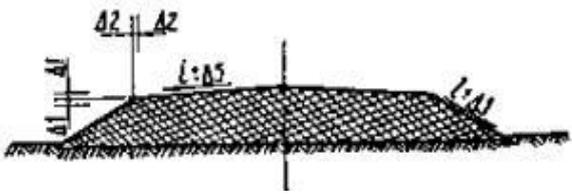
На откосе насыпи основной дороги бульдозером нарезают продольный уступ шириной 1 м для сопряжения насыпи примыкания с земляным полотном основной дороги. При отсыпке насыпи откосы не досыпают по толщине на 0,2...0,3 м с учетом дополнительного распределения растительным грунтом.

Укатку слоев грунта начинают от оси к краю с перекрытием проходов катка на 1/3 ширины вальца катка и затем проходы выполняют в обратном порядке. Последующие проходы катка выполняются после начального уплотнения всей площади слоя. Для предупреждения сползания катка с насыпи расстояние от края насыпи и вальцов должно быть не менее на 0,3 м.

На сопряжении примыкания с земляным полотном основной дороги нижние слои отсыпаемой насыпи уплотняют поперечными проходами катка, параллельными земляному полотну основной дороги. После достижения высоты насыпи примыкания высоты земляного полотна основной дороги уплотнение грунта выполняют продольными проходами катка с достижением требуемого коэффициента уплотнения. После уплотнения насыпи поверхность планируют автогрейдером. Завершают работы по отсыпке насыпи примыкания досыпкой откосов растительным грунтом.

Требования по качеству работ. Отсыпанное земляное полотно примыкания автомобильной дороги должно иметь проектные геометрические размеры и проектные поперечные уклоны. Поверхность земляного полотна должна быть ровная, без замкнутых впадин. Коэффициент уплотнения грунта – не ниже 0,95. Качество работ контролируют в соответствии с картой операционного контроля качества (табл. 9, 10).

9. Карта операционного контроля качества работ по устройству земляного полотна примыкания автомобильной дороги

Контролируемые параметры	Предельные отклонения	 <p>Схема поперечного разреза земляного полотна с указанием предельных отклонений</p>
Отметки продольного профиля, см	$\Delta_1 = \pm 5$	
Ширина земляного полотна между осью и бровкой, см	$\Delta_2 = -10$	
Крутизна откосов, %	$\Delta_3 = +10$	
Коэффициент уплотнения грунта	$\Delta_4 = -0,04$	
Поперечный уклон	$\Delta_5 = \pm 0,005$	

10. Контролируемые параметры качества выполнения работ по устройству земляного полотна примыкания автомобильной дороги

I	Основные операции, подлежащие контролю	Послойное разравнивание и планировка грунта	Послойное уплотнение грунта	Планировка верха земляного полотна
II	Состав контроля	1. Толщина слоя грунта. 2. Влажность грунта. 3. Ровность поверхности слоя	Коэффициент уплотнения	1. Отметки продольного профиля. 2. Ширина земляного полотна между осью и бровкой. 3. Поперечный уклон и крутизна откосов

I	Основные операции, подлежащие контролю	Послойное разравнивание и планировка грунта	Послойное уплотнение грунта	Планировка верха земляного полотна
III	Метод и средства контроля	Измерительный. 1. Складной метр. 2. Плотномер-влажномер Ковалева. 3. Визуальный	Измерительный Плотномер-влажномер Ковалева	Измерительный 1-3. Нивелир, рулетка
IV	Режим и объем контроля	Для каждого отсыпанного слоя на поперечниках через 50 м. На каждом поперечнике три пробы: посередине и в 1 м от каждого края. 2. Не менее двух раз в смену. 3. На каждом слое	Для каждого слоя на поперечниках через 50 м. На каждом поперечнике три пробы: посередине и на расстоянии 1 м от края	Промеры не реже чем через 50 м
V	Лицо, контролирующее операцию	Мастер, лаборант		Мастер, геодезист
VI	Лицо, ответственное за организацию и осуществление контроля	Прораб		
VII	Привлекаемые для контроля подразделения	Лаборатория		Геодезическая служба
VIII	Где регистрируются результаты контроля	Журнал отсыпки и уплотнения земляного полотна		Общий журнал работ

Указания по организации труда. Насыпь земляного полотна отсыпают, как правило, в две смены. Участок работ делят на две захватки, границей между которыми является построенная труба.

Растительный слой с подошвы насыпи разрабатывают и перемещают бульдозером в отвалы по обе стороны примыкания. Подошву насыпи уплотняют катками. Отсыпку грунта в насыпь ведут послойно с толщиной слоя не более 0,40...0,45 м с последующей планировкой и уплотнением.

На откосе насыпи основной дороги бульдозером нарезают продольный уступ шириной 1 м для сопряжения насыпи примыкания с земляным полотном основной дороги. При отсыпке насыпи откосы не досыпают по толщине на 0,2...0,3 м с учетом дополнительного распределения растительным грунтом.

Укатку слоев грунта начинают от оси к краю с перекрытием проходов катка на 1/3 ширины вальца катка и затем проходы выполняют в обратном порядке. Последующие проходы катка выполняются после начального уплотнения всей площади слоя. Для предупреждения сползания катка с насыпи расстояние от края насыпи и вальцом должно быть не менее на 0,3 м.

На сопряжении примыкания с земляным полотном основной дороги нижние слои отсыпаемой насыпи уплотняют поперечными проходами катка, параллельными земляному полотну основной дороги. После достижения высоты насыпи примыкания высоты земляного полотна основной дороги уплотнение грунта выполняют продольными проходами катка с достижением требуемого коэффициента уплотнения. После уплотнения насыпи поверхность планируют автогрейдером, график производственного процесса по устройству земляного полотна примыкания автомобильной дороги заполняется в табличной форме (табл. 11) с учетом данных табл. 13 – 15. Пример графика процесса приведен в табл. 12.

**11. График производственного процесса по устройству земляного полотна примыкания автомобильной дороги
(длина примыкания – 100 м, объем земляных работ – 2100 м³)**

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Трудоемкость, чел/ч	Состав звена	Продолжительность, см														
1	Разбивочные работы																			
1	Снятие растительного слоя с перемещением за пределы площадки																			
2	Уплотнение грунта основания подошвы примыкания																			
3	Транспортировка грунта, разгрузка с устройством слоев																			
4																				
5																				
6																				
	Итого работа звена № 3 (3 ц и к л)																			
	Всего на трубу																			

Таблица 12

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость на весь объем работ, чел-ч	Состав бригады	1-я смена								2-я смена				
					1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	
Подготовительно-заключительные работы	-	-	1,2		0,2							0,2	0,2				
Срезка растительного грунта бульдозером	$\frac{м^2}{м^3}$	2000 308	3	Машинист бульдозера 6 разр.-2	2												
Разравнивание грунта бульдозером слоями толщиной до 30 см в плотном состоянии с планировкой отсыпанного слоя	$м^3$	2100	15,6					7						2			
Досыпка откосов насыпи растительным грунтом бульдозером	"	240	2,2													2	
Подготовка катка к работе и уход за машиной в конце смены	-	-	0,9	Машинист катка 6 разр.-1	0,5							0,1	0,1	0,1			
Уплотнение подошвы насыпи катком на пневматических виках за 4 прохода катка по одному следу	$м^2$	2000	4,5		1												
Послойное уплотнение грунта катком на пневматических виках при отсыпке насыпи за 8 проходов по одному следу	$м^3$	2100	8,1					3,8						1,3			
Планировка верх земляного полотна автогрейдером, оборудованным системой "Профиль-1"	$м^2$	1600	1	Машинист автогрейдера 6 разр.-1													1
Итого на 2100 $м^3$ грунта			33,5														
на 1000 $м^3$ грунта			15,95														

13. Калькуляция затрат труда на устройство земляного полотна примыкания (длина примыкания – 100 м, объем земляных работ – 2100 $м^3$)

Шифр норм и расценок	Описание работ	Состав звена	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Расценка, р.-к.	Нормативное время на полный объем работ, чел-ч	Стоимость затрат труда на полный объем работ, р.-к.
ЕНиР, § 2-1-5,	Срезка растительного грунта с перемещением в отвал	Машинист 6 разр.-1	1000 $м^2$	2,0	1,85 (1,85)	1-46	3,70	2,92
ДиЗ, вып. 5, к ЕНиР, § 2-2-22,	Уплотнение основания насыпи катком	Машинист 6 разр.-1	1000 $м^2$	2,0	0,95 (0,95)	0-75,1	1,90	1-50
ЕНиР, § 2-1-20,	Разравнивание грунта бульдозером	Машинист 6 разр.-1	100 $м^3$	21	0,81 (0,81)	0-64	17,01	13-44
ЕНиР, § 2-1-24,	Планировка поверхности слоя грунта бульдозером	То же	1000 $м^2$	7	0,31 (0,31)	0-24,5	2,17	1-72
ДиЗ, вып. 5, к ЕНиР, § 2-2-22,	Уплотнение слоя грунта катком	Машинист 6 разр.-1	100 $м^3$	21	0,53 (0,53)	0-42,1	11,13	8-84

Шифр норм и расценок	Описание работ	Состав звена	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Расценка, р.-к.	Нормативное время на полный объем работ, чел-ч	Стоимость затрат труда на полный объем работ, р.-к.
ТНиР, § Т79-3-7	Планировка поверхности насыпи автогрейдером	Машинист 6 разр.-1	1000 м ²	1,6	0,68 (0,68)	0-53,6	1,09	0-86
ЕНиР, § 20-2-1.)	Досыпка растительным грунтом откосов насыпи бульдозером с перемещением грунта из отвалов на расстояние до 10 м	Машинист бульдозера 6 разр.-1	100 м ³	2,4	0,97 (0,97)	0-76,6	2,33	1-84
	Итого: на 2100 м ³ грунта						39,33	31-12
	на 1000 м ³ грунта						18,7	14-82

14. Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	По калькуляции А	По графику Б
Трудоемкость работ на 1000 м ³ грунта, чел-ч	18,7	15,95
Средний разряд рабочих	6	6
Среднедневная заработная плата на одного рабочего, р.-к.	6-33	7-43

15. Материально-технические ресурсы

Машины, оборудование, инвентарь

Наименование	Марка, ГОСТ	Количество
Автогрейдер, оборудованный системой «Профиль-1»	ДЗ-31-1	1*
Бульдозеры	ДЗ-18	2
Каток на пневматических шинах	ДУ-16В	1
Автомобили-самосвалы для доставки грунта	КрАЗ-256Б	По расчету
Нивелир с треногой	ГОСТ 10528-76	1
Рейки нивелирные	ГОСТ 11158-76	2
Рулетка измерительная металлическая 20 м	ГОСТ 7502-69	1
Линейка измерительная металлическая	ГОСТ 427-75	1
Плотномер-влажномер Ковалева	–	1
Знаки дорожные для ограждения участка работ, компл	ГОСТ 10807-78	1

Указания по технике безопасности. При работе бульдозера необходимо соблюдать следующие правила:

- при сбрасывании грунта под откос не выдвигать отвал за бровку насыпи;
- не поворачивать бульдозер с заглубленным или с загруженным отвалом;
- во время остановок бульдозера отвал его необходимо опускать на грунт.

Отсыпку земляного полотна следует выполнять в соответствии с «Типовой инструкцией по охране труда для машиниста бульдозера». М., Оргтрансстрой, 1978, «Типовой инструкцией по охране труда для машинистов грунтоуплотняющих машин». М., Оргтрансстрой, 1977.

Устройство дорожных одежд основания. При устройстве основания выполняют следующие работы:

- распределение песка подстилающего слоя автогрейдером;
- уплотнение песчаного слоя катком;
- распределение и укладку щебеночного слоя основания;
- уплотнение щебеночного слоя.

Устройство песчаного слоя основания примыкания. Для отсыпки песчаного слоя используют транспортные машины, потребное количество которых определяют с учетом необходимого объема материала, грузоподъемности машин, дальности транспортировки и сроков поставки. Разгрузка машин осуществляется по обе стороны оси земляного полотна в шахматном порядке. Распределение песка заданной толщиной слоя выполняется автогрейдером.

Уплотнение песчаного слоя производится катками. Уплотняют песчаный слой при оптимальной влажности песка. При недостаточной влажности производят полив водой из поливочной машины. При влажности песка выше оптимальной его просушивают при перемешивании его автогрейдером.

Уплотнение песчаного слоя заканчивают после выполнения установленного числа проходов катка по одному следу и после проверки плотности представителем лаборатории (рис. 3).

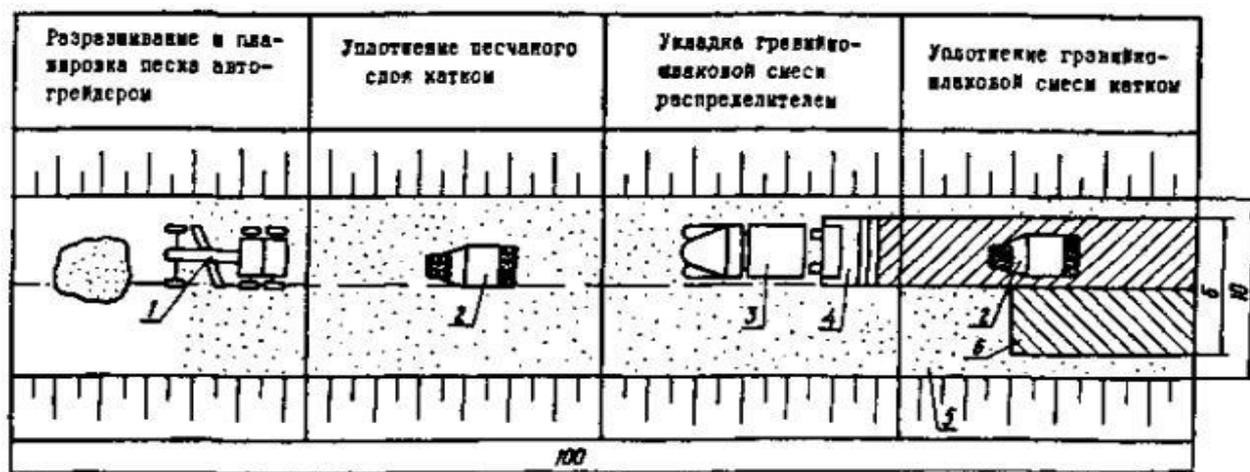


Рис. 3. Технологическая схема устройства гравийно-шлакового основания на песчаном подстилающем слое:

- 1 – автогрейдер; 2 – каток на пневмошинах самоходный; 3 – автомобиль-самосвал;
4 – распределитель; 5 – песчаный слой; 6 – готовое гравийно-шлаковое основание

Устройство щебеночного основания. Производство работ при устройстве щебеночного основания заключается в распределении щебня и клинца по поверхности песчаного слоя и их уплотнение. Основания из щебня выполняют в такой последовательности: распределяют щебень распределителем ДС-54; уплотняют щебеночное основание; рассыпают и уплотняют клинец; осуществляют уход за основанием.

Распределение щебня. Для устройства основания применяют щебень фракции 40...70 мм. Его доставляют автомобилями-самосвалами и укладывают самоходным распределителем ДС-54 на подстилающий слой, предварительно очищенный от снега и льда.

Распределитель оборудуют навесным рабочим органом щебнеукладчика. При неподвижном положении распределителя автомобиль-самосвал заезжает на специальные трапы и выгружает щебень в приемный бункер. После разгрузки и съезда с трапов автомобиль-самосвала начинают распределение материала шириной 3,75 м.

По мере движения распределителя щебень из бункера поступает к отвалу плужного типа, который распределяет его равномерно по всей ширине укладываемой полосы, обеспечивая заданную толщину. При выходе за пределы отвала щебень уплотняется виброплитами.

Для ограничения распределения материала и создания кромки покрытия служат специальные щиты.

После распределения щебня по всей проезжей части (две полосы) исправляют, заполняя щебнем края уложенного слоя, тщательно выравнивают граблями сопряжение полос основания.

При отсутствии распределителя ДС-54 распределение щебня можно производить автогрейдером, оборудованным системой «Профиль-1». При этом щебень разравнивают автогрейдером на второй передаче, после чего щебеночное основание профилируют окончательно с применением системы «Профиль-1».

Уплотнение щебеночного основания. Для уплотнения щебеночного основания применяют катки с гладкими вальцами или катки на пневматических шинах. Щебень укатывают в три периода.

В первый период уплотнение осуществляют самоходным катком на пневматических шинах ДУ-31А за три-шесть проходов по одному следу (давление в шинах 4...5 кгс/см²). Укатку щебня начинают от обочины к оси дороги с перекрытием предыдущего прохода катка на 1/3. Количество проходов по одному следу по мере приближения к оси дороги уменьшают до одного. Достигнув оси дороги, каток возвращают к обочине и повторяют уплотнение в том же порядке. После нескольких проходов по одной стороне от оси дороги каток переходит на другую сторону (рис. 4).

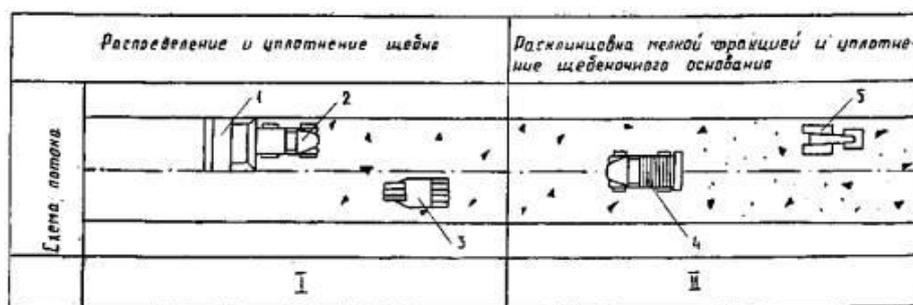


Рис. 4. Технологическая схема устройства щебеночного основания ДС-54:

- 1 – распределитель ДС-54; 2 – автомобиль-самосвал; 3 – каток на пневматических шинах ДУ-31А;
 4 – щебнераспределитель ДЭ-43; 5 – каток гладковальцовый ДУ – 48Б;
 I, II – захватки длиной по 210 м каждая

Признаками окончания уплотнения служит прекращение образования волны перед катком и отсутствие заметной на глаз осадки щебня. Поперечный профиль основания проверяют по шаблону, а ровность в продольном направлении: рейкой длиной 3 м. Места просадок исправляют подсыпкой щебня.

Во втором периоде укатку щебня ведут также катком ДУ-31А по указанной схеме. Скорость движения в начале второго периода должна быть не более 1,5...2 км/ч, а в конце может быть доведена до максимальной рабочей скорости. На последних двух проходах катка при максимальном давлении в шинах скорость движения катка снижают до 1,5...2 км/ч для ликвидации нарушения структуры укрепленной верхней части слоя. Ориентировочное количество проходов катка по одному следу 10...25, давление в шинах: 5...6 кгс/см². Необходимое количество проходов катка по одному следу устанавливают пробной укаткой. Признаками завершения второго периода уплотнения служат прекращение образования волны перед катком, отсутствие следов после проходов катка.

