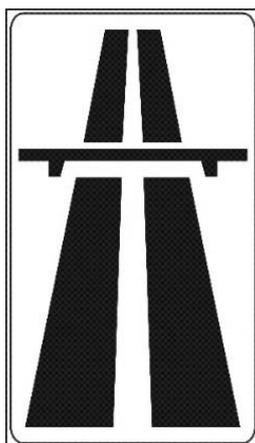


МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Автомобильные дороги»

# РЕКОНСТРУКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

*Методические рекомендации к практическим занятиям  
для студентов специальности  
1-70 03 01 «Автомобильные дороги»  
дневной и заочной форм обучения*



Могилев 2023

УДК 625.72  
ББК 39.311  
Р36

Рекомендовано к изданию  
учебно-методическим отделом  
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Автомобильные дороги» «21» декабря 2022 г.,  
протокол № 5

Составитель ст. преподаватель Е. А. Шаройкина

Рецензент канд. техн. наук, доц. С. В. Данилов

В методических рекомендациях рассматриваются вопросы проектирования  
плана трассы, продольного и поперечных профилей, объема земляных работ и  
закругления малого радиуса.

Учебно-методическое издание

## РЕКОНСТРУКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И АЭРОДРОМОВ

Ответственный за выпуск	А. М. Брановицкий
Корректор	Т. А. Рыжикова
Компьютерная верстка	М. М. Дударева

Подписано в печать 30.01.2023 . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,81 . Тираж 26 экз. Заказ № 113.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования  
«Белорусско-Российский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя,  
изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/156 от 07.03.2019.  
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский  
университет, 2023

## Содержание

1 Практическая работа № 1. Выявление участков автомобильных дорог, нуждающихся в реконструкции .....	4
2 Практическая работа № 2. Исправление плана трассы и повышение скорости движения на кривых в плане .....	11
3 Практическая работа № 3. Подготовительные работы. Организация работ по переносу коммуникаций .....	13
4 Практическая работа № 4. Расчет существующей дорожной одежды .....	17
5 Практическая работа № 5. Реконструкция инженерных сооружений (водопропускных труб) .....	18
6 Практическая работа № 6. Технология и организация работ по реконструкции водопропускных сооружений .....	26
7 Практическая работа № 7. Технология и организация работ по реконструкции земляного полотна .....	29
8 Практическая работа № 8. Технология и организация работ при реконструкции дорожных одежд .....	32
9 Практическая работа № 9. Организация дорожного движения при реконструкции автомобильных дорог .....	37
Список литературы .....	45

## **1 Практическая работа № 1. Выявление участков автомобильных дорог, нуждающихся в реконструкции**

*Цель работы:* определение участков автомобильной дороги, нуждающихся в реконструкции, определение категории дороги и основных технических параметров.

Порядок выполнения работ по диагностике согласно [1] предусматривает следующие этапы:

- подготовительные работы;
- проведение измерений и обследований на автомобильных дорогах;
- камеральная обработка результатов, их анализ и формирование (актуализация) базы данных;
- комплексная оценка состояния участка дороги и формирование отчета с указанием видов ремонтных мероприятий;
- прогнозирование изменения эксплуатационных параметров.

*В состав подготовительных работ входят:*

– оформление и утверждение технического задания на проведение диагностики сети автомобильных дорог (дороги, участка дороги). Техническое задание утверждается заказчиком, в котором указывается, на каком уровне проводится диагностика (сетевой, проектный), перечень участков дорог и параметры, по которым проводится обследование, формы и содержание отчета. При проведении диагностики на отдельных участках автомобильных дорог по отдельному параметру, в том числе на объектах возведения и капитального ремонта, оформляется заявка установленной формы, приведенной в рисунке 1.1;

– предварительный анализ технических параметров дорог и сроков выполнения с целью определения возможности проведения испытаний с соблюдением технологии (скоростного режима, погодно-климатических факторов), получения информации о технических параметрах дорог, наличия в ТНПА требований к заявленным параметрам;

– оценка производительности на заявленные объемы, проведение обслуживания и ремонтно-профилактических работ испытательного оборудования и средств измерения, актуализация аттестации (калибровки, поверки), формирование рабочих журналов, сбор необходимой информации из технической документации владельцев дорог и при необходимости обновление базы данных.

При проведении измерений необходимо применять измерительные установки и приборы, имеющие действующие свидетельства об аттестации (калибровке, поверке). Применяемые при диагностике методы испытаний должны соответствовать требованиям ТНПА, устанавливающих методику проведения испытаний. В случае проведения измерений различными измерительными установками (приборами) результаты должны приводиться к стандартизированным методам измерений.

## Форма ведомости дефектов и результатов обследования

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_

(должность, ФИО руководителя)

\_\_\_\_\_

организации-заказчика, подпись, печать)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Ведомость дефектов и результатов обследования

\_\_\_\_\_

(наименование и местоположение объекта)

по состоянию на « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Адрес, местоположение дефекта (км, ПК, конструктивный элемент)	Протяженность	Наименование дефекта и объем	Наименование выполняемых ремонтных работ; конструктивные решения	Ед. изм.	Объем работ
1	2	3	4	5	6
1. Земляное полотно и водоотвод					
2. Дорожная одежда, покрытие					
3. Искусственные сооружения					
4. Элементы обустройства и дорожного сервиса					
5. Полоса отвода					

Составил \_\_\_\_\_

(должность ответственного лица)      (подпись, дата)      (Ф.И.О.)

Рисунок 1.1 – Ведомость дефектов автомобильных дорог

Проведение измерений должно осуществляться с линейной привязкой к местоположению на дороге и полосе движения, где выполнялись измерения. На дорогах I категории и дорогах с разделительной полосой (зоной) измерения производится для каждого направления отдельно.

Измерение эксплуатационных параметров с использованием передвижных лабораторий следует осуществлять на каждом участке с интервалами, приведенными в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Интервалы измерений эксплуатационных параметров передвижными лабораториями

Эксплуатационный параметр	Интервал измерений эксплуатационных параметров, не более, м	
	Сетевой уровень	Проектный уровень
Ровность покрытия	100	50
Колейность на покрытии	100	10
Упругий прогиб дорожной одежды	200	50
Сцепление колеса автомобиля с покрытием	200	200
Дефектность дорожной одежды	100	20

Результаты испытаний необходимо оформлять в форме протокола испытаний в соответствии с рисунком 1.1.

*Камеральная обработка* результатов обследования, их анализ и формирование базы данных предусматривают:

- расчет параметров дорог по данным обследований;
- анализ результатов расчета параметров;
- назначение ремонтно-восстановительных мероприятий, в том числе потребность в первоочередных мероприятиях;
- разработка мероприятий по ограничению дорожного движения;
- внесение рассчитанной и обработанной информации в базу данных.

Методом сравнения фактических параметров автомобильных дорог с нормативными параметрами определяют участки дорог, не соответствующие нормативным требованиям. По результатам оценки ТЭС автомобильных дорог назначают ремонтные мероприятия. Результат работы по диагностике оформляется в виде отчетов в соответствии с требованиями к оформлению по ГОСТ 2.105 с рекомендациями по проведению ремонтно-восстановительных работ в разрезе владельцев автомобильных дорог и филиалов. Оценку отдельных участков дорог необходимо оформлять в виде заключения по форме, приведенной на рисунке 1.1.

Назначенные по результатам диагностики ремонтные мероприятия являются основой для определения первоочередных ремонтов и разработки их стратегии с учетом сроков их проведения.

Условия ограничения движения устанавливаются в случае несоответствия эксплуатационных параметров требованиям по условию безопасности движения по СТБ 1291 для каждого параметра до устранения.

Характеристика дефектов дорожного покрытия представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Классификатор дефектов дорожного покрытия

Код	Название дефекта	Характеристика дефекта	$K_{Vi(j)}$	$K_{Si}$
1	2	3	4	5
<b>1 Нежесткие дорожные одежды капитального и облегченного типа</b>				
1.1	Трещина	Линейный дефект дорожного покрытия, выражающийся в нарушении его целостности, возникающий от действия погодно-климатических факторов или в результате нарушения технологии производства работ при устройстве дорожной одежды. Линейный дефект, м	0,06	0,1
1.2	Частые трещины первого уровня	Соединяющиеся между собой трещины различного направления. Линейный дефект, м	0,08	В
1.3	Частые трещины второго уровня	Пересекающиеся между собой трещины различного направления, местами образующие ячейки с размерами сторон более 50 см. Линейный дефект, м	0,10	В
1.4	Сетка трещин	Трещины, образующие замкнутые ячейки явной выраженной формой сетки с преобладающими размерами сторон менее 50 см. Площадной дефект, м <sup>2</sup>	0,10	–
1.5	Выбоины	Разрушения покрытия, имеющего углубления (ямы) больше размера минерального заполнителя. Площадной дефект, м	0,08	–
1.6	Колея до 15 мм включ.	Углубления продольного направления в полосе наката проезжей части глубиной 15 мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодно-климатических условий. Линейный дефект, м	0,05	0,5
1.7	Колея св. 15 мм до 30 мм включ.	Углубления продольного направления в полосе наката проезжей части глубиной от 15 до 30 мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодно-климатических условий. Линейный дефект, м	0,07	0,6
1.8	Колея более 30 мм	Углубления продольного направления в полосе наката проезжей части глубиной более 30 мм, образовавшиеся под действием транспортных средств и погодно-климатических условий. Линейный дефект, м	0,10	0,8
1.9	Заплаты	Восстановление покрытия на площади образовавшейся ямочности. Площадной дефект, м <sup>2</sup>	0,05	–
1.10	Выкрашивание и шелушение	Поверхностное разрушение покрытия и отслаивание вяжущего вещества от минерального материала. Площадной дефект, м <sup>2</sup>	0,04	–
1.11	Облом края покрытия	Разрушение кромки асфальтобетона под действием транспорта и погодно-климатических условий. Линейный дефект, м	0,06	0,25
1.12	Просадки	Искажение профиля имеющего вид впадин с округлыми краями на небольшой площади покрытия. Площадной дефект, м <sup>2</sup>	0,06	–

Окончание таблицы 1.2

1	2	3	4	5
1.13	Выпотевание вяжущего вещества	Выступление на поверхности покрытия вяжущего в результате нарушения технологии устройства защитных слоев. Площадной дефект, м <sup>2</sup>	0,04	–
1.14	Деградация дорожного покрытия	Наличие на всей ширине полосы движения дефектов различного характера, занимающих площадь более 50 %. Состояние покрытия, при котором требуется проведение первоочередного ремонта. Линейный дефект, м	0,11	В
<b>2. Жесткие дорожные одежды</b>				
2.1	Трещины	Потеря целостности цементобетонной плиты. Линейный дефект	0,10	0,10
2.2	Трещины с разрушенными краями	Наличие сколов и выкрашиваний по краям трещин в результате эксплуатации покрытия без ремонта. Линейный дефект	0,12	0,20
2.3	Нарушение гидроизоляции швов	Неспособность швов задерживать проникновение влаги в результате разрушения гидроизоляции или её отсутствии. Линейный дефект	0,08	0,10
2.4	Разрушение плит	Отсутствие единой поверхности плиты с образованием отдельных ее участков и наличием сколов, выбоин, трещин. Площадной дефект	0,30	–
2.5	Износ и разрушение защитного слоя	Участки, на которых наблюдается разрушение защитного слоя, с оголением поверхности плит. Линейный дефект	0,18	В
2.6	Выкрашивание и шелушение поверхности плиты	Участки, на которых наблюдается отрыв щебня с образованием коррозии поверхности плиты. Площадной дефект	0,22	–
<i>Примечание – В – ширина дорожного покрытия, м</i>				

*Определение категории дороги и основных технических нормативов.*

Автомобильные дороги на всем протяжении или на отдельных участках подразделяются на классы и категории (таблица 1.3).