В третьем периоде уплотнение щебеночного основания производят с предварительной расклинцовкой его мелкой фракцией щебня. Уплотняют расклинченный слой тяжелым вальцовым катком ДУ-48Б за пять-семь проходов по одному следу. В этот период образуется плотная щебеночная кора путем заклинивания слоя мелкозернистым материалом. Признаками окончания уплотнения служат: отсутствие подвижности щебня, прекращение образования волны перед катком, стабилизация режима работы двигателя катка, при максимальной скорости движения и равномерной подаче топлива.

Расклинцовка основания. Расклинцовку основания производят щебнераспределителем ДЭ-43. Оборудование щебнераспределителя монтируют на шасси автомобиля ЗИЛ-130. Приемная часть бункера имеет объем 3,5 м³ и служит для загрузки щебня погрузчиком из штабеля. Ленточно-цепной питатель плавно подает щебень из приемной части бункера к распределителю. Распределение мелкого щебня производят полосами. После распределения щебня на первой полосе шириной 2,5 м распределяют его на следующей (смежной) и т.д.; Для расклинцовки применяют щебень фракции 10...20 мм в количестве 1,5 м³ на 100 м². График работ по устройству однослойного щебеночного основания представлен в табл. 16.

График производственного процесса представлен в табл. 17.

16. График работ по устройству однослойного щебеночного основания

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость на единицу измерения, чел-ч	Трудоемкость на весь объем работ, чел-ч	Состав звена	Часы смены									
						1	2	3	4	5	6	7	8		
Устройство щебеночного основания. Подготовительно-заключительные работы	Чел-ч	-	-	0,66	Машинист 5 разр. - I Дорожный рабочий разр. - I										
Укладка щебня самосходным распределителем ДС-54	100 м ²	15,75	0,97	15,34	Дорожные рабочие: 2 разр. - I										
Подготовительно-заключительные работы	Чел-ч	-	-	0,66	Дорожные рабочие: 2 разр. - I										
Выравнивание кромок в мест стыковкой полос уложенного щебеночного слоя; проверка ровности и поперечного профиля основания, заглаживание неровностей щебнем в основании после подкатки	100 м ²	5,77	2,66	15,34											
Подготовительно-заключительные работы	Чел-ч	-	-	0,83	Машинист 6 разр. - I										
Подкатка щебеночного основания катком ДУ-31А за шесть проходов по одному следу	1000 м ²	1,575	1,59	2,5											
Укатка щебеночного основания катком ДУ-31А за 23 прохода по одному следу	То же	1,575	2,97	4,67											
Подготовительные работы	Чел-ч	-	-	0,33											
Расклинцовка катком щебнераспределителем ДЭ-43	100 м ²	15,75	0,09	1,4	Машинист 4 разр. - I										
Подготовительно-заключительные работы	Чел-ч	-	-	1,87	Машинист 5 разр. - I										
Укатка клинцов за семь проходов по одному следу катком ДУ-48Б	100 м ²	15,75	-	6,44											

Всего: на 1575 м²
1000 м²

49,73
31,57 (3,95) чел.-дн

17. График производственного процесса

№ п/п	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	Трудоемкость, чел/ч	Состав звена	Продолжительность, см														
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Разбивочные работы																			
1	Снятие растительного слоя с перемещением за пределы площадки																			
2	Уплотнение грунта основания подошвы-примыкания																			
3	Транспортировка грунта, разгрузка с устройством слоев																			
4																				
5																				
6																				
Итого работа звена № 3 (3 ц и к л)																				
Всего на трубу																				

Таблица 18

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость на весь объем работ, чел-ч	Состав бригады	1-я смена				2-я смена							
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Подготовительно-заключительные работы	-	-	1,2	Машинист бульдозера 6 разр.-2	2						2					
Срезка растительного грунта бульдозером	$\frac{м^2}{м^3}$	$\frac{2000}{308}$	3		2						1					
Разравнивание грунта бульдозером слоями толщиной до 30 см в плотном состоянии с планировкой отсыпного слоя	$м^3$	2100	15,6	Машинист катка 6 разр.-1			2				2					
Досыпка откосов насыпи растительным грунтом бульдозером	"	240	2,2										2			
Подготовка катка к работе и уход за машиной в конце смены	-	-	0,9		1						1					
Уплотнения подошвы насыпи катком на пневматических шинах за 4 прохода катка по одному следу	$м^2$	2000	1,5	Машинист автогрейдера 6 разр.-1	1											
Последнее уплотнение грунта катком на пневматических шинах при отсыпке насыпи за 8 проходов по одному следу	$м^3$	2100	8,1													
Планировка верх земляного полотна автогрейдером, оборудованным системой "Профиль-1"	$м^2$	1600	1													
Итого на 2100 $м^3$ грунта																
на 1000 $м^3$ грунта																

Примечания.

1. Цифрами над линиями указано количество рабочих, занятых в операции; под линиями – продолжительность операции в минутах.
2. В трудоемкость включено время на отдых рабочих в течение смены.

Указания по организации труда. Работы организуют на двух сменных захватках:

№ 1 – укладывают и уплотняют щебеночный слой;

№ 2 – осуществляют россыпь и уплотнение клинца.

Калькуляция затрат труда на устройство однослойного щебеночного основания толщиной 15 см на захватке длиной 210 м приведена в табл. 19.

19. Калькуляция затрат труда на устройство однослойного щебеночного основания толщиной 15 см на захватке длиной 210 м (1575 м²)

Шифр норм, шифр и числовые значения поправочных коэффициентов	Содержание работ	Состав звена	Единица измерения	На единицу			Объем работ	На конечную продукцию		
				норма затрат труда, чел.-ч	расценка, р.-к.	норма времени использования машин, маш.-ч		нормативная трудоемкость, чел.-ч	сумма заработной платы, р.-к.	нормативное время использования машин, маш.-ч
ТНиР, § Т92-4-3,	Укладка щебня	Машинист 5 разр.-1 рабочий 2 разр.-1	100 м ²	1,06	0-63,5	0,53	15,75	16,7	10-00	8,35
ЕНиР, § 17-25, № 46, К=1,13	Разравнивание щебня вручную	Дорожные рабочие: 2 разр.-1 1 « -1	То же	7,0	3-27	–	0,5	3,5	1-64	–
ТНиР, § Т92-2-1,	Подкатка щебеночного основания катком	Машинист 6 разр.-1	1000 м ²	1,58	1-25	1,58	1,575	2,49	1-97	2,49
ЕНиР, § 17-26,	Проверка профиля дороги после подкатки	Дорожные рабочие: 3 разр.-1 2 « -2	100 м ²	2,37	1-22		5,27	12,5	6-43	
ТНиР, § Т92-2-1,	Укатка щебеночного основания	Машинист 6 разр.-1	1000 м ²	3,12	2-46	3,12	1,575	4,91	3-87	4,91
ЕНиР. § 20-2-33,	Распределение клинца	Машинист 4 разр.-1	100 м ²	0,09	0-05,7	0,09	15,75	1,42	0-89,8	1,42

Шифр норм, шифр и числовые значения поправочных коэффициентов	Содержание работ	Состав звена	Единица измерения	На единицу			Объем работ	На конечную продукцию		
				норма затрат труда, чел.-ч	расценка, р.-к.	норма времени использования машин, маш.-ч		нормативная трудоемкость, чел.-ч	сумма заработной платы, р.-к.	нормативное время использования машин, маш.-ч
ЕНиР, § 17-11,	Укатка клинца катком	Машинист 5 разр.-1	100 м ²	0,43	0-30,2	0,43	15,75	6,77	4-76	6,77
Итого: на 1575 м ² основания								48,29	29-57	23,94
1000 м ²								30,66	18-77	15,2
								3,83 чел.-дн		1,9 маш.-смен

Примечание. Калькуляция составлена для III температурной зоны (K = 1,13).

Основные технико-экономические показатели приведены в табл. 20.

Материально-технические ресурсы представлены в табл. 21.

20. Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Количество
Затраты труда на 1000 м ² щебеночного основания, чел.-дней	3,83
Затраты машинного времени на 1000 м ² щебеночного основания, маш.-смен	1,9
В том числе:	
каток на пневматических шинах ДУ-31А	0,59
распределитель ДС-54	0,66
щебнераспределитель ДЭ-43	0,11
каток гладковальцовый ДУ-48Б	0,54
Выработка одного рабочего, м ²	262,5

21. Материально-технические ресурсы

Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, м ³	
		на сменную 1 захватку (1575 м ²)	На 1000 м ²
Щебень	ГОСТ 8267-82	313	199
Клинец	ГОСТ 8267-82	31,5	20

Примечания. 1. Потребность щебня подсчитана для коэффициента уплотнения K_u , равного 1,25...1,3; коэффициент потерь $K_{п}$ принят 1,02.

2. Потребность клинца подсчитана из расчета 15 м³ на 1000 м².

3. При изменении условий необходим пересчет требуемого количества материалов.

Потребность в машинах, оборудовании, инструменте, инвентаре, приспособлениях приведена в табл. 22.

22. Потребность в машинах, оборудовании, инструменте, инвентаре, приспособлениях

Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт.
Каток моторный вальцовый	ДУ-48Б	1
Распределитель дорожно-строительных материалов	ДС-54	1
Каток на пневматических шинах	ДУ-31А	1
Щебнераспределитель	ДЭ-43	1
Автомобили-самосвалы	–	По расчету
Нивелир	ГОСТ 10528–76	1
Рейки нивелирные	ГОСТ 11158–76*	2
Шаблон для проверки поперечного профиля	Изготавливается в мастерских	1
Лопаты стальные строительные	ГОСТ 3620–76	4
Рейка длиной 3 м	Изготавливается в мастерских	1
Грабли металлические	ГОСТ 19597–74*	4
Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502–80*	1
Мерник толщины слоя	Изготавливается в мастерских	1

Карта операционного контроля качества устройства щебеночного основания с применением распределителя дс-54 приведена в табл. 23.

23. Операционный контроль качества устройства щебеночного основания с применением распределителя дс-54

№ п/п	Контролируемые параметры	Предельные отклонения
1	Ширина щебеночного основания, см	$\Delta_1 = \pm 10$
2	Толщина слоя h , см, но не более	$\Delta_2 = \pm 10h$ 0,2
3	Отметки по оси основания, мм	$\Delta_3 = \pm 50$
4	Поперечный уклон	$\Delta_4 = \pm 0,010$
5	Ровность поверхности (просвет под трехметровой рейкой), мм	$\Delta_5 = \pm 10$

Примечания.

1. Уплотнение основания проверяют контрольным проходом тяжелого катка массой 10...18 т. Признаком достаточного уплотнения является отсутствие следа от прохода катка.

2. Мелкий щебень для расклиновки должен быть распределен равномерно с заполнением пустот между щебенками слоя основания.

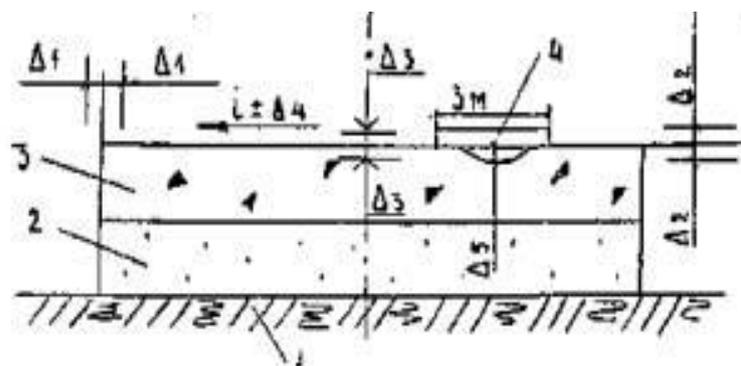


Рис. 5. Схема конструкции основания с указанием предельных отклонений:

1 – земполотно; 2 – песчаный подстилающий слой;
3 – щебеночное основание; 4 – рейка трехметровая

После уплотнения клинца катками на поверхности основания должна образоваться плотная кора. На рисунке 5 представлена схема конструкции основания с указанием предельных отклонений.

Контролируемые параметры качества выполнения работ по устройству щебеночного основания приведены в табл. 24.

24. Контролируемые параметры качества выполнения работ по устройству щебеночного основания

1	Основные операции, подлежащие контролю	Распределение щебня	Уплотнение щебеночного основания с расклинцовкой
2	Состав контроля (что проверяется)	1. Ширина слоя. 2. Толщина слоя. 3. Ровность поверхности. 4. Поперечный профиль. 5. Отметки по оси основания	1. Плотность щебеночного основания. 2. Ровность поверхности. 3. Поперечный профиль. 4. Отметки по оси основания
3	Методы и средства контроля (как и чем проверяется)	Измерительный. 1. Рулетка металлическая. 2. Мерник толщины слоя. 3. Рейка трехметровая, линейка стальная 4. Шаблон. 5. Нивелир	Визуальный, измерительный. 1. Проходами тяжелого катка. 2. Рейка трехметровая, линейка стальная. 3. Шаблон. 4. Нивелир
4	Сроки контроля	1. 3. 4. Через каждые 100 м. 2. В трех поперечниках на каждом километре (по оси и в 1...1,5 м от краев). 5. Через каждые 50 м	1. По окончании уплотнения. 2. 3. Через каждые 100 м. 4. Через каждые 50 м

1	Основные операции, подлежащие контролю	Распределение щебня	Уплотнение щебеночного основания с расклинцовкой
5	Должность лица, контролирующего операцию	Мастер	
6	Наименование привлекаемой для контроля службы	—	
7	Должность лица, ответственного за организацию и обеспечение контроля	Прораб	
8	Документ, в котором регистрируются результаты контроля	Общий журнал работ	

Акты на скрытые работы составляют на устройство щебеночного основания.

Устройство покрытия из черного холодного щебня

Досыпка, планировка и уплотнение обочин. Обочины примыкания досыпают до проектных отметок (с запасом на уплотнение) растительным грунтом. Грунт подают из временных отвалов бульдозером и по откосу земляного полотна надвигают его на обочину непрерывным валиком (рис. 6).

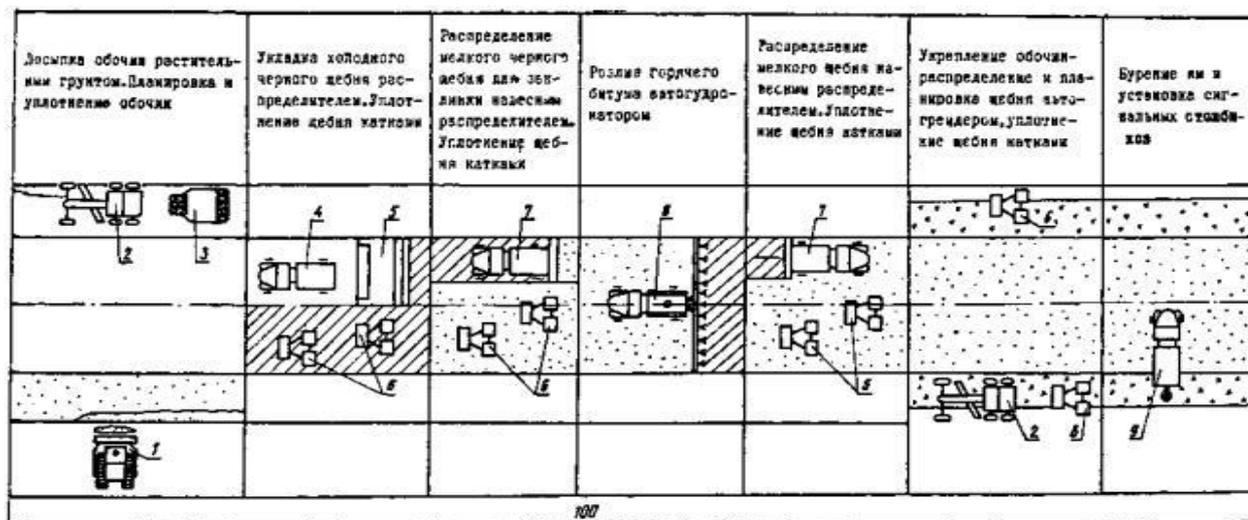


Рис. 6. Технологическая схема устройства покрытия из холодного черного щебня:

- 1 – бульдозер ДЗ-18; 2 – автогрейдер ДЗ-31-1 (Д-557-1); 3 – каток на пневмошинах ДУ-31А (Д-627А); 4 – автомобиль-самосвал; 5 – распределитель щебня ДС-8 (Д-337А); 6 – вальцовые катки ДУ-49А; 7 – автомобиль-самосвал с навесным распределителем щебня; 8 – автогудронатор; 9 – бурильная машина

За два прохода по одному следу грунт разравнивают автогрейдером с приданием обочине поперечного уклона, а затем за один проход окончательно планируют с включением системы «Профиль-1». При планировке обочин у кромки покрытия образуют корыто шириной 0,75 м и глубиной 12 см (считая от поверхности покрытия) для отсыпки в него щебеночного (гравийного) материала. Обочины уплотняют катком на пневматических шинах за 6 проходов по одному следу.

Укладка холодного черного щебня распределителем. Для устройства покрытия применяют холодный черный щебень фракции 20...40 мм. Перед укладкой щебня делают точную геодезическую разбивку линий кромок покрытия, представляющих собой почти на всем протяжении кривые разных радиусов. Для укладки щебня распределитель устанавливают в начале участка у линии кромки покрытия. Разравнивающий брус располагают с учетом поперечного уклона и выше основания на проектную толщину покрытия плюс 25...30% на уплотнение щебня катком. При толщине щебеночного слоя 6 см просвет между основанием и разравнивающим брусом должен составлять 6 см +1,5...2 см. Загрузив бункер щебнем фракции 20(25)...40 мм, распределитель пускают в ход на 3–4 рабочей скорости. Как только трамбуемые плиты (виброуплотняющий орган) достигнут уровня слоя щебня, их опускают и включают в работу. После укладки полосы длиной примерно 10 м измеряют толщину слоя и поперечного уклона и при необходимости регулируют разравнивающий брус.

Укладку щебня ведут полосами шириной 3...3,6 м, при этом точно выдерживают линию кромки. После укладки первой полосы длиной 40...50 м распределитель возвращают на транспортной скорости к началу участка и укладывают смежную полосу. На уширенной части покрытия (на сопряжении с основной дорогой) в недоступных для распределителя местах щебень укладывают вручную. Щебень доставляют автомобилями-самосвалами непрерывно, чтобы поддерживать непрерывную работу распределителя. При кратковременной остановке из-за несвоевременной доставки щебня машинист не укладывает весь щебень, а оставляет часть его до подхода очередного автомобиля-самосвала со щебнем.