Таблица 1.3 – Автомобильные дороги и их расчетная интенсивность движения

Класс дороги	Категория дороги	Функциональное назначение дороги	Область применения	Расчетная интенсивность движения, ед./сут	
				Республиканские дороги	Местные дороги
Автомагистрали	I-а	Для передвижения интенсивных транспортных потоков на большие расстояния без обслуживания прилегающих территорий	Участки основных республиканских дорог протяженностью не менее 150 км с долей транзита в транспортном потоке более 50 %	Св. 8000	–
Скоростные автомобильные дороги	I-б	Для локального передвижения интенсивных транспортных потоков с высокой скоростью	Республиканские автомобильные дороги на подходах к крупнейшим городам на расстоянии 40...50 км, подъезды к аэропортам первого класса, кольцевые дороги вокруг крупнейших городов	Св. 10 000	–
Обычные автомобильные дороги	I-в	Дороги общего назначения	Республиканские автомобильные дороги (кроме автомагистралей и скоростных дорог), а также местные автомобильные дороги (кроме автомобильных дорог низших категорий)	Св. 10 000	–
	II			Св. 5000 до 10 000 включ.	Св. 7000 включ.
	III			Св. 2000 до 5000 включ.	Св. 3000 до 7000 включ.
	IV			Св. 200 до 2000 включ.	Св. 400 до 3000 включ.
	V			До 200 включ.	До 400 включ.

За расчетную интенсивность движения следует принимать среднегодовую суточную интенсивность движения механизированных транспортных средств (единиц/сутки) суммарно в обоих направлениях за последний год перспективного периода. Расчетную интенсивность движения нужно определять на основе данных экономических изысканий.

В соответствии с перспективной интенсивностью движения, указанной в задании, по ТКП 45–3.03–19–2006 [1, таблица 1.1] устанавливается техническая категория проектируемой дороги. По категории дороги и рельефу местности (таблица 1.4) назначается расчетная скорость движения одиночных автомобилей.

Таблица 1.4 – Расчетные скорости при определении категории дорог

Категория дороги	Расчетная скорость, км/ч	
	Основная	Допускаемая
I-а	140	120
I-б	120	100
I-в	120	100
II	120	100
III	100	80
IV	80	60
V	60	40

Основные параметры поперечного профиля дорожного полотна следует принимать по таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Параметры поперечного проектирования

Наименование параметра поперечного профиля	Значение параметра поперечного профиля для категорий дорог, м					
	I-а	I-б, I-в	II	III	IV	V
1 Число полос движения	4; 6	4; 6	2	2	2	2
2 Ширина полосы движения	3,75	3,5	3,5	3,5	3	2,75
3 Ширина проезжей части	7,5 × 2	7 × 2	7	7	6	5,5
	11,25 × 2	10,5 × 2	–	–	–	–
4 Ширина обочины, в т. ч.:	3,75	3	3	2,5	2	1,25
укрепленной полосы	–	0,5	0,75	0,5	0,5	–
остановочной полосы	2,5	2,5	–	–	–	–
5 Наименьшая ширина разделительной полосы, в т. ч.:	2 + S	2 + S	–	–	–	–
укрепленной полосы	0,75	0,5	–	–	–	–
6 Ширина дорожного полотна	24,5 + S	22 + S	13	12	10	8
	32 + S	29 + S	–	–	–	–

*Примечание* – S – ширина барьерного ограждения, устанавливаемого на разделительной полосе

Интенсивность движения рассчитывается по формуле

$$N_p = N_0(1 + p)^{t-1},$$

где  $N_0$  – количество автомобилей в отрезок времени;

$p$  – прирост движения;

$t$  – количество лет до капитального ремонта.

### **Задание**

По заданию преподавателя по полученному проекту пояснить дефектную ведомость и определить интенсивность движения существующей дороги.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какие параметры указываются в ведомости дефектов?
- 2 Какая интенсивность движения на республиканских дорогах II категории?
- 3 Как устанавливается интенсивность по истечении определенного времени?

## **2 Практическая работа № 2. Исправление плана трассы и повышение скорости движения на кривых в плане**

*Цель работы:* дать характеристику района проектирования автомобильной дороги, разработать план трассы автомобильной дороги, продольный профиль трассы.

Исправление трассы в плане может вызываться необходимостью устранения необоснованной извилистости дороги, вызывающей перепробеги автомобилей и снижение средней скорости, а также может являться причиной дорожно-транспортных происшествий.

Действующие нормативные документы рекомендуют при возрастании интенсивности движения реконструировать дорогу без существенного изменения ее трассы, если ее основным назначением является обслуживание местных транспортных связей между промежуточными пунктами, а транзитное сообщение невелико. При большом транзитном движении часто целесообразно отказаться от реконструкции и пойти на строительство новой.

Извилистость, являющуюся следствием проложения трассы новой дороги по направлению старой дороги более низкой категории, необходимо устранять по возможности без выхода за пределы существующей полосы отвода. Дорогу спрямляют сравнительно короткими участками, чтобы в наибольшей степени использовать существующее земляное полотно и дорожную одежду, если они не подвержены пучинообразованию.

При устранении извилистости трассы можно не только спрямлять отдельные участки, но и вводить кривые больших радиусов, объединяющие несколько коротких прямых и кривых. Спрямяя извилистые участки дороги, необходимо избегать введения кривых малых радиусов на участках перехода от старой трассы к спрямлению.

Для реконструкции автомобильных дорог возможно осуществлять такие варианты, как спрямление трассы в максимальной степени, используя существующую дорогу, заменяя кривые малых радиусов на меньшее количество кривых больших радиусов, существенное спрямление дороги за счет постройки нового участка через малоценные, заросшие кустарником земли и т. д.

Во всех случаях проектирования дороги наибольший эффект может быть достигнут при разработке нескольких вариантов и сопоставлении их по технико-эксплуатационным показателям, приведенным затратам и коэффициентам эффективности. Спрямление отдельных участков дороги при реконструкции часто требуется на обходах сложных участков рельефа. К числу таких мест относятся обходы оврагов и заболоченных низин.

Если влияние удлинения трассы из-за обхода вершины оврага ощутимо, при реконструкции должен быть рассмотрен вариант пересечения оврага с устройством трубы или плотины.

При проектировании спрямлений трассы возникают трудности с отводом необходимой земли в условиях сложившихся около существующей дороги полей севооборотов. Считается, что для всех видов строительства выделяются земли несельскохозяйственного назначения, или непригодные для сельского хозяйства, или сельскохозяйственные угодья худшего качества, преимущественно за счет не покрытых лесом площадей или площадей, занятых кустарниками или малоценными насаждениями.

Малоценные земли располагаются пятнами или полосами среди пашен и лесов, а их местоположение весьма редко совпадает с кратчайшим направлением трассы. Поэтому далеко не всегда и не на всем протяжении удастся расположить на них трассу даже ценой удлинения и увеличения извилистости дороги. Строительство дороги практически всегда бывает связано с необходимостью занятия ценных земель. Часто в связи с отказом местных организаций в расположении инженера, изыскивающего дорогу высокой категории, остается только узкая и извилистая полоса отвода существующей старой дороги, на которой нельзя проложить дорогу, удовлетворяющую современным требованиям.

В настоящее время вопрос обоснования отвода земли чаще всего решают только исходя из ущерба наносимого местным землепользователям, не учитывая потери народного хозяйства от перепробегов автомобилей. Во многих случаях технико-экономические расчеты могут показать, что для дорог с интенсивным движением окажется оправданным отвод даже весьма плодородных земель, решаемый на уровне республиканских или областных районных организаций управления. На дорогах низших категорий допущенная извилистость трассы компенсируется высокими урожаями на незатронутых строительством плодородных полях.

Для выполнения практической работы дается характеристика района проектирования автомобильных дорог, разрабатывается план трассы автомобильной дороги, продольный профиль трассы, ведется проектирование кюветов. Данные вопросы рассматриваются и выполняются согласно [9].

### **Задание**

По полученным исходным данным от преподавателя дать характеристику района проектирования автомобильных дорог, разработать план трассы автомобильной дороги, продольный профиль трассы, проектировать кюветы автомобильной дороги.

### ***Контрольные вопросы***

- 1 Какой минимальный уклон имеет кювет?
- 2 Как определяется значение тангенса при угле поворота?
- 3 Где используется домер при угле поворота?

## **3 Практическая работа № 3. Подготовительные работы. Организация работ по переносу коммуникаций**

*Цель работы:* определение участков автомобильной дороги, нуждающихся в переносе коммуникаций.

Большие трудности при реконструкции дороги возникают с переносом и переустройством воздушных, наземных и подземных коммуникаций. Как правило, за время от строительства до реконструкции дороги она обрастает различными видами коммуникаций, имеющих, а чаще не имеющих отношения к самой дороге. Это линии технологической и общей связи, проводной и кабельной, линии электропередач в виде воздушных линий или подземных кабелей высокого напряжения, наземных и подземных трубопроводов, коллекторов и других коммуникаций. Чаще всего эти коммуникации расположены в полосе отвода дороги или на определенном расстоянии от нее и могут быть повреждены в процессе производства работ по реконструкции дороги. Нередки случаи, когда кабели линий связи и электроснабжения осветительных систем уложены непосредственно в тело земляного полотна. Поэтому необходимо уделять особое внимание работам по переносу и переустройству инженерных коммуникаций, обозначению мест их расположения около дороги.

Работы по переносу и переустройству коммуникаций и инженерных сетей должны производиться по специальным проектам специализированными организациями по отдельному графику, согласованному с подрядной организацией, осуществляющей основные работы по реконструкции дороги.

*Порядок производства работ при прокладке переустройстве (ремонте) инженерных сетей и коммуникаций.*

1 Все работы по прокладке и ремонту подземных коммуникаций, сооружений и общестроительные работы производятся только специализированными организациями.

2 Каждое место разрытия в соответствии с проектом производства работ (схемой), согласованным с заинтересованными организациями и ГАИ, ограждается защитными ограждениями и оборудуется соответствующими дорожными знаками стандартного образца. В вечернее и ночное время, при густом тумане место производства работ должно быть оборудовано красными (оранжевыми) габаритными фонарями.

В условиях интенсивного движения городского транспорта и пешеходов к выполнению работ разрешается приступать только после установки ограждений, проходных мостиков, обустройства места работ средствами сигнализации, временными знаками с обозначением направления объезда (обхода) препятствия.

Разрытие траншей и котлованов в этих случаях должно проводиться с учетом минимального ограничения движения транспорта, пешеходов и обеспечения сохранности, находящихся в непосредственной близости зданий и сооружений.

3 Грунт, строительные материалы и конструкции допускается складывать в пределах ограждаемых территорий или в местах, предусмотренных проектом производства работ, определенных местными исполнительными и распорядительными органами.

4 Разработанное асфальтобетонное покрытие должно быть вывезено на переработку или другие места, указанные местным исполнительным и распорядительным органом.

При наличии на строительной площадке излишков грунта проектом производства работ должно предусматриваться использование его на других строительных объектах, а при необходимости – вывоз грунта в отвал на площадки, определённые проектом организации строительства.

При производстве земляных работ на застроенной части района в пределах проезжей части улиц и тротуаров организовать вывоз разработанного грунта на площадки, согласованные с местными исполнительными и распорядительными органами.

5 Запрещается засыпать грунтом крышки люков колодцев и камер, а также защитные люки подземных инженерных коммуникаций, решетки дождеприемных колодцев, лотки дорожных покрытий, зеленые насаждения и производить складирование материалов и конструкций на газонах, на трассах действующих подземных коммуникаций, в охранных зонах газопроводов, линий электропередач (ЛЭП) и линий связи.

6 Производство земляных работ в зоне расположения подземных коммуникаций (электрокабели, кабели связи, газопроводы и др.) допускается только после письменного разрешения соответствующих организаций, ответственных за эксплуатацию этих коммуникаций. К разрешению должен быть приложен план (схема) с указанием расположения коммуникаций, составленный на основании исполнительных чертежей.

7 Назначенный ответственный инженерно-технический работник за производство земляных, строительных (ремонтных) работ обязан во время проведения работ постоянно находиться на месте строительства и иметь при себе рабочие чертежи, ордер и проект производства работ.

Ответственность за повреждение существующих инженерных сетей и подземных сооружений несут организации, выполняющие земляные, строительномонтажные и ремонтные работы, а также должностные лица, ответственные за производство работ на объекте.

*Состав документов для оформления разрешения на аварийные работы.*

1 Письмо на имя начальника УП «Техническое управление МГИ» с указанием ремонтной организации, видов сетей и/или зданий, сооружений, сроков производства работ и ответственного исполнителя.

2 Дефектный акт на аварийный ремонт сети.

3 Схематичное расположение ремонтируемого объекта относительно прилегающих улиц и близлежащих домов. Схема установки ограждения.

4 Разрешение ГАИ при работе на проезжей части.

5 Согласование со службой охраны президента и руководством МГИ при производстве работ на проспекте Победителей и проспекте Независимости.

*Примечание* – Аварийные разрешения выдаются бесплатно.

*Порядок производства работ при аварийных повреждениях инженерных сетей и коммуникаций.*

1 В аварийных ситуациях, угрожающих жизни людей и порче имущества в крупных размерах (утечка газа, поражение электрическим током, обрушение сооружений, оползание грунтов и т. п.), вызывающих необходимость безотлагательного производства земляных работ, разрешается выполнять ремонтно-восстановительные работы без предварительного получения аварийного разрешения на производство работ, но с обязательным выполнением следующих условий.

2 Одновременно с отправкой бригады для устранения аварийной ситуации главный инженер (диспетчер) эксплуатирующей организации обязан сообщить телефонограммой о характере и месте аварии в местный исполнительный и распорядительный орган и другие заинтересованные организации с последующим оформлением разрешения в течение суток:

а) при аварии в пределах проезжей части и тротуара – дополнительно к перечисленным организациям – ГАИ;

б) при аварии на внутриквартальной территории дополнительно к перечисленным организациям – ЖКХ, на территории которого произошла авария.

3 По прибытии на место аварии, бригада под руководством ответственного лица обязана незамедлительно приступить к ликвидации аварии, обеспечивая безопасность людей, движение транспорта и сохранность расположенных рядом наземных и подземных сетей и сооружений.

4 В случае нахождения автомобилей в зоне производства аварийных работ ответственный представитель организации должен обратиться в ГАИ административного района с просьбой эвакуировать автомобили, затрудняющие производство работ по устранению аварийного повреждения сети.

5 ГАИ обязано в кратчайший срок вызвать владельца транспортного средства для эвакуации его с места производства аварийных работ. В случае невозможности прибытия владельца транспортного средства для его эвакуации ГАИ обязано эвакуировать транспортное средство с использованием эвакуатора и оповестить владельца о совершенной операции.

6 Организации, имеющие смежные с местом аварии сооружения, при получении телефонограммы обязаны немедленно выслать своего представителя к месту аварии, который должен указать расположение своих сооружений и проследить за соблюдением установленного порядка производства работ, обеспечивающих сохранность сооружений.

7 Производители работ по ликвидации аварии должны оградить место работ. До восстановления существующего дорожного покрытия место разрытия должно быть ограждено с установкой дорожных знаков.

8 На месте работ по ликвидации аварии постоянно должно находиться ответственное лицо, имеющее при себе служебное удостоверение и наряд аварийной службы.

9 Организации, складировавшие различные материалы и оборудование или устроившие отвалы грунта или мусора вблизи мест аварии, обязаны по первому требованию руководителя аварийных работ очистить участок для производства работ.

10 После ликвидации аварии организация, производившая аварийные работы, обязана начать работы по восстановлению разрушенных покрытий на проезжей части, тротуарах в местах, мешающих нормальному движению транспорта и пешеходов, немедленно после засыпки траншей и котлованов и закончить работы в течение 24 ч; во всех остальных случаях – не позднее пяти суток после засыпки траншей и котлованов.

*Приборы, используемые для поиска подземных коммуникаций и диагностики кабелей:*

- кабелеискатели и трассокабелеискатели;
- трассодефектоискатель;
- рефлектометры;
- течеискатели;
- трассотечеискатели (включая трассотечепоисковую технику);
- преобразователи дефектов;
- проталкиваемые камеры;
- генераторы;
- приборы для проведения диагностики кабелей;
- приборы, используемые для исследования оболочки кабелей;
- приборы, используемые для выбора кабеля и идентификации фазы;
- приборы, используемые для испытания кабелей;
- приборы для наблюдения маркеров;
- приборы, устанавливающие точную локализацию дефектов;
- устройства, устанавливающие стабилизацию дуги;
- электрические комплексы;
- мобильные лаборатории.

### **Задание**

По заданию преподавателя по полученному проекту пояснить наличие инженерных сетей и коммуникаций.

### ***Контрольные вопросы***

1 Какие работы выполняются при аварийных повреждениях инженерных сетей и коммуникаций?

2 Какие приборы используются для поиска подземных коммуникаций и диагностики кабелей?

3 Кто несет ответственность за повреждение существующих инженерных сетей и подземных коммуникаций?

## 4 Практическая работа № 4. Расчет существующей дорожной одежды

*Цель работы:* рассчитать существующую дорожную одежду.

При реконструкции или капитального ремонта нежестких дорожных одежд необходимо:

- выполнить обследование состояния конструктивных слоев дорожной одежды в соответствии с ТКП 45-1.02-233 и мероприятия по ТКП 140;
- на основании данных обследования принять решение о сохранении, частичном или полном удалении материала конструктивных слоев дорожной одежды.

На ремонтируемых участках, где сохраняют или используют старую дорожную одежду, проектирование ведут на основе детальных данных по конструкции существующей дорожной одежды, состоянию ее конструктивных слоев и оценке способности этих слоев выполнять свои функции.

Для получения исходных данных существующая дорожная одежда и рабочий слой земляного полотна должны быть обследованы с выполнением комплекса работ, предусмотренных ТКП 45-1.02-233, ТКП 140, а также георадарных, буровых и других видов исследований, позволяющих получить необходимую информацию, на основании которых составляется **паспорт дороги**.

При разработке проектного решения должны быть рассмотрены вопросы:

- целесообразности использования существующей дорожной одежды или отдельных ее конструктивных слоев без предварительного разрушения;
- целесообразности использования материалов конструктивных слоев после их переработки;
- необходимости усиления существующей конструкции дорожной одежды;
- необходимости повышения морозостойкости существующей конструкции дорожной одежды;
- необходимости улучшения дренирования существующей дорожной одежды;
- необходимости изменения конструкции укрепления обочин;
- необходимости уширения существующей конструкции дорожной одежды и разработки способов уширения.

*Проектирование реконструируемых и капитально ремонтируемых дорожных одежд магистральных и республиканских дорог.*

При назначении вида ремонта реконструируемых и капитально ремонтируемых магистральных и республиканских дорог дополнительно к обследованию по ТКП 45-1.02-233 выполняют:

- определение процента дефектности существующей дорожной одежды по ТКП 140 (в долях единицы);
- определение с использованием георадарных технологий толщин слоев по [1], а также определение их расчетных характеристик;
- определение характеристик грунта и материала дренирующего слоя;
- определение фактического модуля упругости дорожной одежды по ТКП 140 при температуре воздуха св. 10 °С до 30 °С включительно;

– оценку ровности дорожного покрытия по ТКП 140 с приведением результатов измерений к индексу ровности.

Виды ремонтных работ назначаются в зависимости от состояния дорожной одежды, определяемого ровностью покрытия, коэффициентом надежности существующей дорожной одежды и фактическим модулем упругости конструкции по ТКП 140.

На местных автомобильных дорогах обязательно проектирование мероприятий по предотвращению копирования дефектов старого покрытия на новом. Для этого следует предусматривать разделку и герметизацию трещин в существующем покрытии, заделку существующих выбоин и т. п.

При проектировании усиления дорожной одежды в ходе реконструкции дороги дренажные устройства следует назначать с учетом состояния старой дорожной одежды и ее дренажной системы, а также принятых технических решений – усиление дорожной одежды без уширения, усиление с уширением, полная перестройка.

Принципы и методы расчета на морозоустойчивость и осушение усиливаемых и реконструируемых участков дорожных одежд аналогичны расчетам новых конструкций дорожных одежд.

Примеры расчета конструкций дорожных одежд при новом строительстве и при выполнении ремонтных мероприятий приведены в [10, 11].

### **Задание**

По полученному от преподавателя паспорту существующей дороги произвести расчет дорожной одежды.

### ***Контрольные вопросы***

1 Следует ли при реконструкции автомобильной дороги проводить расчет дорожной одежды на прочность?

2 Что является основанием для выбора срока службы дорожной одежды?

3 Должны ли возникать деформации сдвига в проектируемой дорожной одежде?

## **5 Практическая работа № 5. Реконструкция инженерных сооружений (водопропускных труб)**

*Цель работы:* найти водосбор, рассчитать расход от ливневых и талых вод, выбрать диаметр трубы.

При уширении автомобильной дороги, которое часто приходится выполнять при реконструкции дороги, необходимо перестраивать водопропускные трубы (они могут изменять свою длину, это нужно сделать особенно при повышении насыпи, когда возникает необходимость изменять уклоны откосов, выполнять ремонтные работы, и строительство новых труб).

При строительстве новой трубы первоначально выполняется определение расхода воды на малых водосборах, к малым относятся водосборы с площадью бассейна не более 100 км.

За расчетный расход воды принимается наибольший, возможный расход, повторяющийся 1 раз в 100 лет, 50 лет или 33 года в зависимости от капитальности сооружения и категории дороги [12].

Максимальный расход талых вод  $Q_T$ , м/с, для условий Беларуси определяют по нормам:

$$Q_T = \frac{0,56 h_n \cdot F}{(1 + \alpha) \gamma \cdot t_n} \delta_l \cdot \delta_\delta, \quad (5.1)$$

где  $h_n$  – слой стока в фазе подъема половодья расчетной вероятности превышения, мм;

$F$  – площадь водосбора, км<sup>2</sup>;

$\alpha$  – коэффициент формы гидрографа;

$\gamma$  – коэффициент полноты гидрографа;

$t_n$  – продолжительность подъема половодья в сутки максимальной интенсивности снеготаяния, ч;

$\delta_l$  – коэффициент, учитывающий влияние лесистости водосбора на величину расхода талых вод;

$\delta_\delta$  – коэффициент, учитывающий влияние заболоченности водосбора на величину расхода талых вод.

Слой стока в фазе подъема  $h_n$  зависит от гидролого-географической зоны и от рода грунта. Его принимают по картограмме [12, рисунок 4.1], на которой слой стока даны с вероятностью превышения 1 %. При вероятности превышения 2 % слой стока, снятый с картограммы, умножают на коэффициент 0,87, при вероятности превышения 3 % – на коэффициент 0,81.

Продолжительность подъема половодья находят из выражения

$$t_n = t_c + t_l, \quad (5.2)$$

где  $t_c$  – продолжительность водоотдачи на склоны и склонового стекания, ч;

$t_l$  – продолжительность стекания по логу, ч.

Продолжительность стекания по логу

$$t_l = \frac{1,85L}{Q^{1/4} \cdot i_o^{1/3}}, \quad (5.3)$$

где  $L$  – длина лога от водораздела до створа, км;

$Q$  – расход талых вод, м<sup>3</sup>/с;

$i_o$  – уклон лога от водораздела до створа.