После укладки второй полосы также протяженностью 40...50 м уложенный слой щебня оставляют для уплотнения.

Уплотнение щебня катком. С учетом предварительного уплотнения щебня виброплитами распределителя щебень уплотняют тяжелым вальцевым катком за 4 – 6 проходов по одному следу. Проходы катка начинают от краев с постепенным перемещением к середине и перекрытием следов на $\frac{1}{3}$ вальца катка. Первые два прохода по одному следу делают на рабочей скорости 1,5...2 км/ч. При последующих проходах скорость движения катка увеличивают до максимальной паспортной. В процессе укатки соблюдают равномерное движение катка без рывков и резкого изменения направления. При вынужденной остановке каток перемещают на обочину. При возобновлении работы вальцы катка очищают.

Распределение мелкого заклинивающего щебня. Для заклинивания применяют черный щебень мелких фракций 10(15)...20(25) мм, который распределяют по поверхности укатанного черного щебня навесными распределителями типа ДС-7 (Д-336) при норме расхода 1...1,1 м³/100 м². Перед распределением щебня под наблюдением мастера устанавливают ширину рабочей щели распределителя для обеспечения заданной нормы отсыпки щебня. Настройку распределителя производят при пробном распределении щебня

посредством регулирования величины щели и подбора скорости движения автомобиля-самосвала. Щебень распределяют в такой последовательности. Грузный щебнем автомобиль-самосвал устанавливают в начале участка у кромки покрытия. На задний борт автомобиля-самосвала навешивают распределитель. Кузов поднимают так, чтобы бункер распределителя заполнился щебнем. Приводной ролик распределителя прижимают к колесу автомобиля-самосвала. Открывают рабочую щель и пускают в ход автомобиль-самосвал на установленной скорости. В процессе распределения щебня следят за тем, чтобы приводной ролик распределителя был плотно прижат к колесу автомобиля и, чтобы щебень равномерно высыпался по всей длине щели. Щебень распределяют последовательно на трех смежных полосах шириной 2...2,1 м каждая. На уширенной части покрытия у сопряжения с основной дорогой делают дополнительные полосы таким образом, чтобы вся площадь была покрыта щебнем для заклинивания. Расход щебня контролируют сопоставлением фактического расхода с заданной нормой. Если фактический расход щебня больше заданного, рабочую щель распределителя уменьшают. Распределенный щебень для заклинивания не должен образовывать отдельного слоя, а должен только заполнять пустоты в первом слое черного щебня. Для этого щебень наматают в отдельных местах вручную метлами.

Уплотнение заклинивающего щебня катком. Распределенный щебень уплотняют тяжелым вальцовым катком за 3 – 6 проходов по одному следу. Укатку начинают от краев с приближением последующих проходов к середине и перекрытием следа на $\frac{1}{3}$ вальца катка. Скорость движения катка назначают: при первых проходах по одному следу – 1,5...2 км/ч, при последующих – возможно большую. Если предусмотрено проектом, то делают вторую россыпь мелкого щебня фракции размером зерен 3(5)...10(15) мм по норме 0,7...1 м³/100 м² и укатывают катком за 6 – 8 проходом катка по одному следу.

Устройство защитного слоя. На щебеночном покрытии из черного щебня устраивают защитный слой толщиной 10 мм способом одиночной поверхностной обработки. Работы выполняют в сухое теплое время при температуре воздуха не ниже +15 °С.

При устройстве защитного слоя способом поверхностной обработки выполняют следующие работы:

- розлив горячего битума;
- распределение мелкого щебня;
- уплотнение щебня катком.

Битум марок БНД-130/200 или БН-200/300, нагретый до температуры соответственно 130...150 °С и 100...200 °С, разливают с помощью автогудронатора при норме расхода: 0,7...1,3 л/м² для применения при последующей россыпи необработанного мелкого щебня; 0,5...0,7 л/м² – при применении мелкого щебня, обработанного битумом. Перед розливом битума готовят участок работ и автогудронатор. На участке розлива намечают ось движения автогудронатора, отстоящую от продольной оси покрытия слева на 0,7...0,8 м. При подготовке автогудронатора устанавливают норму розлива битума и в зависимости от нее выбирают номер сопел, передачу коробки отбора мощности, передачу движения автогудронатора, номера звездочек дозирующего битумного насоса. К распределительной системе монтируют симметрично распределительные трубы, общая длина которых соответствует ширине покрытия. На трубу в гнезда вставляют сопла так, чтобы прорези сопел были наклонены к оси трубы на 20...25°. Автогудронатор, направленный горячим битумом, устанавливают по оси покрытия на расстоянии 10...15 м от начала

участка розлива. Оператор на распределительном устройстве прогревает систему, пропуская по ней горячий битум, опускает распределительную трубу так, чтобы расстояние сопел от поверхности покрытия составляло 20...25 см и дает сигнал машинисту (водителю) о начале движения автогудронатора. Машинист дает такой разгон автогудронатору, чтобы к началу участка розлива набрать заданную скорость. Оператор на распределительном агрегате за 2...3 м до начала участка открывает краны с таким расчетом, чтобы в начале розлива битум полным напором поступал в распределительную трубу. В процессе розлива машинист ведет машину по намеченной оси на установленной скорости, а оператор следит за тем, чтобы битум из всех сопел вытекал равномерно, и вся поверхность полосы розлива покрывалась битумом без пропусков. В конце участка розлива машинист останавливает автогудронатор, а оператор прекращает подачу битума, ставит систему на отсос и поднимает распределительные трубы соплами вверх. В недоступных местах для автогудронатора битум разливают ручным распределителем автогудронатора. В конце работы распределительные трубы снимают, трубы и сопла моют в керосине.

По горячему битуму сразу же распределяют щебень фракций 0...5, 0...10, 0...15 мм. Щебень можно применять из местных каменных материалов. Мелкий щебень распределяют при помощи навесного распределителя при норме расхода 0,7...1 м³/100 м². Заданную норму распределения щебня обеспечивают регулированием величины щели распределителя при заданной скорости движения автомобиля-самосвала. Щебень распределяют полосами, при этом автомобиль-самосвал должен перемещаться задним ходом так, чтобы колеса его проходили по рассыпанному щебню. Работу выполняют в быстром темпе так, чтобы битум не успел остыть. В отдельных местах рабочие разметают щебень метлами. Вслед за распределением щебень укатывают за 3 – 6 проходов по одному следу. При этом каток может двигаться сразу же за распределителем, выдерживая дистанцию не менее 10 м. Скорость движения катка – наибольшая паспортная. В процессе укатки следы должны перекрываться на 1/3 вальца катка. При использовании слабых пород для уплотнения щебня применяют катки среднего или легкого веса. После уплотнения мелкого щебня движение автотранспорта по покрытию разрешается не ранее чем через 6...12 ч.

Укрепление обочин. Обочины укрепляют щебнем, гравием или шлаком, толщина слоя должна составлять 10...15 см. На примыкании обочины укрепляют на ширину 0,5...0,75 м на всем протяжении. На основной дороге III категории обочины укрепляют на ширину 1,25 м и на протяжении 100 м в каждую сторону от примыкания. Автогрейдером роют корыто глубиной 10...15 см. Дну корыта придают поперечный уклон 40...60%. Грунт из корыта сбрасывают на откосы. В корыто укладывают щебень (гравий, шлак), разравнивают автогрейдером и планируют так, чтобы толщина слоя была на 3...4 см больше проектной толщины (припуск на уплотнение), а поперечный уклон был равен 40...60 %. Щебень укатывают катком за 10 – 15 проходов.

Монтаж установки сигнальных столбиков. Сигнальные столбики устанавливают с обеих сторон в пределах коробовых кривых. Расстояние между столбиками – 5 м. Удаление их от бровки земляного полотна – 0,75 м. Сначала делают разбивку оси столбиков и отмечают их кольшками. Затем бурильной машиной бурят ямы глубиной 1 м с перебором примерно 5 см. Обратной засыпкой грунта и трамбованием дно ямы выравнивают. С помощью ломов надвигают столбик основанием к яме и, поднимая вершину, опускают столбик в нее. С помощью рычагов устанавливают столбик по центру. Засыпа-

ют яму грунтом послойно с тщательным трамбованием. При укреплении обочин щебнем или гравием следует руководствоваться «Техническими указаниями по устройству оснований дорожных одежд из каменных материалов, не укрепленных и укрепленных неорганическими вяжущими», М., «Транспорт», 1978.

Требования по качеству работ. Размеры готового покрытия из черного щебня, толщина слоя, величины поперечных уклонов, плотность должны соответствовать проектным. Поверхность покрытия должна быть ровной, без замкнутых впадин. При устройстве покрытия из черного щебня качество работ проверяют в соответствии с картой операционного контроля качества.

Указания по организации труда. Для выполнения кратковременных работ в помощь бригаде придаются: автогрейдер (машинист 6 разр. – 1), бульдозер (машинист 6 разр. – 1), автогудронатор (машинист 5 разр. – 1, помощник машиниста 4 разр. – 1), каток на пневматических шинах (машинист 6 разр. – 1).

Работы по досыпке обочин растительным грунтом, планировке их и уплотнению должны быть выполнены до устройства покрытия. Заранее также роют автогрейдером корыто для укрепления обочин на основной дороге с тем, чтобы предоставить фронт работ для вывозки в корыто щебня (гравия).

Укладку холодного черного щебня распределителем выполняют машинист распределителя 5 разр. – 1, дорожные рабочие 3 разр. – 1 и 2 разр. – 1, уплотнение – машинисты катков 5 разр. – 2.