Максимальный расход талых вод находят следующим образом. Принимают значения величин  $h_n$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$ ,  $t_o$ ,  $\delta_n$ ,  $\delta_o$ . Затем определяют продолжительность стока по логу  $t_n$ , предварительно задаваясь расходом  $Q$ , который находят по выражению

$$Q = q \cdot F, \quad (5.4)$$

где  $Q$  – модуль стока,  $\text{м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2)$ .

Модуль стока  $q$  принимают по таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Значение модуля стока  $q$

Зона Беларуси	Северо-восточная	Юго-восточная	Юго-западная	Северо-западная
$q, \text{м}^3 / (\text{с} \cdot \text{км}^2)$	1,5...2,0	0,8...1,0	0,6...0,8	1,2...1,5

При песчаных грунтах водосборного бассейна предварительное значения модуля стока  $q$  принимают равным от 0,4 до 0,8  $\text{м} / (\text{с} \cdot \text{км})$ , меньшее значение соответствует южной зоне республики.

После этого определяют величину  $t_n$  и максимальный расход  $Q_T$ . Если полученное значение  $Q_T$  отклоняется от предварительно принятого  $Q$  не более чем на 5 %, то расчет можно считать законченным. В противном случае расчет повторяют, задаваясь новым значением  $q$ .

Максимальный расход ливневых вод

$$Q_l = 0,56\alpha_p \cdot i_0^3 \cdot F \cdot \delta \cdot \lambda, \quad (5.5)$$

где  $\alpha_p$  – расчетная интенсивность водоотдачи при уклоне лога, равном 1 ‰,  $\text{мм}/\text{ч}$ ;

$i_0$  – общий уклон лога, ‰;

$F$  – площадь водосбора,  $\text{км}^2$ ;

$\delta$  – коэффициент снижения расхода из-за залесенности и заболоченности водосбора;

$\lambda$  – переходный коэффициент, зависящий от вероятности превышения паводка, таблица 5.2.

Таблица 5.2 – Зависимость коэффициента  $\lambda$  от вероятности превышения паводка

Вероятность превышения паводка, %	1	2	3	5
$\lambda$	1,00	0,85	0,77	0,67

Расчетная интенсивность водоотдачи при уклоне лога, равном 1 ‰,

$$\alpha_p = \frac{k}{(F + 0,15)^{0,43}}, \quad (5.6)$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от рельефа водосбора.

Коэффициент  $k$  в условиях Беларуси для сухоходольных и периодически действующих водотоков, протекающих в зоне возвышенностей и гряд, равен 6,1 мм/ч; для водотоков, протекающих в зоне равнин и низин с уклонами склонов менее 10 % при их ширине более 350...400 м, – 1,2 мм/ч.

Для водотоков, протекающих частично по холмистой и частично по равнинной и низинной местностям, коэффициент  $k$  определяется как средневзвешенная величина в зависимости от площади водосбора  $F_i$  того или иного рельефа:

$$k = \frac{\sum k_i \cdot F_i}{F}. \quad (5.7)$$

Меньшие значения принимают для русел водотоков, значительно обводненных в июле-августе.

Коэффициент снижения расхода

$$\delta = (1 - 0,8 f_l - f_\delta), \quad (5.8)$$

где  $f_l$ ,  $f_\delta$  – относительная залесенность и заболоченность водосбора соответственно.

Для водосборов, сложенных легко дренирующими грунтами (открытые пески, легкие супеси), залесенность водосборов не учитывается.

**Пример** – Для расчёта отверстия водопропускной трубы требуется определить максимальный расчётный расход воды. По топографической карте установлены площадь водосбора  $F = 3,48$  км, длина лога  $L = 3,1$  км, общий уклон лога  $t = 23$  ‰. При определении водосборной площади масштаб карты должен быть таким, чтобы площадь водосбора на ней была не менее 5 см.

Дорога IV категории проходит в Могилёвском районе, в зоне 54° северной широты. Из таблицы [12, таблица 4.1] принимаем значение  $\alpha = 0,15$ ,  $\gamma = 0,79$ ,  $t = 4$  ч. Согласно рисунку [12, рисунок 4.1] слой стока для песчаного грунта составляет 14 мм. С учетом вертикальной планировки, равной 3 %, окончательно слой стока

$$h = 0,81 \cdot 14 = 11 \text{ мм.}$$

Общая лесистость зоны в районе протекания водотока  $F$  по карте лесистости Беларуси составляет 20 %, лесистость водосбора по топографической карте – 5 %. Коэффициент равен 0,94.

Заболоченных участков на водосборе нет, и коэффициент равен 1.

Для определения продолжительности стока по логу  $t$  задаёмся модулем стока  $q$ , равным 0,8 м/(с·км), и предварительно определяем расход:

$$Q = 0,8 \cdot 3,48 = 2,78 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$t_L = \frac{1,85 \cdot 3,10}{2,78^{1/4} \cdot 23^{1/3}} = 1,56 \text{ ч.}$$

Продолжительность подъема половодья

$$t_n = 4 + 1,56 = 5,56.$$

Максимальный расход талых вод

$$Q_r = \frac{0,56 \cdot 11 \cdot 3,48}{(1 + 0,15) \cdot 0,79 \cdot 5,56} \cdot 0,94 \cdot 1,00 = 3,99 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Полученное значение расхода отличается от предварительно принятого (2,78 м/с) на 43,5 %.

Принимаем новое значение  $q = 1,2 \text{ м}/(\text{с} \cdot \text{км})$  и находим новое значение расхода:

$$Q = 12 \cdot 3,48 = 4,18 \text{ м}/\text{с};$$

$$t_{\text{л}} = \frac{1,85 \cdot 3,10}{4,18^{1/4} \cdot 23^{1/3}} = 1,41 \text{ ч.}$$

$$t_n = 4 + 1,41 = 5,41 \text{ ч.}$$

$$Q_r = \frac{0,56 \cdot 11 \cdot 3,48}{(1 + 0,15) \cdot 0,79 \cdot 5,41} \cdot 0,94 \cdot 1,00 = 4,10 \text{ м}^3/\text{с}.$$

В данном случае ошибка составляет 1,9 %. Окончательно принимаем максимальный расход талых вод равным 4,1 м/с.

Для нахождения максимального расхода ливневых вод определяем расчётную интенсивность водоотдачи  $\alpha_p$  при уклоне лога, равном 1 ‰; коэффициент  $K$  равен 6,1 мм/ч.

$$\alpha_p = \frac{6,10}{(3,48 + 0,15)^{0,43}} = 3,50 \text{ мм}/\text{ч}.$$

Для водосборов, сложенных легкодренирующими грунтами, коэффициент снижения расхода равен 1. С учётом вертикальной планировки, равной 3 ‰, коэффициент 0,77.

Максимальный расход ливневых вод

$$Q_{\text{л}} = 0,50 \cdot 3,50 \cdot 23^{0,3} \cdot 3,48 \cdot 1,00 \cdot 0,77 = 13,45 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Максимальный расход ливневых вод превышает максимальный расход талых вод. В качестве расчётного расхода принимаем наибольший, равный 13,45 м/с.

Так как площадь водосборного бассейна мала, склоны крутые, около 50 %, продольный уклон лога составляет более 5 %, аккумуляцию воды перед сооружением не учитываем.

*Определение минимальной высоты насыпи у трубы.*

После того как установлено отверстие трубы, определяют минимальную высоту насыпи у трубы  $H_{\min}$ .

При безнапорном режиме протекания

$$H_{\min} = d_{mp} + t + h_{op},$$

где  $d_{mp}$  – диаметр или высота отверстия трубы в свету, м;

$t$  – толщина стенки трубы, м;

$h_{op}$  – минимальное возвышение бровки насыпи над трубой, м.

В любом случае минимальное возвышение бровки над трубой должно быть не менее 0,5 м.

Если подпор воды  $H$  больше отверстия трубы  $d_{mp}$  ( $H > d_{mp}$ ), то минимальная высота насыпи

$$H_{\min} = H + 0,50.$$

При полунапорном и напорном режимах протекания воды высота насыпи у трубы должна быть не менее чем на 1 м выше подпертого уровня воды:

$$H_{\min} = H + 1,00.$$

*Проектирование конструкции водопропускной трубы.*

Проектирование конструкции водопропускной трубы включает выбор типа фундамента трубы, определение длины трубы и количества звеньев, определение отметок дна трубы, проектирование укрепления русел на входе и выходе из трубы и укрепление откосов насыпи.

Круглые трубы укладывают на гравийно-песчаной подушке, на сборном железобетонном фундаменте, на бетонном или монолитном фундаменте.

Тип фундамента определяют в зависимости от инженерно-геологических условий, глубины залегания грунтовых вод, гидрологического режима работы сооружения, высоты насыпи.

Гравийно-песчаную подушку применяют только для труб, работающих в безнапорном режиме. Устраивают подушку из щебеночно-песчаной или гравийно-песчаной смеси толщиной 0,3 м, укладываемую на тщательно уплотненный естественный грунт, таблица 5.3.

Бетонные монолитные фундаменты устраивают в виде секций длиной 3,5 или 5,0 м, толщиной 0,3 м.

Максимальная высота насыпи для фундаментных труб приведена в типовых проектах.

Расчетное сопротивление глинистых грунтов приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Расчетное сопротивление глинистых грунтов

Вид грунта	Коэффициент пористости	Консистенция						
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Супеси	0,5	350	300	250	200	150	100	–
	0,7	300	250	200	150	100	–	–
Суглинки	0,5	400	350	300	250	200	150	–
	0,7	350	300	250	200	150	100	–
	1,0	300	250	200	150	100	–	–
Глины	0,5	600	500	350	300	250	200	150
	0,6	500	450	300	250	200	150	100
	0,8	400	400	250	200	150	100	–
	1,0	300	350	200	150	100	–	–

Теоретическая длина трубы поверху при устройстве оголовков, состоящих из портальной стенки и двух боковых откосных крыльев,

$$L_T = B + 2mh_p - 2m(d_{mp} + t), \quad (5.9)$$

где  $B$  – ширина земляного полотна, м;

$m$  – коэффициент заложения откоса насыпи;

$h_p$  – высота насыпи, рабочая отметка по оси трубы, принимаемая из продольного профиля, м;

$d_{mp}$  – диаметр отверстия трубы, м;

$t$  – толщина стенки трубы, м.

Теоретическая длина безоголовочной трубы понизу с нормальным входным и выходным звеньями

$$L_T = B + 2mh_p. \quad (5.10)$$

При строительстве водопропускная труба собирается из отдельных звеньев и оголовков. Звеньями являются железобетонные трубы, изготавливаемые промышленностью по ГОСТ 6482–88, ГОСТ 12586.0–83. Фактическая длина трубы должна быть не менее теоретической.

Фактическая длина поверху для труб с оголовками

$$L_\Phi = l_2 + l \cdot n + \Delta(n - 1) + 2t_n + 2\Delta_1, \quad (5.11)$$

где  $l_2$  – внутренняя длина раструбы, м;

$l$  – длина звена, м;

$\Delta$  – зазор между звеньями водопропускной трубы, м;

$n$  – количество звеньев;

$t_n$  – ширина портала, м;

$\Delta_1$  – зазор между трубой и порталом.

Значения величин даны в стандартах и типовых проектах.  
Некоторые размеры водопропускных труб приведены в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Некоторые размеры водопропускных труб

Диаметр отверстия трубы $d_{np}$ , мм	Труба железобетонная безнапорная (тип Т), ГОСТ 6482–88					Труба железобетонная напорная вибро- гидропрессованная, ГОСТ12586.0–83				
	$d_2$ , мм	$d_1$ , мм	$t$ , м	$I_2$ , м	$I$ , м	$d_2$ , мм	$d_1$ , мм	$t$ , м	$I_2$ , м	$I$ , м
500	790	620	60	100	235	790	610	55	185	510
600	890	720	60	100	235	940	730	65	185	590
800	1170	960	80	110	305	1152	930	65	195	650
1000	1450	1200	100	110	325	1384	1150	75	195	680
1200	1690	1420	110	110	335	1660	1370	85	195	780
1400	1890	1620	110	110	335	1900	1590	95	225	870
1600	2130	1840	120	110	345	2140	1810	105	225	945
2000	2580	2260	130	130	380	–	–	–	–	–
2400	3060	2700	150	140	420	–	–	–	–	–

Зазор  $\Delta$  принимают равным 15 мм,  $\Delta_1 = 10$  мм.

Фактическая длина понизу для безголовочной трубы

$$L_{\phi} = l_2 + (1 + \Delta)n - \Delta. \quad (5.12)$$

В необходимых случаях над входным и выходным оголовками устраивают бермы шириной не менее 0,8 м.

Продольный уклон трубы обычно назначают равным поперечному уклону местности. Однако он должен быть не менее критического уклона  $l_{кр}$  и не более 20 ‰. Трубы под насыпями высотой до 12 м укладывают со строительным подъемом. Поэтому профиль лотка трубы с учетом строительного подъема  $f$  образуется ломаной линией, вписанной в дугу окружности. Эта ломаная линия образуется отрезками, равными длинам звеньев трубы. Величина строительного подъема  $f$  назначается в зависимости от грунтов основания. На песчаных, галечных и гравелистых основаниях  $f$  составляет  $1/80 h_p$  при фундаментах и гравийно-песчаных подушках; на глинистых, суглинистых и супесчаных грунтах основания  $f$  составляет  $1/50 h_p$  – при фундаментах и  $1/40 h_p$  – при гравийно-песчаных подушках.

При высоте насыпи более 12 м величина строительного подъема определяется в зависимости от величины расчетных осадков.

При устройстве труб на скальных грунтах строительный подъем не назначают.

Отметку дна трубы по оси дороги  $H_0$  принимают из продольного профиля. Отметки дна трубы на входе  $H_{вх}$  и выходе  $H_{вых}$  определяют с учетом уклона трубы, ее длины и строительного подъема.

$$H_{\text{вх}} = H_0 - f + i_{\text{мп}} L_{\text{фв}}; \quad (5.13)$$

$$H_{\text{вых}} = H_0 - f - i_{\text{мп}} L_{\text{фн}}, \quad (5.14)$$

где  $L_{\text{фв}}$ ,  $L_{\text{фн}}$  – длины отрезков трубы с верховой и низовой сторон соответственно, м.

$$L_{\text{фв}} = 0,5L_{\text{ф}} / (1 + mi_{\text{мп}}); \quad (5.15)$$

$$L_{\text{фн}} = 0,5L_{\text{ф}} / (1 - mi_{\text{мп}}), \quad (5.16)$$

где  $m$  – коэффициент заложения откоса насыпи.

Отметка дна трубы у входа должна быть больше отметки в ее средней части еще до проявления осадок основания. Если при расчете это не выполняется, следует немного увеличить уклон трубы.

### **Задание**

По заданию преподавателя по полученному проекту (карте) рассчитать площадь водосбора запроектировать водопропускную трубу и определить высоту насыпи у трубы.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Как определить теоретическую длину трубы?
- 2 Как определяется минимальная высота насыпи у трубы  $H_{\text{мин}}$ , при безнапорном режиме протекания?
- 3 Как определить максимальный расход ливневых вод?

## **6 Практическая работа № 6. Технология и организация работ по реконструкции водопропускных сооружений**

*Цель работы:* составить ведомость строительства водопропускной железобетонной трубы.

В процессе реконструкции автомобильной дороги в случае увеличения ширины земляного полотна, а также при повышении насыпи или уположении откосов возникает необходимость увеличения длины водопропускных труб. При этом возможны два варианта:

- 1) полная перестройка водопропускной трубы, которую производят в тех случаях, когда диагностика и прогнозирование состояния трубы показывает, что существующая труба не сможет нормально работать до следующей реконструкции дороги;

2) удлинение водопропускной трубы без перестройки существующей части. Производят, если состояние существующей трубы позволяет ожидать ее нормального функционирования до новой реконструкции дороги при соответствующем содержании и ремонте. Работы по перестройке или удлинению труб желательно производить в сухое время года или в зимний период, чтобы предотвратить вредное для производства работ влияние потока воды, протекающего через трубу. Работы должны быть организованы таким образом, чтобы не препятствовать пропуску движения или снизить возможные помехи до минимальной степени.

Длину трубы можно определить по упрощенной формуле [12]:

$$l = B + 2m (H - d - \delta), \quad (6.1)$$

где  $B$  – ширина земляного полотна, м;

$m$  – коэффициент крутизны откосов земляного полотна;

$H$  – высота насыпи, м;

$d$  – расчетный (внутренний) диаметр трубы, м;

$\delta$  – толщина стенки трубы, м.

Технологический процесс строительства железобетонной трубы в зависимости от конструкции включает следующие основные операции:

- 1) разбивочные работы с выносной осей;
- 2) рытье котлована под трубу экскаватором;
- 3) устройство основания из песчано-гравийной смеси или щебня;
- 4) доставка и сортировка блоков фундамента и звеньев труб;
- 5) установка лекальных блоков фундамента (если они предусмотрены проектом);
- 6) монтаж звеньев трубы с заделкой стыков. Продольный уклон трубы 0,005 ‰;
- 7) изготовление оголовков (если они предусмотрены проектом);
- 8) устройство окрасочной и оклеечной гидроизоляции (ТКП 201–2009 *Мосты и трубы. Правила устройства гидроизоляции*);
- 9) засыпка трубы грунтом с перемещением бульдозером на расстояние до 20 м;
- 10) уплотнение с послойным трамбованием (выполняют по мере отсыпки грунта).

До начала отрывки котлована выполняют разбивочные работы. Промеры от оси трубы намечают контур котлована и обозначают его колышками. Размеры котлована в плане должны определяться проектными размерами фундамента и запасами в каждую сторону по 0,3 м.

Отрывку котлована производят от выходного оголовка экскаватором. Грунт, выбранный из котлована, перемещают за пределы площадки бульдозером.

Объемы работ на устройство железобетонных водопропускных труб на одно звено длиной 5 м представлено в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Объемы работ на устройство железобетонных водопропускных труб (на одно звено длиной 5 м)

Диаметр, м	Марка звена трубы	Блок фундамента		Монолитный участок фундамента			Гидроизоляция			Рытье котлована	Щебеночная подготовка	Заполнение пазуха бетоном М9	Засыпка котлована	Цементный раствор М150
		Количество	Объем бетона	УМ	УМ	УМ	Обмазочная	Оклеенная	Конопатка швов					
1,0	ТН100-III	шт	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	УМ	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	кг	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	
		2	1,10	0,07	0,25	0,24	17,4	1,5	0,65	2,5	0,6	0,6		
1,2	ТН120-III	шт	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	УМ	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	кг	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	
		2	1,28	0,10	0,36	0,34	19,8	1,70	0,80	2,80	0,70	0,60		
1,4	ТН140-III	шт	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	УМ	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	кг	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	
		3	1,95	0,19	0,52	0,43	22,0	1,90	1,30	3,2	0,7	0,7	0,17	

Продолжение таблицы 6.1

Звенья ТН-III	Объем м <sup>3</sup>	Масса т	Бесфундаментная труба						Подушка из гравийно-песчаной смеси
			Гидроизоляция			Рытье котлована			
			Обмазочная м <sup>2</sup>	Оклеенная м <sup>2</sup>	Конопатка м <sup>3</sup>	Обмазочная м <sup>2</sup>	Оклеенная м <sup>2</sup>	Конопатка м <sup>3</sup>	
1,42	3,55		20,6	1,1	0,60	20,6	1,1	0,60	3,9
1,98	4,95		24,8	1,30	0,80	24,8	1,30	0,80	4,9
2,66	6,65		28,3	1,5	1,10	28,3	1,5	1,10	5,8

Результаты сводят в таблицу. Расчет необходимых трудозатрат на устройство водопропускных труб ведут с использованием норм времени из [6] и [8] в табличной форме (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Ведомость устройства водопропускной железобетонной трубы диаметром 1,0 м на ПК

Ссылка на нормы	Описание рабочих процессов и операций	Единица измерения	Объем работ	На единицу измерения		На весь объем	
				чел.-ч	маш.-ч	чел.-дн.	маш.-см.
Е 1-13-1	Разработка грунта в отвал экскаватором одноковшовым JCB 130W вместимостью 0,4 м <sup>3</sup> , грунт I группы	1000 м <sup>3</sup>	0,015	40,12	32,63	0,08	0,06
Е1-164-2	Доработка грунта в ручную	100 м <sup>3</sup>	0,05	331,66	–	2,07	–
Е 30-54-2	Демонтаж звеньев одноочковых труб диаметром 0,8 м краном QUY25	м <sup>3</sup>	5,2	15,04	3,09	9,78	2,01
Е 30-3-1	Устройство щебёночных подушек под экран	100 м <sup>3</sup>	0,0075	260,49	–	0,24	–
Е 30-3-2	Устройство подушек из ПГС под трубу	100 м <sup>3</sup>	0,388	129,59	–	6,29	–

### Задание

По выданной преподавателем схеме трубы составить ведомость устройства водопропускной железобетонной трубы и разработать линейно-календарный график строительства искусственного сооружения.

### Контрольные вопросы

- 1 Какие работы выполняются при реконструкции инженерных сооружений?
- 2 Используется ли автогрейдер при реконструкции искусственных сооружений?
- 3 Каким прибором выполняются разбивочные работы?

## 7 Практическая работа № 7. Технология и организация работ по реконструкции земляного полотна

*Цель работы:* рассчитать необходимый объем материала для строительства земляного полотна и рассчитать трудозатраты по сооружению земляного полотна.

*Последовательность работ при уширении земляного полотна.*

При уширении насыпей (рисунки 7.1 и 7.2):

– планировка поверхности полосы уширения и временный водоотвод;

- засыпка боковых канав или кюветов-резервов;
- рыхление откосов или нарезка уступов;
- послойная отсыпка и уплотнение грунта;
- планировка и укрепление откосов;
- устройство водоотводных канав.

При уширении выемки (рисунки 7.3 и 7.4):

- устройство временного водоотвода;
- засыпка боковых кюветов;
- разработка грунта откосов и его транспортировка к месту укладки;
- планировка и укрепление откосов;
- устройство боковых кюветов.