Дорожный рабочий 3 разряда укладывает и планирует щебень в недоступных для укладчика местах, заделывает щебнем пустоты на сопряжении полос. Дорожный рабочий 2 разряда работает у бункера распределителя – дает сигнал на подход автомобилей-самосвалов со щебнем, принимает щебень в бункер, очищает кузова автомобилей-самосвалов от остатков щебня.

После укладки щебня машинист распределителя и дорожный рабочий 2 разряда переходят на другой участок работ, а дорожный рабочий 3 разряда вместе с водителем навешивает на автомобиль-самосвал распределитель щебня, регулирует величину щели, обслуживает распределитель при россыпи щебня, рассыпает мелкий щебень в отдельных местах, недоступных для машины, наметаем щебень на пропущенные места.

Машинисты вальцовых катков 5 разр. – 2 человека в начале смены укатывают щебень на обочинах основной дороги, а затем – черный щебень после укладки его распределителем, заклинивающий мелкий щебень, рассыпанный по горячему битуму, и щебень на обочинах примыкания.

Установку сигнальных столбиков выполняют два звена рабочих:

По окончании работ звенья переходят на следующие участки.

Работы по устройству покрытия должны быть обеспечены исправными машинами, оборудованием, инвентарем, инструментами, а также материалами.

Особенно четко должна быть организована доставка мелкого щебня для россыпи его по горячему битуму при устройстве защитного слоя.

Рекомендуется сначала сосредоточить на участке полный объем щебня для россыпи и после этого распределять битум, чтобы сразу же засыпать его щебнем.

График производственного процесса по устройству покрытия с поверхностной обработкой представлен в табл. 25 – 36.

25. График производственного процесса по устройству покрытия с поверхностной обработкой

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость, чел/ч	Состав звена	Продолжительность, см																		
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
1	Разбивочные работы																							
1	Снятие растительного слоя с перемещением за пределы площадки																							
2	Уплотнение грунта основания подошвы-примыкания																							
3	Транспортировка грунта, разгрузка с устройством слоев																							
4																								
5																								
6																								
Итого работа звена № 3 (3 ц и к л)																								
Всего на трубу																								

Таблица 26

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость на весь объем работ, чел-ч	Состав бригады	1-я смена								2-я смена										
					1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4							
Подготовительно-заключительные работы	-	-	1,2		0,2																		
Срезка растительного грунта бульдозером	$\frac{м^2}{м^3}$	2000 308	3	Машинист бульдозера 6 разр.-2	2																		
Разравнивание грунта бульдозером слоями толщиной до 30 см в плотном состоянии с планировкой отсыпанного слоя	$м^3$	2100	15,6																				
Досылка откосов насыпи растительным грунтом бульдозером	"	240	2,2																				
Подготовка катка к работе и уход за машиной в конце смены	-	-	0,9	Машинист катка 6 разр.-1	0,9																		
Уплотнение подошвы насыпи катком из пневматических шин за 4 прохода катка по одному следу	$м^2$	2000	1,5		1																		
Послойное уплотнение грунта катком на пневматических шинах при отсыпке насыпи за 8 проходов по одному следу	$м^3$	2100	8,1																				
Планировка верх земляного полотна автогрейдером, оборудованном системой "Профиль-1"	$м^2$	1600	1	Машинист автогрейдера 6 разр.-1																			
Итого на 2100 $м^3$ грунта			33,5																				
на 1000 $м^3$ грунта			15,95																				

Шифр норм и расценок	Описание работ	Состав звена	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Расценка, р.-к.	Норма-тивное время на полный объем работ, чел-ч	Стоимость затрат труда на полный объем работ, р.-к.
ТНиР, § Т92-2-1 (применительно)	Уплотнение обочин катком на пневматических шинах за 6 проходов катка по одному следу	Машинист катка 6 разр.-1	1000 м ²	0,4	1,4	1...11	0,56	0...44
ЕНиР, § 17-2, № а	Укладка холодного черного щебня распределителем ДС-8 (Д-337А)	Машинист распределителя щебня 5 разр.-1 Дорожный рабочий 2 разр.-1	100 м ²	8,1	1	0...59,8	8,1	4...84
ЕНиР, § 17-27, № 2в	Укладка холодного черного щебня вручную в недоступных для распределителя местах	Асфальтобетонщики: 5 разр.-1 4 разр.-1 3 разр.-1 2 разр.-2 1 разр.-1	100 м ²	0,8	5,1	2...81	4,08	2...25
ЕНиР, § 17-12, № 14	Уплотнение холодного черного щебня вальцевым катком за 6 проходов и заклинивающего щебня за 6 проходов по одному следу	Машинист катка 5 разр.-1	100 м ²	8,9	0,68	0...47,7	6,05	4...25
ТНиР, § Т1-10, № 2	Россыпь холодного черного щебня для заклинивания навесным распределителем ДС-7 (Д-336) с распределением щебня вручную	Машинист (водитель автомобиля-самосвала) 5 разр.-1 Дорожные рабочие: 3 разр.-1 2 разр.-1	100 м ²	8,9	0,159	0...09,3	1,42	0...83
ЕНиР, § 17-27, № б	Россыпь щебня вручную в отдельных местах	Дорожные рабочие: 2 разр.-1 1 разр.-1	м ³	2	1,05	0...48,9	2,1	0...98
ЕНиР, § 17-4, № 1	Распределение горячего битума автогудронатором по норме 1,3 л/м ² при устройстве защитного слоя на черном щебеночном покрытии	Машинист автогудронатора 5 разр.-1 Помощник машиниста 4 разр.-1	$\frac{м^2}{т}$	$\frac{810}{1,05}$	0,76	0...50,4	0,8	0...53

Шифр норм и расценок	Описание работ	Состав звена	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Расценка, р.-к.	Норма-тивное время на полный объем работ, чел-ч	Стоимость затрат труда на полный объем работ, р.-к.
ЕНиР, § 17-4, № 3	Распределение битума передвижными ручными распределителями в недоступных для автогудронатора местах	Асфальто-бетонщики: 3 разр.-1 2 разр.-1	То же	<u>80</u> 0,1	8,6	4...51	0,86	0...45
ТНиР, § Т1-10, № 2	Россыпь мелкого щебня навесным распределителем ДС-7 (Д-336) с распределением вручную	Машинист (водитель автомобиля-самосвала) 5 разр.-1 Дорожные рабочие: 3 разр.-1 2 разр.-1	100 м ²	8,9	0,159	0...09,3	1,42	0...83
ЕНиР, § 17-27, № 6	Россыпь мелкого щебня вручную в отдельных местах	Дорожные рабочие: 2 разр.-1 1 разр.-1	м ³	2	1,05	0...48,9	2,1	0...98
ЕНиР, § 17-12, № 17	Уплотнение мелкого щебня вальцовым катком за 6 проходов катка по одному следу	Машинист катка 5 разр.-1	100 м ²	8,9	0,28	0...19,7	2,49	1...75
ЕНиР, § 20-2-13, № 1а, примечание 4, К = 1,5	Рытье корыта шириной 1,25 м и глубиной 12 см автогрейдером для укрепления обочин на основной дороге	Машинист автогрейдера 6 разр.-1	100 м ³	0,3	2,85	2...25	0,86	0...68
ЕНиР, § 20-2-15, № 5а	Разравнивание щебеночного (гравийного) материала в корыте автогрейдером	То же	100 м ²	2,5	0,54	0...42,7	1,35	1...07
ЕНиР, § 20-2-16, № 3б, примечание	Уплотнение щебня катком за 15 проходов	Машинист катка 5 разр.-1	100 м ²	2,5	2,25	1...58	5,63	3...95

Шифр норм и расценок	Описание работ	Состав звена	Единица измерения	Объем работ	Норма времени, чел-ч	Расценка, р.-к.	Норма-тивное время на полный объем работ, чел-ч	Стоимость затрат труда на полный объем работ, р.-к.
ЕНиР, § 20-2-15, № 5а	Разравнивание щебеночного (гравийного) материала в корыте автогрейдером при укреплении обочин примыкания автомобильной дороги	Машинист автогрейдера 6 разр.-1	100 м ²	1,5	0,54	0...42,7	0,81	0...64
ЕНиР, § 20-2-16, № 3г, примечание	Уплотнение щебня (гравия) катком за 15 проходов	Машинист катка 5 разр.-1	100 м ²	1,5	2,25	1...58	3,38	2...37
ТНиР, § Т1-27	Бурение ям для установки сигнальных столбиков при глубине 1 м	Машинист бурильной машины 5 разр.-1 Дорожный рабочий 2 разр.-1	1 яма	19	0,26	0...15,5	4,94	2...95
ТНиР, § Т92-2-11, № 1	Установка сигнальных столбиков в готовые ямы с подчисткой дна ямы, установкой столбиков вручную, послойной засыпкой и трамбованием	Дорожные рабочие: 3 разр.-1 2 разр.-1	1 тумба	19	0,53	0...27,8	10,07	5...28
	Итого						58,05	35-88

28. Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	По калькуляции А	По графику Б
Трудоемкость работ на 890 м ² примыкания, чел-ч	58,1	50,2
Средний разряд рабочих	3,9	4
Среднедневная заработная плата на одного рабочего, р.-к.	4...94	5...71

29. Материально-технические ресурсы

А. Основные материалы

Наименование материалов	Марка, ГОСТ	Количество
Черный щебень фракции 20(25)...40 мм, м ³	ГОСТ 8267–75	69,4
Черный щебень фракции 10(15)...20(25) мм, м ³	ГОСТ 8267–75	8,9
Щебень фракций 5...10, 5...15 мм, м ³	ГОСТ 8267–75	8,9
Битум БНД-130/200 или БНД-200/300, л	ГОСТ 22245–76	1157
Щебень (гравий) для укрепления обочин, м ³	ГОСТ 8267–75	62
Столбики направляющие сигнальные, шт.	НС*	19

Примечание. Потребность в битуме определена из расчета нормы распределения необработанного мелкого щебня – 1,3 л/м². При использовании для поверхностной обработки черного щебня потребность битума следует пересчитать на норму расхода 0,7...1 л/м².