Рисунок 7.1 – Реконструкция земляного полотна с увеличением высоты и ширины насыпи

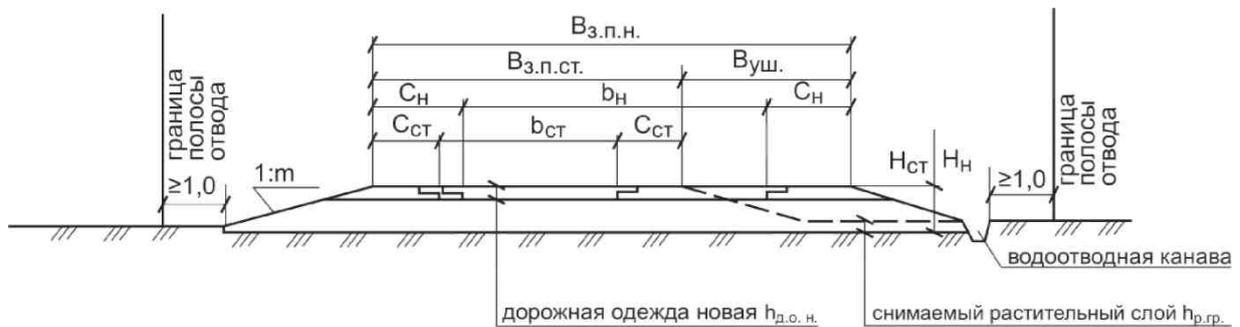


Рисунок 7.2 – Реконструкция земляного полотна с увеличением ширины насыпи

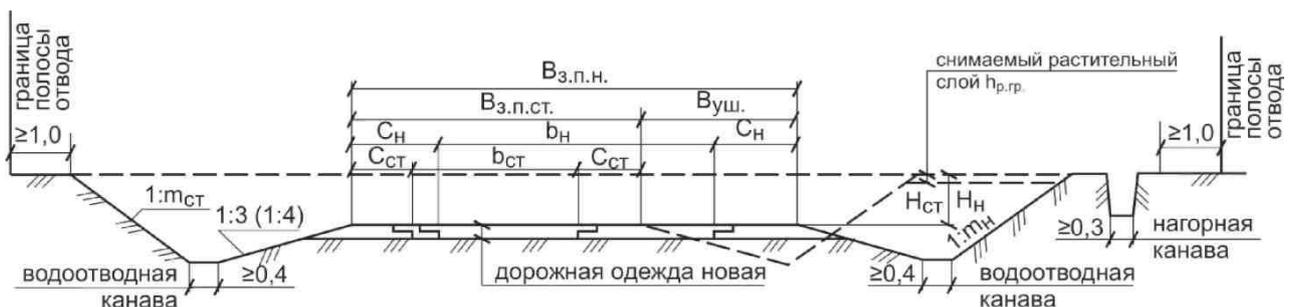


Рисунок 7.3 – Реконструкция выемки с увеличением ее ширины

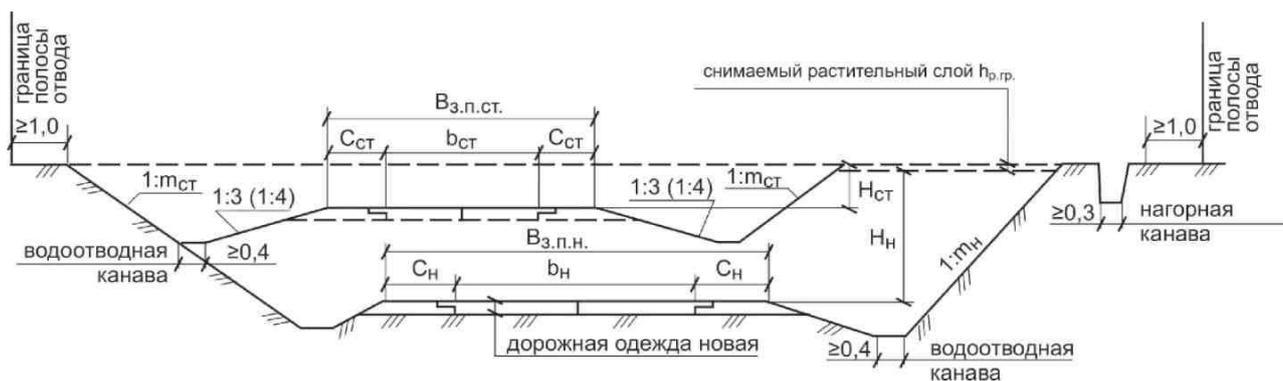


Рисунок 7.4 – Реконструкция выемки с увеличением ширины и глубины

Сводная ведомость земляных работ по видам разработки представлена в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Сводная ведомость земляных работ

Наименование вида работ	Правая полоса, м <sup>3</sup>
1 Профильный объем земляных работ	
1.1 Срезка обочин	26347
1.2 Досыпка	3813
1.3 Срезка	457
1.4 Доработка кюветов	2164
1.5 Присыпная обочина	4621
1.6 Досыпка с учётом уплотнения $K_{упл} = 1,08$	2164
1.7 Присыпная обочина с учётом уплотнения $K_{упл} = 1,08$	4621
2 Распределение земляных работ	
2.1 Из срезки обочин	8875
2.2 От доработки кюветов	204
2.3 От срезки	25
3 В кавальер	19865
4 В кавальер	
4.1 Лишний грунт от срезки обочин	17905
4.2 Лишний грунт от срезки и доработки кюветов	1960

В таблице 7.2. приведен расчет необходимых трудозатрат при возведении земляного полотна согласно [3].

Таблица 7.2 – Расчет необходимых трудозатрат по сооружению земляного полотна.

Ссылка на нормы	Описание рабочих процессов и операций	Единица измерения	Объем	На единицу измерения		На весь объем	
				чел.-ч.	маш.-см.	чел.-ч.	маш.-см.
E1-12-1	Снятие растительного грунта 15 см с откосов и из под подошвы насыпи в отвал экскаватором JCB JS220 LC с емкостью ковша 1м <sup>3</sup>	1000 м <sup>3</sup>	3,936	34,22	13,91	16,84	6,84
E1-12-1	Разработка грунта 1 группы в насыпь экскаватором JCB JS220 LC с емкостью ковша 1м <sup>3</sup>	1000 м <sup>3</sup>	4,119	34,22	13,91	17,96	7,16

### Задание

По заданию, выданному преподавателем, рассчитать необходимый объем материала и определить трудозатраты по сооружению земляного полотна.

### Контрольные вопросы

- 1 Какие работы выполняются при реконструкции земляного полотна?
- 2 На каких работах используется экскаватор при реконструкции земляного полотна?
- 3 Каким прибором выполняются разбивочные работы?

## 8 Практическая работа № 8. Технология и организация работ при реконструкции дорожных одежд

*Цель работы:* рассчитать необходимое количество материала, необходимого для реконструкции автомобильной дороги, и осуществить доставку материала.

В тех случаях, когда ось существующей дороги совпадает с проектной осью дороги после реконструкции, а красные отметки практически не требуют изменения, возможны различные варианты перестройки дорожной одежды, выбор которых осуществляют на основе технико-экономических соображений.

Указанные варианты включают следующие работы:

- а) полную разборку существующей дорожной одежды с использованием полученного материала при строительстве новой дорожной одежды, укреплении обочин, строительстве объездных дорог, подъездов и т. д. (коэффициент прочности существующей дорожной одежды  $K_{np}$  менее допустимого; дренирующий

слой не способен выполнять свои функции вследствие заиливания или разрушения, на дорожной одежде наблюдаются частые проломы, составляющие более 3% ее площади).

Полная разборка старой дорожной одежды производится и в том случае, когда намечается существенно увеличить высоту насыпи или углубить выемку;

б) разрушение существующей дорожной одежды и использование ее в качестве верхнего слоя основания (предотвращает появление отраженных трещин, повторяющихся существующие в старом покрытии) применяют на слоях из цементобетона различных типов или материалов, укрепленных значительными дозами цемента и сохранивших в достаточной степени свою монолитность. Асфальтобетонное покрытие в таких случаях на всю или большую часть толщины снимают способом холодного фрезерования, в дальнейшем его используют на асфальтобетонном заводе в качестве добавки для производства новой асфальтобетонной смеси. Возможно применение продукта фрезерования для укрепления обочин;

в) разрушение существующей дорожной одежды, ее уширение и усиление новым материалом с укладкой соответствующих верхних слоев;

г) сохранение существующей дорожной одежды, ее ямочный ремонт либо горячая, холодная или комбинированная регенерация асфальтобетонного покрытия с последующей укладкой слоя усиления. Для предотвращения появления отраженных трещин возможно применение синтетической сетки. Такой способ целесообразен при коэффициенте прочности существующей дорожной одежды более 0,8 и состоянии покрытия, допускающем проведение соответствующего ремонта;

д) сохранение существующей дорожной одежды, ее уширение, ямочный ремонт, горячая, холодная или комбинированная регенерация, при необходимости укладка синтетической сетки и устройство слоя усиления.

При существующем переходном покрытии из щебня или гравийного материала его рыхлят на глубину имеющих место выбоин, профилируют и уплотняют. Затем укладывают слои усиления в виде усовершенствованного покрытия.

Для рыхления и профилирования может быть использован автогрейдер с навесным кирковщиком, для уплотнения – самоходные катки на пневмошинах или комбинированные.

При уширении учитывают необходимость размещения и строительства с каждой стороны проезжей части краевых полос шириной по 0,75 м на дорогах I и II категорий и по 0,5 м на дорогах III категории.

Часто упрощают производство работ и строят новую дорожную одежду на «погребенной» старой. При тяжелых грунтовых условиях и неблагоприятном водно-тепловом режиме земляного полотна старая дорожная одежда может улучшать водно-тепловой режим, играя роль морозоустойчивого и паронепроницаемого слоя.

Своевременное и бесперебойное материально-техническое обеспечение производства зависит от правильного определения потребности в материальных и технических ресурсах.

Для асфальтобетонных, цементобетонных, песчаных, песчано-гравийных и других слоев потребность в материалах определяется по действующим нормам (РСН). Для железобетонных труб – по типовому проекту.

Для расчетов вычерчивают поперечный профиль дорожной одежды со всеми необходимыми размерами и вычисляют площади конструктивных слоев (или объемы слоя). По нормам расхода соответствующего материала определяют потребность в основных дорожно-строительных материалах.

Составляется сводная ведомость объемов работ согласно исходным данным, выданным преподавателем в практической работе № 7, результаты заносятся в таблицы 8.1–8.3.

Таблица 8.1 – Ведомость подсчета объемов работ

Конструктивный слой	Наименование материала	Единица измерения	Вычисление	Объем работ
Верхний слой покрытия	Асфальтобетонная смесь плотная мелкозернистая тип А	м <sup>2</sup>	8 · 14000	112000

Таблица 8.2 – Ведомость потребности в строительных материалах и полуфабрикатах

Наименование материала	Единица измерения	Потребность в материале		Ссылка на нормы
		По нормам	На всю дорогу	
Асфальтобетонная смесь плотная мелкозернистая тип А толщиной 4 см	т/1000м <sup>2</sup>	98,8	11066	Е27-53-1

Таблица 8.3 – Ведомость потребности в материалах для приготовления смеси на асфальтобетонном заводе

Наименование смесей	Количество, т	Потребность в исходных материалах				
		Щебень, м <sup>3</sup>	Песок, м <sup>3</sup>	Битум, т	Минеральный порошок, т	ПАВ, т
	11066					

*Примечание* – В числителе приводится потребность в исходных материалах по нормам на единицу измерения смеси, в знаменателе – на всю дорогу

Используя действующие нормы расхода материалов [3], определяют потребность в материалах и полуфабрикатах. Расчет ведется в табличной форме (см. таблицу 8. 2).

Следует учесть, что потребность в асфальтобетонной смеси определяется в тоннах, в остальных материалах – в кубических метрах.

Затем по нормам РСН определяется потребность в исходных материалах для приготовления полуфабрикатов. Расчет сводят в таблицу 8.3.

Экономное хозяйствование в строительстве неразрывно связано с совершенствованием нормирования, планирования, снабжения и учета использования материальных ресурсов. Для этого строительные предприятия:

- проводят маркетинговые исследования рынка поставщиков материалов, изделий и конструкций;
- нормируют потребность в конкретных материально-технических ресурсах;
- планируют и организуют материально-техническое обеспечение строительного производства;
- учитывают и контролируют использование всех материальных затрат в процессе строительства.

Система материально-технического обеспечения строительства должна строго увязываться с последовательностью операций на стройплощадке, с проектами производства работ и технологическими картами. Именно при такой согласованности достигается сокращение продолжительности и снижение себестоимости строительства.

Подрядные организации, выполняющие работы по генеральным и субподрядным договорам, и организации-заказчики должны обеспечивать объекты строительства всеми видами материально-технических ресурсов в строгом соответствии с технической последовательностью производства строительно-монтажных работ в сроки, установленные календарными планами и графиками строительства. Организация транспортирования, складирования и хранения материалов, конструкций и оборудования должна соответствовать требованиям стандартов и технических условий и исключать возможность их повреждения, порчи и потерь.

Общую проблему материально-технического обеспечения дорожного строительства можно условно разделить на три составляющие части:

- 1) обеспечение материалами, изделиями, конструкциями и полуфабрикатами;
- 2) обеспечение дорожно-строительной техникой, оборудованием, транспортными средствами и горюче-смазочными материалами для их работы;
- 3) обеспечение необходимыми энергоресурсами.

Так как уровень технического прогресса в дорожном строительстве, как и в других отраслях строительства, определяется прежде всего степенью индустриализации производства, при производстве дорожно-строительных работ предусматривается, как правило, обеспечение всех участков и мест производства работ готовыми материалами, изделиями, конструкциями и полуфабрикатами. Приготовление полуфабрикатов (асфальтобетонной и цементобетонной смеси, строительного раствора, цементогрунтовой смеси и т. д.) осуществляется на специальных передвижных (или стационарных) производственных базах, имеющих современное высокопроизводительное оборудование, обеспечивающее надлежащее каче-

ствоготавливаемых полуфабрикатов. Получение местных дорожно-строительных материалов (песка, гравийно-песчаной смеси, грунта) осуществляется путем разработки местных карьеров силами подрядчика или субподрядчиков.

Возможность снабжения строительства автомобильной дороги материалами во многом зависит от наличия в районе строительства местных строительных материалов и наличия разрешения на их использование. В случае отсутствия местных дорожно-строительных материалов их получают путем доставки от ближайших действующих предприятий и карьеров по железной дороге, морским, речным, автомобильным транспортом или их сочетаниями.

Обеспечение дорожного строительства готовыми материалами, изделиями и конструкциями промышленного производства, в числе которых металлоконструкции для обстановки дороги, кирпич, битум, цемент и т. д., осуществляется с доставкой от ближайших поставщиков. При строительстве автомобильных дорог значительной протяженности возможна также организация в составе производственной базы строительства временных полигонов по изготовлению бетонных и железобетонных конструкций.

Не менее важной составляющей в общей задаче организации снабжения дорожного строительства является его обеспечение строительной техникой, оборудованием и транспортными средствами, а также поддержание работоспособности указанной техники, включая ее ремонт и снабжение горюче-смазочными материалами.

Задача по содержанию и ремонту техники решается путем организации в составе производственной базы строительства баз механизации, дорожно-ремонтных мастерских, а также использования передвижных мастерских, смонтированных на автомобилях, для обслуживания техники непосредственно на местах производства работ. Обеспечение техники горюче-смазочными материалами осуществляется путем их оптового получения от ближайших поставщиков с доставкой к местам производства работ автомобильными заправщиками.

Обеспечение строительства необходимой дорожно-строительной техникой, оборудованием и транспортными средствами происходит за счет использования собственной техники подрядчика и субподрядчиков, аренды недостающих видов техники на период строительства или приобретения новых машин, оборудования или транспортных средств, в том числе на лизинговой основе.

Изучение организации труда строителей при возведении зарубежными фирмами сооружений в РБ показало, что их высокая выработка достигается прежде всего за счет четкого, своевременного обеспечения объектов качественными материалами, конструкциями и изделиями высокой заводской готовности, а также за счет эффективных орудий труда. Высокое качество деталей и конструкций не требует дополнительных затрат труда на их исправление и доводку на строительной площадке.

Источники получения и транспортировки строительных материалов и изделий представлены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Источники получения и транспортировки строительных материалов и изделий

Наименование материалов и изделий	Поставщик	Станция отправления	Станция назначения	Авто-перевозка до пункта, км
Асфальтобетон	АБЗ ДСУ-14 «Вейно»	–	–	41
Минеральный порошок	ОАО «Доломит»	Ситница	Луполово промбаза ДСТ-3	10

### **Задание**

По заданию преподавателя рассчитать необходимое количество материала для строительства дорожной одежды и организовать доставку материала для нужд строительства.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Для строительства автомобильной дороги битум поставляется из ....
- 2 Для строительства автомобильной дороги щебень поставляется из ....
- 3 Для строительства автомобильной дороги минеральный порошок поставляется из ....

## **9 Практическая работа № 9. Организация дорожного движения при реконструкции автомобильных дорог**

*Цель работы:* разработать схему организации дорожного движения во время проведения работ.

Обустройство мест дорожных работ выполняется в целях обеспечения безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также работников, занятых при производстве дорожных работ, и осуществляется в соответствии с требованиями ТКП 45-1.03-40, ТКП 45-1.03-44, СТБ 1300, [3], [4] и технического кодекса.

Требования к применению ТСОДД определяются исходя из характера дорожных работ в соответствии с таблицей 9.1.

Технологические карты или другие документы, определяющие технологический процесс каждого отдельного вида подвижных работ, должны содержать согласованные с территориальными подразделениями ГАИ схемы обустройства мест производства подвижных работ, разработанные в соответствии СТБ 1140.

Таблица 9.1 – Характеристика работы и транспортного (пешеходного) движения

Характер работ	Характеристика работы и транспортного (пешеходного) движения
Аварийно-восстановительные	Работы, связанные с устранением дефектов (уборка посторонних предметов) проезжей части, обочин, тротуаров и пешеходных дорожек, образовавшихся в результате стихийных бедствий, дорожно-транспортных происшествий и т. п. Зона дорожных работ и время ограничения движения транспортных средств определяется размером и характером работ по устранению дефектов
Подвижные	Работы по текущему ремонту и содержанию дорог или улиц с применением только перемещающихся дорожных машин и механизмов в любое время суток (уборка снега, очистка дороги от мусора, диагностические работы с использованием передвижных дорожных лабораторий и т. п.), а также выполняемые рабочими под прикрытием автомобилей сопровождения и прикрытия (нанесение разметки проезжей части, ямочный ремонт, изыскательские работы и т. п.). Движение транспортных средств ограничено в пределах перемещаемой зоны дорожных работ
Кратковременные	Работы по текущему ремонту и содержанию дорог или улиц, которые начинаются и заканчиваются исключительно в светлое время суток, а после их окончания проезжая часть и обочины освобождаются от дорожных машин и механизмов, ограждающих устройств, временных дорожных знаков и возобновляется беспрепятственное движение транспортных средств по всей ширине проезжей части. Движение транспортных средств ограничено в пределах стационарной зоны дорожных работ
Долговременные	Работы, выполняемые в течение более одной смены. Движение транспортных средств ограничено в пределах стационарной зоны дорожных работ
<i>Примечание</i> – Маячок оранжевого цвета должен быть включен во время производства работ на автомобилях сопровождения и прикрытия, а также в соответствии с [4] на механическом транспортном средстве, выполняющем строительные, ремонтные или уборочные работы на дороге (улице), и самоходной машине при ее движении по дороге (улице)	

Оригиналы схем разрабатываются для владельцев дорог и улиц, подразделений ГАИ МВД Республики Беларусь, на территории обслуживания которых находятся дороги и улицы, для непосредственного исполнителя дорожных работ и должностного лица, ответственного за производство дорожных работ.

Работы, выполняемые рабочими под прикрытием автомобилей сопровождения и прикрытия, должны осуществляться только в светлое время суток.

Кратковременные и долговременные работы должны выполняться только при наличии разработанных и утвержденных в соответствии с требованиями технического кодекса планами обустройства мест производства работ. Планы обустройства мест дорожных работ разрабатываются на основании проектов организации строительства, реконструкции, ремонта и планов содержания дорог, улиц населенных пунктов.

Планы обустройства мест дорожных работ согласовываются:

- при производстве дорожных работ, которые могут вызвать повреждение инженерных коммуникаций;
- с заинтересованными организациями-владельцами коммуникаций;

- в случае устройства объездов или переноса остановок маршрутных транспортных средств в зоне дорожных работ – с предприятиями, осуществляющими автомобильные, трамвайные и троллейбусные перевозки пассажиров в регулярном обычном, скоростном и экспрессном сообщении;

- при производстве дорожных работ как непосредственно на дорогах и улицах, так и в случае организации на них объездов – с предприятиями управления автомобильными дорогами и улицами;

- при наличии на объездах закрытых для движения участков улиц и дорог светофорного регулирования – с предприятиями, обслуживающими светофорные объекты;

- при производстве работ на республиканских автомобильных дорогах – с УГАИ МВД Республики Беларусь или по поручению УГАИ МВД Республики Беларусь с УГАИ УВД облисполкомов (УГАИ ГУВД Мингорисполкома);

- при производстве работ на местных автомобильных дорогах и улицах – с УГАИ УВД облисполкомов (УГАИ ГУВД Мингорисполкома) или по поручению УГАИ УВД облисполкомов (УГАИ ГУВД Мингорисполкома) с ОГАИ УВД (ОВД) горрайисполкомов;

- при проведении работ на участках дорог, по которым проходят специальные трассы, – со Службой безопасности Президента Республики Беларусь.

Оригиналы планов по обустройству мест кратковременных и долговременных работ и схем разрабатываются для владельцев дорог и улиц, подразделений ГАИ МВД Республики Беларусь, на территории обслуживания которых находятся дороги и улицы, для подрядной организации и должностного лица, ответственного за производство дорожных работ.

ТСОДД для обустройства мест дорожных работ изготавливаются в соответствии с действующими ТНПА, приобретаются, устанавливаются и содержатся организацией-исполнителем дорожных работ. На исполнителя дорожных работ также возлагается обязанность по содержанию транзитного участка дорог в зоне производства работ и объездов. По договору с владельцами дорог и улиц приобретение, установка и содержание установленных ТСОДД, а также содержание транзитных участков дорог и объездов может осуществляться эксплуатационными службами владельцев дорог и улиц или их специализированными подразделениями.

План по обустройству мест дорожных работ должен быть привязан к местным условиям и содержать:

- наименование титула объекта дорожных работ;

- наименование организации-исполнителя, юридический адрес и телефон для связи;

- фамилию, имя, отчество и телефон лиц, ответственных за производство и ограждение мест работ;

- точное местоположение зоны дорожных работ и ее границы;

- наименование дорожных работ и сроки их выполнения;

- схему установки ТСОДД в зоне дорожных работ и на подходах к ней, а также, в случае закрытия транзитного движения, на объездных путях, организацию технологических въездов и выездов со строительной площадки, мероприятия по предотвращению выноса грязи на транзитные участки;

- договор на содержание (приобретение, установку) ТСОДД, содержание транзитных участков и объездов эксплуатационными службами владельцев дорог и улиц или их специализированными подразделениями.

К выполнению работ по установке ТСОДД допускаются работники, прошедшие инструктаж по охране труда и обучение по знанию требований технического кодекса.

ТСОДД, применяемые в зоне дорожных работ, должны соответствовать требованиям СТБ 1140, СТБ 1231, СТБ 1300, а также согласованным и утвержденным в установленном порядке техническим условиям изготовителей указанной продукции.

Выбор ТСОДД для обустройства мест производства работ осуществляется на стадиях разработки технологических карт, технологических регламентов, проектов организации и планов строительства, реконструкции, ремонта и содержания дорог, улиц и дорог населенных пунктов в соответствии с требованиями.

Допускается применение других видов ТСОДД, согласованных с УГАИ МВД Республики Беларусь и владельцами автомобильных дорог и улиц.

При кратковременных и долговременных работах строительные материалы, излишний грунт, машины, механизмы и оборудование должны размещаться только в зоне строительной площадки.

Ответственность за организацию обустройства мест производства работ возлагается на руководителя организации, производящей работы. Ответственность за соблюдение требований технического кодекса возлагается на должностное лицо, ответственное за производство работ.

*Общие требования к установке технических средств организации дорожного движения в местах производства дорожных работ.*

При разработке схем по установке ТСОДД в местах производства дорожных работ необходимо выполнение следующих условий:

- предварительное предупреждение водителей транспортных средств и пешеходов об опасности, связанной с дорожными работами;

- четкое обозначение направления объезда имеющихся на проезжей части препятствий, а при устройстве объезда ремонтируемого участка – его маршрута;

- создание безопасного режима движения транспортных средств и пешеходов в зоне дорожных работ (канализирование движения транспортных потоков при подъезде к опасному участку, ограничение скорости движения, выделение зон безопасного передвижения пешеходов и т. п.);

- создание безопасных условий труда для работников, выполняющих дорожные работы.

Планирование дорожных работ без закрытия транзитного движения на участке дороги или улицы допускается в период суток, когда часовая интенсивность движения менее показателей пропускной способности участка дороги или улицы с учетом их сужения, вызванного производством работ.

Для предварительных расчетов при решении вопросов о закрытии движения по улицам населенных пунктов нагрузку на одну полосу движения следует принимать в приведенных в соответствии с СНБ 3.03.02 к одному расчетному автомобилю единицах транспортных средств в час:

- при режиме непрерывного движения – 1200...1500 ед./ч;
- при регулируемом движении – 500...700 ед./ч.

Для предварительных расчетов при решении вопросов о закрытии движения по автомобильным дорогам вне населенных пунктов максимальную пропускную способность дорог (одной полосы) без действия параметров снижения пропускной способности следует принимать в приведенных единицах по ТКП 45–3.03–19 для:

- двухполосной дороги – 2000 ед./ч (в обоих направлениях);
- трехполосной дороги – 4000 ед./ч (в обоих направлениях);
- четырехполосной дороги – 2000 ед./ч (по одной полосе);
- шестиполосной дороги – 2200 ед./ч (по одной полосе);
- восьмиполосной дороги – 2300 ед./ч (по одной полосе).

От начала зоны дорожных работ до начала зоны строительной площадки (от конца зоны строительной площадки до конца зоны дорожных работ) должно быть обеспечено плавное изменение траектории движения транспортных средств на протяжении  $L_{omz}$ . Протяженность  $L_{omz}$  определяется в зависимости от установленных скоростей движения на подходах к зоне строительной площадки и ширины зоны строительной площадки  $H_{cn}$  по таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Установленная скорость движения на подходе к зоне дорожных работ

Установленная скорость движения на подходе к зоне дорожных работ, км/ч	$\frac{L_{omz}}{H_{cn}}$
До 40 включ.	10:1
Св. 40 до 60 включ.	20:1
Св. 60	50:1

Ширина одной полосы для пропуска транспортных средств должна быть не менее ширины основной полосы движения. В исключительных случаях допускается уменьшение полосы движения до 3,0 м.

В случае ограничения движения на улицах населенных пунктов, на которых имеется трамвайное и (или) троллейбусное сообщение, максимальная ширина закрываемой для дорожных работ полосы движения определяется организациями управления электротранспортом.

В зоне производства дорожных работ ограничение скорости движения менее 40 км/ч, как правило, не допускается. При соответствующем обосновании (коэффициенте сцепления колеса автомобиля с поверхностью дороги, улицы меньше 0,3, крайне неудовлетворительном качестве покрытия, специфических условиях производства работ и т. п.) допускается ограничение скорости движения до 20 км/ч.

При кратковременных и долговременных работах ограждения первой группы применяются совместно с направляющими устройствами.

В условиях слепящего действия фар встречных транспортных средств в темное время суток и недостаточной видимости дороги направляющие устройства при кратковременных и долговременных работах применяются совместно со светосигнальными устройствами.

При невозможности установки светосигнальных устройств в условиях недостаточной видимости дороги кратковременные работы должны немедленно прекращаться и должен обеспечивать безопасный пропуск транспортных средств по всей ширине дороги.

В зоне проведения дорожных работ знаки 4.2.1 и 4.2.2 применяются совместно с направляющими устройствами для обозначения линии отклонения траектории движения транспортных средств от препятствия.

На специализированных автомобилях, в т. ч. используемых для сопровождения и прикрытия, участвующих в выполнении подвижных работ, должна быть включена световая сигнализация в виде проблескового маячка оранжевого цвета, на заднем (переднем) габарите дополнительно могут устанавливаться знак 1.30 и (или) световые панно.

Освещение строительных площадок осуществляется в соответствии с требованиями СНБ 2.04.05.

Для плавного и безопасного изменения скорости движения транспортных средств перед зоной дорожных работ последовательное снижение скорости необходимо производить ступенями с шагом не более 20 км/ч. Временные дорожные знаки, регламентирующие ступенчатое ограничение скоростей, располагают друг от друга на расстоянии не менее 100 м вне населенных пунктов и не менее 50 м в населенных пунктах. Число знаков, ограничивающих скорость, зависит от разности скоростей до и после ограничения.

Для разделения встречных потоков транспортных средств в зоне дорожных работ, обозначения рядности и обеспечения безопасной траектории движения используют направляющие устройства, а также устраивают разметку проезжей части. При плотности транспортного потока свыше 37 авт./км и интенсивности движения свыше 89 % от пропускной способности дороги, улицы для разделения встречных потоков транспортных средств применяются дорожные ограждения первой группы.

При выполнении небольших по протяженности подвижных дорожных работ для обеспечения наименьшей потери времени проходящих транспортных средств длину закрываемого участка следует выбирать минимальной с учетом требований технологии работ и безопасности движения.

При временном переносе остановок маршрутных транспортных средств из зоны дорожных работ, их оборудовании и организации движения в зоне временных остановок должны учитываться условия создания наименьших помех транзитному транспорту со стороны транспортных средств, стоящих на остановках, с учетом безопасных условий движения пешеходов (пассажиров).

Расстановку ТСОДД, применяемых для обустройства мест дорожных работ, осуществляют непосредственно перед началом производства работ.

ТСОДД в местах производства дорожных работ должны устанавливаться в следующем порядке:

а) дорожные знаки. Первыми устанавливаются дорожные знаки наиболее удаленные от места дорожных работ (вначале в направлении полосы движения, противоположной той, на которой предусмотрено проведение работ). При установке дорожных знаков должна соблюдаться следующая очередность:

- знаки приоритета;
- предупреждающие дорожные знаки;
- запрещающие дорожные знаки;
- предписывающие дорожные знаки;
- информационно-указательные знаки (таблички);

б) дорожные светофоры;

в) направляющие устройства;

г) дорожные ограждения второй группы;

д) дорожные ограждения первой группы.

Временные предупреждающие и запрещающие дорожные знаки после обозначенных перекрестков повторяются в соответствии с требованиями СТБ 1300.

Демонтаж ТСОДД, применяемых для обустройства мест дорожных работ, осуществляют в обратной последовательности.

*Примечание* – После ремонта гравийных и щебеночных покрытий, а также после устройства поверхностной обработки усовершенствованных покрытий допускается до окончания их формирования сохранение на дорогах, улицах в местах произведенных дорожных работ дорожных знаков 1.17 «Выброс щебня» и 3.24.2 «Ограничение скорости».

Постоянные ТСОДД, действие которых распространяется на участок производства работ, но противоречит принятой схеме организации движения, на период дорожных работ должны быть сняты или закрыты чехлами.

*Особенности установки технических средств организации дорожного движения в местах производства дорожных работ на улицах населенных пунктов.*

При разработке планов по обустройству мест дорожных работ необходимо учитывать преимущество в движении маршрутных транспортных средств.

При возможности остановочные пункты маршрутных транспортных средств необходимо выносить из зоны дорожных работ и временно располагать их на расстоянии 30...40 м до начала и 15...25 м после окончания зон дорожных работ с учетом обеспечения безопасных условий движения пешеходов и пассажиров (устройство посадочных площадок, пешеходных переходов и тротуаров).

Организация проведения работ на улицах населенных пунктов должна обеспечивать подъезд пожарного и другого специального транспорта к зданиям и сооружениям, находящимся в зоне дорожных работ.

При работах в колодцах инженерных подземных коммуникаций, люки которых находятся за пределами проезжей части, над ними необходимо устанавливать дорожные ограждения второй группы и направляющие устройства.

При выполнении работ на тротуарах, пешеходных дорожках и аллеях необходимое количество пешеходных мостиков для пропуска пешеходов через траншеи определяется расчетом в зависимости от интенсивности пешеходного движения.

Если условия производства работ вызывают необходимость организации движения пешеходных потоков на проезжую часть, то на проезжей части

должны быть установлены ограждения первой группы, отделяющие пешеходов от транспортных потоков.

На участках долговременных дорожных работ светосигнальные устройства в поперечном направлении следует устанавливать по краям закрываемой ширины проезжей части и один – посередине; в продольном направлении – совместно со знаками 4.2.1 (4.2.2) [3].

На участках работ под путепроводами, эстакадами или в тоннелях необходимо устанавливать дорожные ограждения первой группы только со светосигнальными устройствами по контуру ограждения. Светосигнальные устройства должны быть включены круглосуточно. Допускается использование в качестве ограждений автомобилей сопровождения (прикрытия) с включенными проблесковыми маячками оранжевого цвета.

При производстве работ на фасадах зданий и сооружений необходимо обеспечить безопасность движения транспортных средств и пешеходов путем установки соответствующих ТСОДД с защитными козырьками в соответствии с ГОСТ 23407.

Нетранспортабельные дорожно-строительная техника и материалы должны находиться только в зоне строительной площадки.

### **Задание**

По заданию преподавателя по полученному проекту организовать дорожное движение во время проведения ремонтных работ.

### ***Контрольные вопросы***

1 Какие требования предъявляются к ТСОДД при аварийно-восстановительном характере работ?

2 Какие требования предъявляются к ТСОДД при подвижном характере работ?

3 Какие требования предъявляются к ТСОДД при кратковременном характере работ?

4 Какие требования предъявляются к ТСОДД при долговременном характере работ?

## Список литературы

- 1 **ТКП 45–3.03–19–2006.** Автомобильные дороги. Нормы проектирования. – Минск: Департамент «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2008. – 180 с.
- 2 **ТКП 140–2008.** Автомобильные дороги. Порядок выполнения диагностики. – Минск: Департамент «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2012. – 100 с.
- 3 **ТКП 172–2009.** Обустройство мест производства работ при строительстве, реконструкции, ремонте и содержании автомобильных дорог и улиц населенных пунктов. – Минск: Департамент «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2009. – 45 с.
- 4 **СТБ 1140–2013.** Знаки дорожные. Общие технические условия. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 1999.– 120 с.
- 5 **ТКП 059–2012.** Автомобильные дороги. Правила устройства. – Минск: Департамент «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2012. – 100 с.
- 6 **СНБ 8.03.380–2012.** Ресурсно-сметные нормы на ремонтно-строительные работы. Сборник 80. Автомобильные дороги. – Минск: М-во архитектуры и строительства РБ, 2012. – 290 с.
- 7 **СТБ 1231–2012.** Разметка дорожная. Общие технические условия. – Минск: Госстандарт Республики Беларусь, 2012. – 49 с.
- 8 **ТКП 313–2011.** Автомобильные дороги. Земляное полотно. Правила устройства / Минск: Департамент «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2011. – 191 с.
- 9 **Федотов, Г. А.** Изыскание и проектирование автомобильных дорог / Г. А. Федоров, П. И. Поспелов. – Москва: Транспорт, 2009. – 648 с.
- 10 Автомобильные дороги / Я. Н. Ковалев [и др.]. – Минск : Арт-дизайн, 2006. – 352 с.
- 11 **ТКП 45–3.03–140–2008.** Автомобильные дороги. Нежесткие дорожные одежды. – Минск: Департамент «Белавтодор» М-ва транспорта и коммуникаций Республики Беларусь, 2012. – 100 с.
- 12 Расчет конструирования водопропускных труб: методические указания к курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 1-70 03 01 «Автомобильные дороги» // Ю. А. Катькало, В. Т. Парахневич, Л. И. Сазонова. – Могилев, Белорус.-Рос. ун-т, 2011. – 27