* Типовые проектные решения 503-0-17 «Элементы ограждений автомобильных дорог». ГПИ «Союздорпроект», 1978.

Б. Машины, оборудование, инструмент, инвентарь

Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт.
Автогудронатор	ДС-40	1
Автогрейдер, оборудованный системой «Профиль-1»	ДЗ-31-1	1
Бульдозер	ДЗ-18	1
Каток на пневматических шинах	ДУ-31А	1
Катки вальцовые	ДУ-49А	2
Распределитель щебня	ДС-8 или ДС-54	1
Распределители щебня навесные	ДС-7	2
Бурильная машина	БМ-202	1
Автомобили-самосвалы	КрАЗ-256Б	Расчет
Нивелир с треногой	ГОСТ 10528–76	1
Рейки нивелирные	ГОСТ 11158–76	2
Мерник толщины слоя		1
Шаблон для контроля поперечного уклона	То же	1

Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт.
Рейка трехметровая для контроля ровности	То же	1
Рулетка измерительная металлическая	ГОСТ 7502–69	1
Знаки дорожные для ограждения участка работ, компл	ГОСТ 10807–78	1
Лопаты стальные строительные	ГОСТ 3620–76	2
Грабли металлические	ГОСТ 119597–74	1

30. Карта операционного контроля качества покрытия из холодного черного щебня

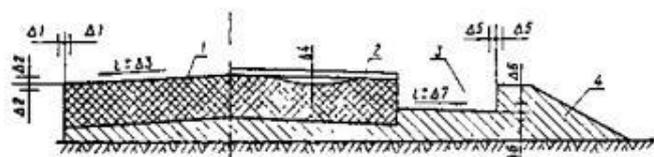
Контролируемые параметры	Предельные отклонения	
Ширина покрытия и укрепленной части обочин, см	$\Delta_1 = \pm 10$	
Толщина слоя, %	$\Delta_2 = \pm 10$	
Поперечный уклон	$\Delta_3 = \pm 0,01$	
Ровность поверхности при измерении трехметровой рейкой, мм	$\Delta_4 = \text{не более } 7$	
Глубина ям для установки сигнальных тумб, см	$\Delta = \pm 5$	
Расстояние между центрами тумб, см	$\Delta = \pm 5$	
Ширина корыта для укрепления обочин, см	$\Delta_5 = \pm 5$	
Глубина корыта, см	$\Delta_6 = \pm 2$	
Поперечный уклон	$\Delta_7 = \pm 0,01$	

Схема поперечного разреза покрытия с указанием предельных отклонений:

- 1 – покрытие из черного щебня;
2 – рейка трехметровая; 3 – корыто;
4 – земляное полотно

Примечания.

1. Плотность покрытия из черного щебня и укрепленной части обочин контролируют проходом тяжелого вальцового катка. После прохода катка не должно быть следа (осадки и шевеления щебня).

2. Битум должен покрывать поверхность покрытия ровным слоем без пропусков и не должен скапливаться в пониженных местах.

3. Мелкий щебень должен равномерно покрывать поверхность покрытия.

31. Контроль качества выполняемых работ

I	Основные операции, подлежащие контролю	Укладка черного щебня распределителем и уплотнение его катками	Устройство защитного слоя	Рытье корыта для укрепления обочин	Разравнивание и планировка щебня. Уплотнение его катками	Рытье ям для установки тумб. Установка тумб
II	Состав контроля	1. Ширина. 2. Толщина слоя. 3. Поперечный уклон 4. Ровность поверхности. 5. Плотность	1. Равномерность распределения битума. 2. Равномерность распределения щебня	1. Ширина. 2. Глубина. 3. Поперечный уклон	1. Ширина. 2. Толщина слоя. 3. Плотность	1. Глубина ям. 2. Расстояние между центрами тумб
III	Метод и средства контроля	Измерительный. 1. Рулетка. 2. Мерник толщины слоя. 3. Шаблон. 4. Рейка трехметровая. 5. Проход катка	1. 2. Визуальный	Измерительный. 1. Рулетка. 2. Линейка. 3. Шаблон	Измерительный. 1. Рулетка. 2. Мерник толщины слоя. 3. Проход катка	Измерительный. 1. Шаблон. 2. Рулетка
IV	Режим и объем контроля	Через 50 м	Весь участок после каждого распределения	Каждые 100 м	Каждый сигнальный столбик	
V	Лицо, контролирующее операцию	Мастер				
VI	Лицо, ответственное за организацию и осуществление контроля	Прораб				
VII	Привлекаемые для контроля подразделения	–				
VIII	Где регистрируются результаты контроля	Общий журнал работ				

Покрытие на примыкании в пределах коробовых кривых и на остальной части – облегченного типа состоит из следующих конструктивных слоев:

- дополнительного песчаного слоя основания толщиной 20 см;
- основания из гравийно-шлаковой смеси толщиной 16 см;
- покрытия из холодного черного щебня толщиной 6 см;
- одиночной поверхностной обработки – 10 мм.

Обочины на примыкании укреплены щебеночными (гравийными) материалами на ширину 0,75 м, на главной дороге – щебнем на ширину 1,25 м на протяжении 100 м в каждую сторону от примыкания. На обочинах примыкания в пределах коробовых кривых установлены сигнальные столбики.

Работы по дорожной разметке, разметке каплевидного и треугольного направляющих островков, выполняемые по особым проектам, в технологическую карту не включены.

32. Сводный график процесса по устройству примыкания автомобильной дороги

№ п/п	Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость, чел/ч	Продолжительность, см															
1	Устройство водо-пропускной трубы																			
2	Устройство земляного полотна примыкания																			
2	Устройство дорожных одежд под покрытие																			
3	Устройство покрытия, укрепление обочин и монтаж сигнальных столбиков																			
	Итого по устройству примыкания																			

Таблица 33

Наименование операций	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость на весь объем работ, чел-ч	Смена																															
				1-я смена					2-я смена					3-я смена					4-я смена					5-я смена											
				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Устройство водопропускной трубы диаметром 0,75 м (технологическая карта № 2)	шт./м	1/12,5	82,2	_____																															
Устройство земляного полотна примыкания (технологическая карта № 3)	м/м ³	100/2100	33,5	_____																															
Устройство гравийно-щебеночного основания толщиной 16 см на песчаном слое толщиной 20 см (технологическая карта № 4)	м/м ²	100/950	28,5	_____																															
Устройство покрытия из холодного черного асфальта толщиной 6 см с ошпачкой поверхности обработкой. Укрепление обочин и установка сигнальных столбиков (технологическая карта № 5)	м/м ²	100/890	50,2	_____																															
Технологический перерыв для звонка пса	-	-	-	_____																															
Итого на примыкание			189,4	_____																															

Примечание. В график не включена трудоемкость работ по доставке материалов на участок работ. Затраты труда на эти виды работ определяют дополнительно в зависимости от дальности возки, вида транспортных средств и других условий доставки материалов.

34. Калькуляция (сводная) затрат труда на устройство примыкания автомобильной дороги

№ техно- логиче- ской карты	Описание работ	Единица измерения	Объем работ	Нормативное время на полный объем работ, чел-ч	Стоимость затрат труда на полный объем работ, р.-к.
2	Устройство водопропускной трубы диаметром 0,75 м	<u>шт.</u> м	<u>1</u> 12,5	105,2	59-80
3	Устройство земляного полотна примыкания	м м ³	<u>100</u> 2100	39,3	31-12
4	Устройство гравийно-шлакового основания толщиной 16 см на песчаном слое толщиной 20 см	<u>м</u> м ²	<u>100</u> 950	27,8	17-10
5	Устройство покрытия из холодного черного щебня толщиной 6 см с одиночной поверхностной обра- боткой и с укреплением обочин и установкой сигнальных столбиков	<u>м</u> м ²	<u>100</u> 890	58,0	35-88
	Итого на примыкание			230,3	143-90

Примечание. В калькуляцию не включена стоимость затрат труда на доставку материа-
лов к месту работ. Стоимость затрат труда на эти работы определяют дополнительно в зависимо-
сти от дальности возки, вида транспортных средств и других условий подвоза материалов.

35. Основные технико-экономические показатели

Наименование показателей	По калькуляции А	По графику Б
Трудоемкость работ при устройстве примыкания, чел-ч	230,3	189,4
Средний разряд рабочих	4	4
Среднедневная заработная плата на одного рабочего, р.-к.	4-99	6-08

36. Материально-технические ресурсы

А. Основные материалы

№ техноло- гической карты	Наименование материалов	Марка, ГОСТ	Количе- ство на примы- кание
2	Блоки оголовков, шт.	Типовой проект 3.501-59, № 46	2
	Звенья трубы диаметром 0,75 м, шт.	То же, №11	12
	Битумоасбестовая мастика, кг	–	260
	Битумный лак, л	ГОСТ 5631–70	44
	Битум, кг	ГОСТ 22245–76 ГОСТ 8268–74	26
4	Гравийно-шлаковая смесь, м ³	ГОСТ 3344–73	190
	Песок для дополнительного слоя основания, м ³	ГОСТ 8736–77	352
5	Черный холодный щебень фракции 20(25)...40 мм, м ³	ГОСТ 8267–75	69
	Черный холодный щебень фракции 10(15)...20(25) мм, м ³	ГОСТ 8267–75	9
	Щебень, необработанный битумом, фракции 5...10, 5...15 мм, м ³	ГОСТ 8267–75	9
	Битум БНД-130/200 или БНД-200/300, т	ГОСТ 22245–76	1,2
	Щебень (гравий) для укрепления обочин, м ³	ГОСТ 8267–75	62
	Столбики направляющие сигнальные, шт	НС*	19

Б. Машины

Наименование	Марка	Количество
Автогрейдер, оборудованный системой «Профиль-1»	ДЗ-31-1	1
Автогудронатор	ДС-40	1
Автокран	КС-2561Е	1
Автомобили-самосвалы	КрАЗ-256Б	расчет
Бульдозеры	ДЗ-18	2
Бульдозер	ДЗ-42	1
Бурильная машина	БМ-202	1
Каток на пневматических шинах	ДУ-31А	1
Катки	ДУ-49А; ДС-8; ДС-54	2
Распределитель щебня	(Д-724)	1
Распределитель мелкого щебня навесной	ДС-7	1
Экскаватор	ЭО-3311Г	1

Примыкание автомобильной дороги предназначено для выезда машин с главной дороги III технической категории с асфальтобетонным покрытием на примыкающую дорогу IV категории и въезда машин на главную дорогу. Схема плана примыкания автомобильной дороги представлена на рис. 7.

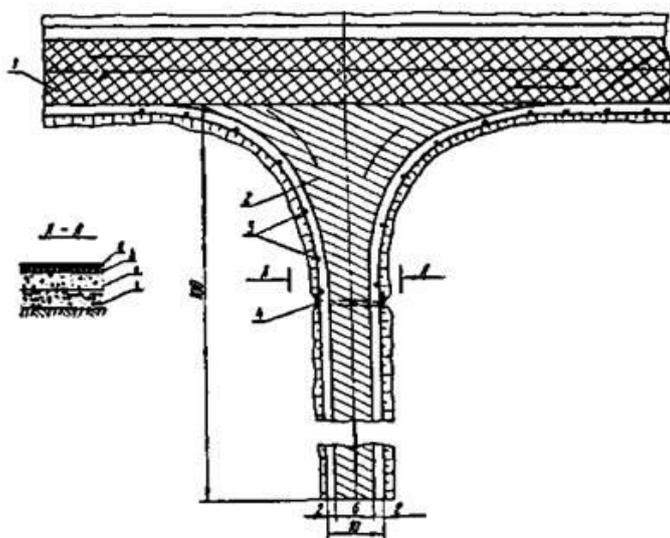


Рис. 7. Схема плана примыкания автомобильной дороги:

1 – покрытие главной дороги III категории; 2 – покрытие примыкания облегченного типа;

3 – сигнальные столики; 4 – труба железобетонная диаметром 0,75 м;

а – поверхностная обработка толщиной 10 мм; б – черный щебень толщиной 6 см;

в – гравийно-шлаковая смесь толщиной 16 см;

г – песок толщиной 20 см; стрелками обозначено направление движения

Исходные данные: примыкание длиной 100 м, расположенное под углом 90° к главной дороге, имеет водопропускную трубу. Строительство трубы ведется с опережением отсыпки насыпи примыкания.

Ширина земляного полотна примыкающей дороги – 10, обочин – 2, проезжей части – 6 м.

Покрытие на примыкании в пределах коробовых кривых и на остальной части – облегченного типа состоит из следующих конструктивных слоев:

- дополнительного песчаного слоя основания толщиной 20 см;
- основания из гравийно-шлаковой смеси толщиной 16 см;
- покрытия из холодного черного щебня толщиной 6 см;
- одиночной поверхностной обработки – 10 мм.

Обочины на примыкании укреплены щебеночными (гравийными) материалами на ширину 0,75 м, на главной дороге – щебнем на ширину 1,25 м на протяжении 100 м в каждую сторону от примыкания. На обочинах примыкания в пределах коробовых кривых установлены сигнальные столбики.

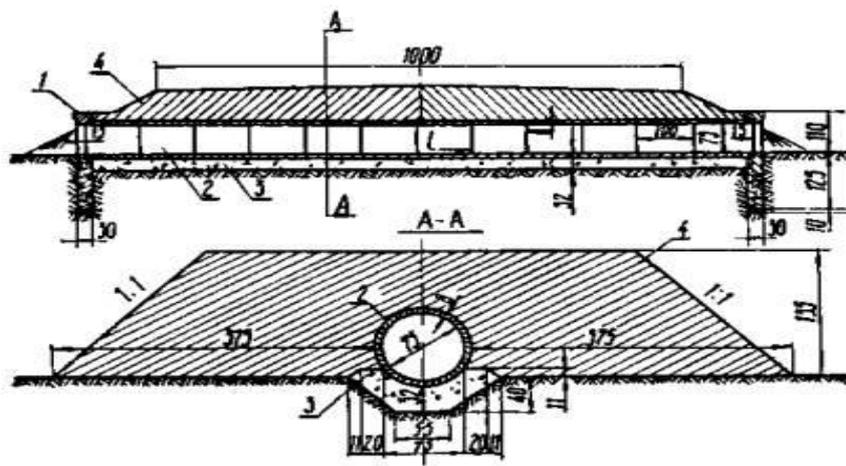


Рис. 8. Схема трубы (гидроизоляция не показана, размеры даны в см):

1 – оголовок; 2 – звено трубы; 3 – гравийно-песчаная подушка; 4 – засыпка грунтом

Геометрические размеры земляного полотна соответствуют примыканию типа Ш-4-С, имеющему следующие параметры:

Длина примыкания, м	100
Угол пересечения с основной дорогой, °	90
Элементы коробовых кривых:	
радиус входной кривой, м	$R_1 = 40$
центральный угол, °	$a_1 = 15$
тангенс, м	$T_1 = 26,69$
радиус выходной кривой, м	$R_3 = 45$
центральный угол, °	$a_3 = 20$
тангенс, м	$T_3 = 29,23$
радиус средней кривой, м	$R_2 = 20$
Ширина земляного полотна примыкающей дороги, м	10
Высота насыпи, м	1,35

До начала работ по отсыпке земляного полотна делают геодезическую разбивку при-
мыкания согласно проекту.

Покрытия из холодного черного щебня устраивают при температуре воздуха не ниже +5 °С весной и не ниже +10 °С в осеннее время за 3–4 недели до начала осенних дождей.

При устройстве покрытия из холодного черного щебня выполняют следующие работы (рис. 6):

- досыпку, планировку и уплотнение обочин;
- укладку холодного черного щебня распределителем;
- уплотнение щебня катком;
- распределение мелкого заклинивающего щебня;
- уплотнение заклинивающего щебня катком;
- устройство защитного слоя.

Кроме этого, выполняют работы по укреплению обочин и установке сигнальных столбиков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены основные принципы по организации работ, направленных на реконструкцию и ремонт автомобильных дорог.

Дана последовательность разработки технологических карт:

- на строительство временной дороги, уширение насыпи земляного полотна и дорожной одежды при реконструкции автомобильной дороги;
- на ремонт дорожной одежды с применением метода холодной регенерации;
- на ямочный ремонт покрытий нежесткого типа горячими асфальтобетонными смесями, в том числе с применением струйно-инъекционного метода;
- на устройство примыкания автомобильной дороги.

Решение поставленных задач в пособии позволяет студентам в процессе освоения дисциплин «Технология строительства (реконструкции) автомобильных дорог и объектов транспортного назначения» и «Технология и организация строительства автомобильных дорог» более углубленно изучить технологические процессы производства работ. Изложенные в пособии сведения являются полезным учебным материалом для подготовки инженеров и бакалавров в области реконструкции и ремонта автомобильных дорог.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА СТРОИТЕЛЬСТВО ВРЕМЕННОЙ ДОРОГИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ УЧАСТКА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ	4
2. УШИРЕНИЕ НАСЫПИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ	14
3. УШИРЕНИЕ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ	22
4. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА РЕКОНСТРУКЦИЮ (РЕМОНТ) ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ХОЛОДНОЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ ШИРИНЕ ПОКРЫТИЯ 7,0 м	30
5. ТЕХНОЛОГИЯ ЯМОЧНОГО РЕМОНТА ПОКРЫТИЯ НЕЖЕСТКОГО ТИПА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРЯЧИХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ	39
6. ЯМОЧНЫЙ РЕМОНТ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СТРУЙНО-ИНЪЕКЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ	45
7. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА УСТРОЙСТВО ПРИМЫКАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95

Учебное электронное издание

ЗУБКОВ Анатолий Федорович
АНДРИАНОВ Константин Анатольевич

РЕКОНСТРУКЦИЯ И РЕМОНТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Учебное пособие

Редактирование Е. С. Мордасовой
Графический и мультимедийный дизайнер Н. И. Кужильная
Обложка, упаковка, тиражирование Е. С. Мордасовой

ISBN 978-5-8265-2770-2



9 785826 527702

Подписано к использованию 16.04.2024.
Тираж 50 шт. Заказ № 49

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, д. 106, к. 14
Тел./факс (4752) 63-81-08.
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru