

Государственное бюджетное  
профессиональное образовательное учреждение  
«Кунгурский колледж агротехнологий и управления»




## **Методические указания к практическим работам**

**по МДК 01.01 Техническая эксплуатация дорог и дорожных сооружений, МДК 01.02 Организация планово-предупредительных работ по текущему содержанию и ремонту дорог и дорожных сооружений с использованием машинных комплексов**

**для специальности**

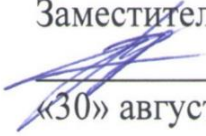
**23.02.04 Техническая эксплуатация подъемно - транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям)**

Кунгур, 2023 г.

Рассмотрено  
на заседании методической комиссии  
механико-технологических дисциплин  
Протокол № 1 от "30" августа 2023 г.  
Председатель МК  
  
Л.А. Домрачева

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

  
С.В. Зыкин

«30» августа 2023 г.

Комплект практических работ (методические указания) по МДК 01.01 Техническая эксплуатация дорог и дорожных сооружений, МДК 01.02 Организация планово-предупредительных работ по текущему содержанию и ремонту дорог и дорожных сооружений с использованием машинных комплексов разработан на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 Эксплуатация подъёмно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования при строительстве, содержании и ремонте дорог и ФГОС СПО по специальности 23.02.04 Техническая эксплуатация подъёмно - транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования (по отраслям).

Организация-разработчик: **государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Кунгурский колледж агротехнологий и управления»**

Составитель преподаватель: Кулаков В.В.

## Содержание

Пояснительная записка.....	5
Практическая работа №1 «Исследование элементов типовых поперечных профилей автомобильной дороги».....	8
Практическая работа № 2 «Исследование транспортно-эксплуатационных показателей автомобильной дороги».....	11
Практическая работа № 3 «Виды деформаций и разрушений. Схемы силового воздействия автомобильной дороги».....	14
Практическая работа № 4 «Оценка надежности автомобильной дороги».....	18
Практическая работа № 5 «Методы инструментального контроля геометрических элементов автомобильной дороги».....	22
Практическая работа № 6 «Способы устройства зимних дорог».....	40
Практическая работа № 7 «Способы устройства ледовых переправ».....	43
Практическая работа № 8 «Физико-механические, теплофизические свойства грунтов».....	53
Практическая работа № 9 «Технология работ железобетонных работ».....	54
Практическая работа № 10 «Технология производства работ бульдозерами».....	58
Практическая работа № 11 «Технология производства работ скреперами».....	61
Практическая работа № 12 «Технология производства работ одноковшовыми экскаваторами.....	67
Практическая работа № 13 «Технология производства бетонных работ».....	72
Список литературы.....	76

## Пояснительная записка

Настоящие рекомендации разработаны в целях определения порядка проведения и оформления практических занятий.

Выполнение студентами практических занятий направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам учебных дисциплин и междисциплинарных курсов в рамках профессиональных модулей;
- формирование умений применения полученных знаний на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др.;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Цель работ:

- формирование практических умений: обращения с различными приборами, установками, аппаратурой, лабораторным оборудованием;
- формирование исследовательских умений: наблюдать, сравнивать, анализировать, устанавливать зависимость, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, оформлять результаты в виде отчетов.

Целью практических занятий является формирование и совершенствование практических умений:

- **профессиональных** – выполнение определенных действий, операций, необходимых в последующей профессиональной деятельности;
- **учебных** – решение задач, необходимых в последующей учебной деятельности.

**Содержанием практических задач** является решение различного рода задач, в том числе профессиональных:

- анализ работы схем, устройств;
- решение ситуационных производственных задач;
- выполнение профессиональных функций;
- выполнение вычислений, расчетов, чертежей;
- работа с измерительными приборами, оборудованием, аппаратурой;
- работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками;
- составление проектной, плановой и другой технической и специальной документации и др.

Формы организации студентов на практических занятиях:

- **фронтальная** – все студенты выполняют одну и ту же работу;
- **групповая** – одна и та же работа выполняется бригадами по 2-5 человек;
- **индивидуальная** – каждый обучающийся выполняет индивидуальное задание.

Непосредственно перед выполнением практического занятия преподаватель проверяет готовность обучающихся к ее выполнению, по возможности с применением технических средств обучения и других современных методов контроля: тестирование, технический диктант, проверка домашнего задания и т.д.

### **Требования к знаниям и умениям при выполнении практических работ**

В результате выполнения практических работ обучающийся должен **уметь:**

- обеспечивать безопасность движения транспорта при производстве работ;
- организовывать работу персонала по эксплуатации подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- обеспечивать безопасность работ при производственной эксплуатации и текущем ремонте подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- определять техническое состояние систем и механизмов подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования;
- выполнять основные виды работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования в соответствии с требованиями технологических процессов;
- осуществлять контроль за соблюдением технологической дисциплины,

**знать:**

- организацию и технологию работ по строительству, содержанию и ремонту автомобильных дорог и искусственных сооружений.

Данные практические работы направлены на формирование у обучающихся

<b>Код</b>	<b>Наименование компетенций</b>
ОК 01.	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;
ОК 02.	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;
ОК 03.	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;
ОК 04.	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;
ОК 05.	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;
ОК 06.	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей;

ОК 07.	Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях;
ОК 08.	Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности;
ОК 09.	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;
ОК 10.	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках;

Код	Наименование компетенций
ПК1.1	Обеспечить безопасность движения транспортных средств при производстве работ
ПК1.2	Обеспечить безопасное и качественное выполнение работ при использовании подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и механизмов
ПК1.3	Выполнять требования нормативно-технической документации по организации эксплуатации машин при строительстве, содержании и ремонте дорог

### Критерии оценок деятельности обучающихся

#### *Оценка «5»*

- практическая работа выполняется в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности и правильно решение задач;
- выполняется полностью самостоятельно (подбирает необходимые для выполнения предлагаемых работ источники знания, показываются необходимые для проведения практических работ теоретические знания, практические умения и знания);
- работа оформляется аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации форме.

#### *Оценка «4»*

- практическая работа выполняется в полном объеме и самостоятельно;
- допускается отклонение от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата;
- работа показывает знание основного теоретического материала и овладения умениями, необходимыми для самостоятельного проведения работы;
- могут быть неточности и небрежность в оформлении результатов работы.

#### *Оценка «3»*

- практическая работа выполняется и оформляется при помощи преподавателя выполнивших на «5» данную работу.
- на выполнение работы затрачивается много времени.

## **Оценка «2»**

- выставляется в том случае, когда студент не подготовлен к выполнению этой работы;
- полученные результаты не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью;
- показывает плохие знания теоретических материалов и отсутствие необходимых умений;

Отчет по практической работе каждый обучающийся выполняет индивидуально с учетом рекомендаций по выполнению практического задания и оформляет его в отдельной тетради для практических работ.

## **Оформление практических занятий**

Отчеты практическим занятиям оформляются на листах формата А 4 и должны содержать:

- титульный лист общий для всех работ;
- основная часть по каждой работе, в которой указан номер работы, цель работы, оборудование и материалы, необходимые таблицы, расчеты, выводы в соответствии с целью лабораторной работы или практического занятия.

Текст разрешено вписывать четким разборчивым почерком пастой черного или синего цвета.

Оценки за практические занятия выставляются по пятибалльной системе и учитывают:

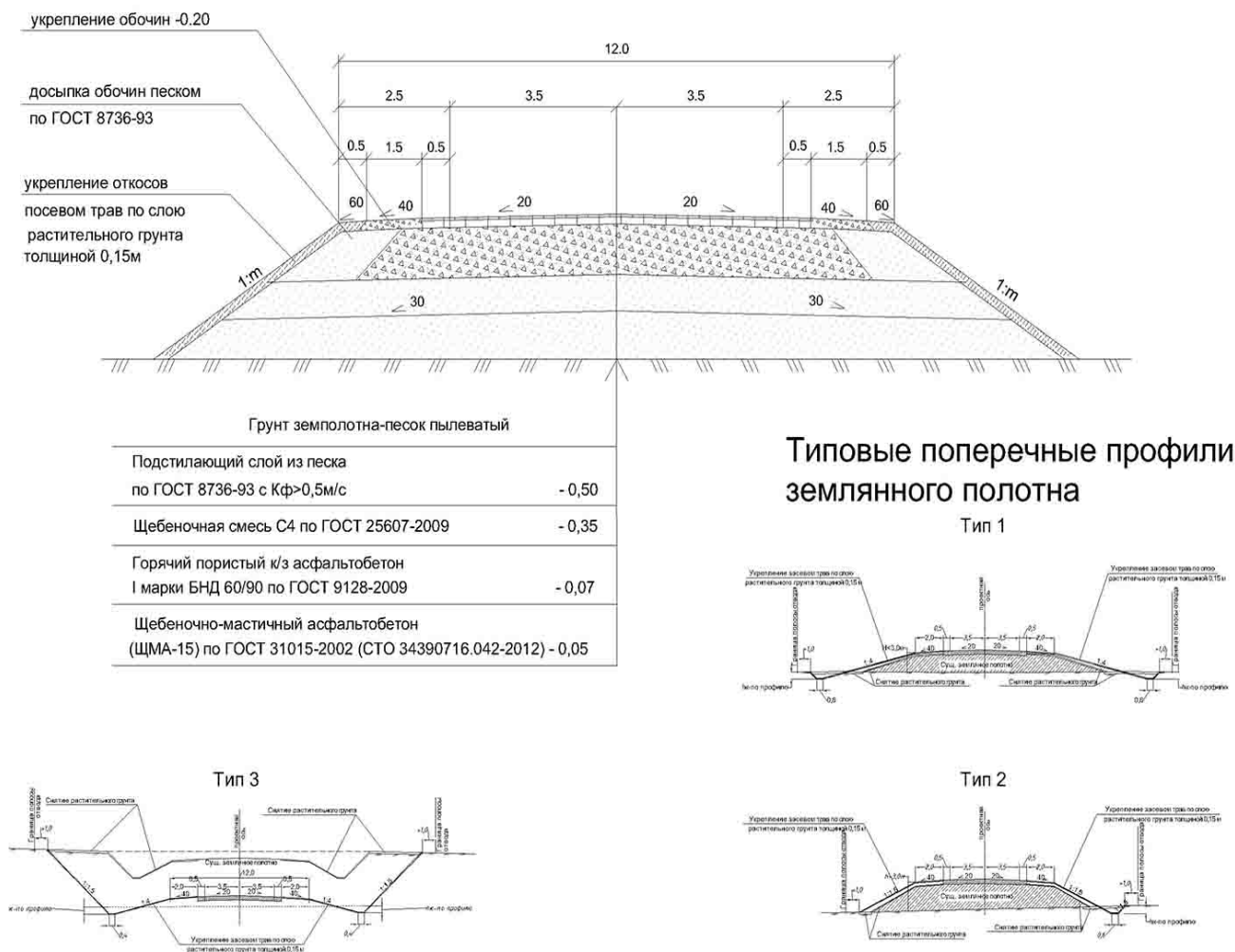
- подготовку лабораторных работ и практических занятий;
- выполнение лабораторных работ и практических занятий; – ответы на вопросы по итогам выполнения работ.

Отчеты студентов по практическим занятиям хранятся у преподавателя до конца учебного года. Лучшие отчеты используются в работе преподавателя.

## Практическая работа № 1

### «Исследование элементов типовых поперечных профилей автомобильной дороги»

Цель работы: овладеть навыками работы с нормативно-технической документацией. Научится строить типовые поперечные профили автомобильной дороги, рассчитывать поперечные.



Исходные данные: данные практических работ 1 - 3.

#### Основные понятия

Полосу местности, выделяемую для расположения на ней дороги, разработки грунта, предназначенного для отсыпки насыпей, постройки вспомогательных сооружений и посадки зеленых насаждений, называют *дорожной полосой* или *полосой отвода*.

Изображение в уменьшенном масштабе сечения дороги вертикальной плоскостью, перпендикулярной к оси дороги, называют *поперечным профилем*.

Полоса поверхности дороги, в пределах которой происходит движение автомобилей, представляет собой проезжую часть. На проезжей части устраивают дорожную одежду из прочных материалов, верхний слой которой называют *покрытием*. Дороги I категории имеют самостоятельные проезжие части для движения в каждом направлении. Между ними для безопасности оставляют



разделительную полосу, на которую запрещается заезд автомобилей. Сбоку от проезжей части расположены обочины. Обочины используются для временной стоянки автомобилей и размещения дорожно-строительных материалов при ремонте. Наличие обочины способствует безопасности движения автомобилей и устойчивости земляного полотна. Вдоль проезжей части на обочинах и разделительных полосах укладывают укрепительные краевые полосы, повышающие прочность края дорожной одежды и обеспечивающие безопасность при случайном съезде колеса автомобиля с покрытия.

Для расположения проезжей части на необходимом уровне от поверхности грунта сооружают земляное полотно (насыпь или выемку) с боковыми канавами (кюветами), предназначенными для осушения дороги и отвода от нее воды. В полосу отвода дороги входят также резервы - неглубокие выработки вдоль дороги, из которых был взят грунт для отсыпки насыпи, и кавальеры - параллельные дороге валы, в которые укладывают грунт из выемок.

Проезжая часть и обочины отделяются от прилегающей местности правильно спланированными наклонными плоскостями – *откосами*.

Линия сопряжения поверхностей обочины и откоса насыпи образует *бровку земляного полотна*.

Расстояние между бровками условно называют *шириной земляного полотна*.

Крутизну откосов характеризуют коэффициентом заложения, который определяется отношением высоты откоса к его горизонтальной проекции – заложению. Заложение откосов зависит от высоты насыпи и назначается из условий устойчивости насыпи, исходя из того, из какого грунта отсыпано земляное полотно.

*Кромка проезжей части* – линия сопряжения плоскости обочины с плоскостью проезжей части. Подошва насыпи – линия сопряжения плоскости откоса с примыкающей местностью или плоскостью дна кювета. Порядок выполнения работы

Крутизна откосов земляного полотна из песчаных и глинистых грунтов в зависимости от высоты насыпи и категории дороги принимается при:

- высоте насыпи до 3 м на дорогах I и III категорий – 1: 4;
- высоте насыпи от 3 до 6 м на дорогах I и III категорий – 1:1,5;
- высоте насыпи от 6 до 12 м верхняя часть земляного полотна (более 6 м)

имеет уклон 1:1,5, а нижняя – 1:1,75.

Для выемок внутренний откос имеет уклон 1:3, а для внешнего откоса величина уклона зависит от глубины:

- при глубине выемки менее 1 м обтекаемого очертания раскрытые или разделанные под насыпь от 1:4 до 1:10; при необтекаемом очертании от 1:1,5 до 1:3;
- при глубине выемки от 1 до 5 м на снегозаносимых участках от 1:4 до 1:6; на снегонезаносимых – 1:1,5;
- при глубине выемки от 5 до 12 м – 1:1,5.

Для выемок глубиной до 1 м при достаточной ширине полосы отвода характерна разделка под насыпь.

*Боковые каналы (кюветы)* устраивают в выемках и у насыпей высотой до 1-1,2 м. Они служат для отвода воды, стекающей во время дождя и таяния снега с поверхности дороги и прилегающей ей местности. Минимальный продольный уклон дна канавы – 5‰, что предотвращает их заиливание.

При водонепроницаемых грунтах и необеспеченном поверхностном водоотводе канавы устраивают трапециидальной формы с шириной по дну 24 0,4 м и глубиной 0,7-0,8 м. Заложение откосов: внешнего 1:1,5; внутреннего 1:3, 1:4. При обеспеченном поверхностном водоотводе применяют кюветы треугольного сечения с глубиной не менее 0,3 м от уровня земли. Заложение откосов: внешнего 1:1,5; внутреннего 1:3, 1:4. Грунт выемок обычно используется для отсыпки насыпи на прилегающих к выемке участках или им заполняют расположенные поблизости пониженные участки местности.

При нецелесообразности такого использования грунта выемок его укладывают на обресе дороги параллельно бровке выемки на расстоянии не ближе 3 м в кавальер высотой не более 3 м, которому придают правильное геометрическое очертание.

На дорогах I – IV категорий вдоль кромок проезжей части устраиваются укрепительные полосы.

На дорогах I – II категорий ширина укрепительной полосы равна 0,75 м.

На дорогах III категории – 0,5 м.

Наряду с разработанными поперечными профилями применяются и типовые поперечники, которые необходимо привязать к конкретным условиям проектируемой дороги.

Вычерчивают поперечные профили в масштабе 1:200, с указанием:

- номера типа конструкции земляного полотна по типовому проекту;
- основных размеров земляного полотна;
- поперечных уклонов проезжей части и обочин, резервов и кюветов.

Контур поперечных профилей вычерчивают сплошной линией. Пунктирной линией обозначают снимаемый слой растительного грунта и верх выемок. Слева и справа показывают границу полосы отвода.

Содержание отчета: приводятся цель работы, исходные данные, категория дороги, чертежи типовых поперечных профилей автомобильной дороги.

**Практическая работа № 2**  
**«Исследование транспортно-эксплуатационных показателей**  
**автомобильной дороги»**

Необходимо в данной практической работе определить транспортно-эксплуатационные показатели:

- эксплуатационный коэффициент обеспеченности расчетной скорости - $K_{рсэ}$
- уровень загрузки движением - $Z$
- коэффициент аварийности -  $K_a$
- коэффициент запаса прочности - $K_{пр}$
- коэффициент ровности - $K_r$
- коэффициент сцепления - $K_{сц}$

На основании полученных расчетов транспортно-эксплуатационных показателей сделать вывод о техническом состоянии автодороги.

1. Выполнение работы:

Исходные данные принять по таблице №1.

№варианта № по журналу Категория а/д Допустимое значение  $V_{макс}$  расчетная при благоприятных погодных условиях Фактическая интенсивность движения  $N_{факт}/сут$  Фактический модуль упругости  $E_{факт}$ /Требуемый модуль упругости  $E_{треб}$

2. Определить транспортно- эксплуатационные показатели дороги :

•Коэффициент расчетной эксплуатационной скорости:

$$K_{рсэ} = V_{факт} / V_{доп} \text{ ( должен быть не менее } 0,75 \text{)}$$

$V_{факт}$  - принимаем по варианту( столбик 4 табл 1)

$V_{треб}$  –принимаем по таблице 1.1 стр.6 ВСН-24-88 \* или приложение №1

$$K_{рсэ} = \bullet \text{ Уровень загрузки дороги движением } -Z$$

$$Z = N / P \text{ (должен быть не более } 0,7 \text{)}$$

$N$ - фактическая интенсивность движения по дороге -принимаем по варианту( столбик 5 табл 1)

$P$ - пропускная способность дороги по категории ( до 1000 авт/ сут- 4 категория дороги:

от 1000 до 3000 авт/сут – 3 категория и от 3000 до 7000- 2 категория)

$Z = \bullet$  Коэффициент безопасности движения (или коэффициент аварийности):

$K_{авар}$  –принимаем по заданию (табл 1 столбик 9)

На основании ВСН -28 -88\* табл 1.3 или приложение 2 сравниваем фактические данные по степени опасности и устанавливаем категорию опасности для заданной дороги по варианту.

$K_{авар} =$  -соответствует опасности.

•Коэффициент прочности  $K_{пр} K_{пр} = E_{факт} / E_{треб}$  (должен быть больше 1) Данные для расчета принимаем по табл 1 столбик 6)

$K_{пр} = \bullet$  Коэффициент ровности  $K_{ровн}$  Определяем путем сравнения  $K_{ровн}$  – (исходных данных табл 1 столбик 7) с требуемым процентом отклонений, указанных в СНиП 3.06.03-85\* -табл 1.4 или приложения 3

$K_{ровн} = \%$ , что соответствует (не соответствует) требованиям СНиП 3.06.03-85\* 4 • Коэффициент продольного сцепления  $K_{сц}$   $K_{сц} = f_{сцеп} / f_{треб}$  должен быть больше 1  $f_{сцеп}$  принимаем по варианту табл 1 столбик 8  $f_{треб}$  принимаем по ВСН -24 -88\* табл.1.5 стр10 или приложение 4 ( необходимо учитывать заданные условия- затрудненные и измерения получены шинами с протектором)

$$K_{сц} = / 0,40 =$$

Для определения эксплуатационных показателей используйте нормативную литературу « Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог» (ВСН -24-88\*\* стр. 5 – 11, с табл.1.1 по табл.1.5) (или ниже указанные приложения №1,2,3,4).

### Приложение №1

Допустимое снижение обеспечиваемой максимальной скорости по отношению к расчетной  $V_{доп}$

Условия погоды и рельефа местности	Допустимые значения обеспеченной максимальной скорости движения, км, для категории дорог					
	1А	2Б	2	3	4	5
При благоприятных погодных условиях						
А) на основном протяжении дороги	120-150	100-120	100-120	100	80	60
Б) на трудных участках пересеченной местности	100-120	90-100	90-100	80	60	40
В) на трудных участках горной местности	75-80	60	60	50	40	30

### Приложения №2

Характеристика участков автодороги по степени опасности  $K_{ав}$

Коэффициент аварийности	Степень опасности участков дороги			
	Не опасный	Малоопасный	Опасный	Очень опасный

Кав	0 - 10	10 - 20	20 - 40	Более 40
-----	--------	---------	---------	----------

Приложение №3

Предельно допустимые значения ровности Кровн

Интенсивность движения авт/сут	Категория дороги	Количество просветов под 3 х -метровой рейкой, превышающих указанные в СНиП 3.06.03-85* , %
3000-7000	2	7
1000-3000	3	9
100 - 1000	4	14

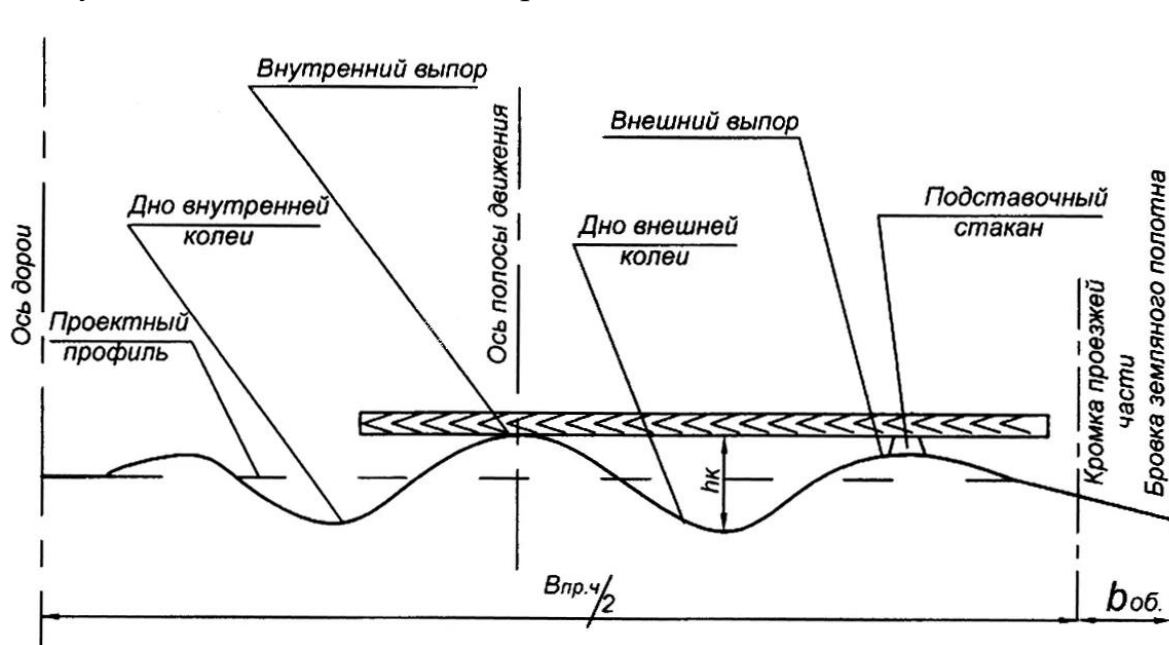
Приложение №4

Предельные значения коэффициента продольного сцепления  $f_{гр\epsilon б}$

Условия движения по СНиПу	Коэффициент сцепления при скорости 60 км/ч
затрудненные	0,40

## Практическая работа № 3 «Виды деформаций и разрушений».

1 Цель работы – ознакомиться с основными видами деформаций и разрушений дорожных покрытий, получить практические навыки оценки состояния участков автомобильной дороги.



### 2 Теоретический материал

2.1 Прочность дорожной одежды является наиболее важным показателем транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги, который необходимо регулярно оценивать в течение всего срока ее службы.

Прочностные качества дорожной одежды определяются, прежде всего, сопротивляемостью подстилающего грунта сжатию. Дорожная одежда должна распределять действующую на нее нагрузку от колеса автомобиля по возможности на большую площадь и предупреждать проникание воды, которая значительно ослабляет прочность грунтового основания.

Возможны три случая деформации дорожного покрытия в зависимости от прикладываемой нагрузки.

Если нагрузка невелика, а слои дорожной одежды и земляного полотна хорошо уплотнены, то дорожная одежда не разрушается и происходят только упругие деформации, т. е. дорожная одежда под действием нагрузки прогибается и после проезда автомобиля возвращается в прежнее положение.

При возрастании нагрузки или при временном снижении прочности грунтов основания в весенний или осенний периоды возникают постепенно накапливающиеся пластические малые деформации. В случае, если их суммарное значение за период ослабленного состояния дорожной одежды превысит некоторые предельные значения, дорожная одежда разрушится.

Прочность одежды зависит от предельно допустимого прогиба, а также от количества приложений нагрузки за период ослабления дорожной одежды.

При очень больших нагрузках или при значительном ослаблении прочности

грунта основания вначале замедленно накапливаются деформации, которые в дальнейшем быстро возрастают, в результате чего происходит полное разрушение дорожной одежды.

При действии давления от колеса основание дорожной одежды сжимается в пределах активной зоны (зоны, в которой возможно перемещение грунта) и происходит прогиб дорожной одежды по некоторой криволинейной поверхности с образованием так называемой «чаши прогиба» (рис. 1.4).

Давление, передаваемое на грунтовое основание, зависит от площади, на которую распределяется нагрузка. С увеличением толщины дорожной одежды эта площадь увеличивается, а давление соответственно уменьшается. В весенний или осенний период, когда вследствие большого переувлажнения снижается прочность грунта, существующая толщина дорожной одежды не обеспечивает безопасное давление, и при проезде очень тяжелых автомобилей могут возникнуть проломы дорожной одежды.

В нижних слоях дорожных одежд из малосвязных и несвязных материалов и в грунтовых основаниях могут возникать необратимые деформации (так называемые пластические течения), развитие которых приводит к накоплению деформаций дорожной одежды и ее разрушению. Предельно допускаемые прогибы приведены в таблице 1.2.

Вероятность появления деформаций связана с одновременным действием нагрузки от колеса и климатических факторов (влажности и температуры). При эксплуатации автомобильных дорог все деформации протекают вначале скрытно и трудно предвидеть их развитие. Поэтому необходимо проводить профилактический контроль прочности дорожной одежды в неблагоприятные периоды года с целью разработки мероприятий по предупреждению разрушения. Виды деформаций и разрушений дорожных одежд. При проектировании дорожной одежды размеры каждого слоя выбирают с учетом местных материалов, возможных нагрузок и климатических условий проложения дороги. Все расчеты выполняют для средних условий, поэтому возможны отклонения от расчетных условий, приводящие к потере прочности дорожной одежды, деформациям и разрушению.

Разрушения могут быть вызваны: низким качеством выполнения работ, недостаточным или неправильным учетом гидрогеологических условий, применением материалов низкого качества. Большое значение в обеспечении устойчивости дорожной одежды имеет своевременный ремонт разрушенных участков дорожного покрытия.

Появление остаточных (необратимых) деформаций, своевременно не ликвидированных, приводит к значительным разрушениям как под действием движения автомобилей, так и при влиянии погодных-климатических факторов. Основными видами деформаций и разрушений дорожной одежды являются: деформации и разрушения, вызванные пучинами, происходящими в весенний период при оттаивании грунта земляного полотна на участках с неблагоприятными

условиями водоотвода и защиты земляного полотна от температурных воздействий.

Причинами такого разрушения могут быть ошибки в оценке перспективной интенсивности движения и нагрузок; некачественные материалы и их неоднородность, плохое уплотнение земляного полотна и дорожной одежды, а также переувлажнение земляного полотна; потери прочности дорожной одежды, вызванные непрерывным воздействием колес автомобилей и природно-климатических факторов.

На потерю прочности большое влияние оказывают ошибки, допущенные при проектировании, строительстве и эксплуатации дорожных одежд, а также температурные деформации; просадки нежестких дорожных одежд в виде впадин, возникающие в результате местных просадок недоуплотненного грунта или слоев дорожной одежды.

Особенно часто этот вид деформации появляется на въездах на мост, в местах прокладки под существующими дорогами водопропускных труб и трубопроводов; сквозные трещины, характерные для цемента-бетонных покрытий, когда на них образуются просадки.

Трещины появляются чаще всего в местах просадок земляного полотна и связаны с несвоевременным ремонтом; проломы — разрушения дорожной одежды в виде длинных прорезей по полосам наката колес. Эти разрушения характерны для дорожных одежд переходного типа при проходе очень тяжелых автомобилей и снижении несущей способности основания дорожной одежды.

Разрушению всей конструкции дорожной одежды предшествуют деформации и разрушение дорожных покрытий. Покрытие является самой верхней частью дорожной одежды, на которую непосредственно действуют колеса автомобилей и погодно-климатические факторы.

Основными видами разрушений дорожного покрытия являются: износ — (истирание) представляющий уменьшение толщины покрытия за счет потери им материала в процессе эксплуатации под действием колес и погодных факторов. Износ происходит по всей поверхности покрытия, но больше - всего на полосах наката, где проходят колеса автомобилей. Для усовершенствованных покрытий износ измеряют в миллиметрах, на которые уменьшилась толщина верхнего слоя покрытия, а для покрытия переходного и простейшего типа определяют также и объем потери материалов (м<sup>3</sup>/км); шелушение — обнажение поверхности покрытия за счет отделения поверхностных тонких пленок и чешуек материала покрытия, разрушенного воздействием воды и мороза. Этот вид дефекта наиболее характерен для жестких дорожных одежд, где происходит отслоение цементного раствора с поверхности покрытия с последующим оголением крупного заполнителя. Такие разрушения в основном происходят при частом замораживании и оттаивании покрытия, особенно при использовании соли для предупреждения гололеда; выкрашивание — разрушение покрытия за счет потери им отдельных зерен гравийного и щебеночного материала. Такое разрушение происходит на покрытиях



всех типов в результате потери связи между зернами материала.

Причиной выкрашивания могут быть плохое перемешивание материала и укладка в дождливую или холодную погоду; обламывание кромок — разрушение покрытий (особенно нежестких) в местах сопряжения их с обочинами при переезде тяжелых автомобилей через кромку.

Обломанные кромки проезжей части могут быть причиной дорожно-транспортных происшествий; волны — деформация асфальтобетонных покрытий, обладающих пластичностью.

Волны появляются под действием касательных сил в зоне контакта шины колеса с покрытием; гребенки — разрушение гравийных и щебеночных покрытий под действием движения тяжелых грузовых автомобилей.

Гребенка представляет собой частое повторение выступов и впадин; сдвиги — деформации, которые происходят при действии касательных сил от колеса автомобиля.

Сдвиги являются причиной отсутствия связи верхнего слоя покрытия с нижним; вмятины — углубления в пластических покрытиях, появляющиеся при прохождении по ним гусеничных машин или автомобилей в жаркую погоду; трещины — деформации, обычно вызываемые резкими температурными изменениями.

Сетка трещин появляется на покрытии как результат недостаточной прочности основания или покрытия; колеи образуются на щебеночных или гравийных покрытиях при узкой проезжей части в результате многократного прохода автомобиля по одной полосе, а также на асфальтобетонных покрытиях в результате выдавливания колесами автомобиля из-за недостаточной сдвигоустойчивости асфальтобетона; выбоины — углубления со сравнительно крутыми краями, образовавшиеся в результате местного разрушения материала покрытия.

Причиной выбоины является, как правило, плохое качество строительных работ; повреждение кромок швов — разрушение кромок швов в виде сколов и выкрашивание бетона в зоне до 1 5 20 см от шва.

Дано: Участок дороги (схема города), данные, полученные при выполнении практических работ.

Задание: 1.

Вычертить схему заданного участка дороги.

Указать характерные для данного участка виды деформаций и разрушений дорожных одежд.

Вывод: выводы по работе должны содержать заключение о состоянии участка дороги и возможных причинах ухудшения ее состояния.

Оформление и защита отчета.

## **Практическая работа № 4**

### **«Оценка надежности автомобильной дороги»**

Надежность автомобильных дорог в период эксплуатации зависит от уровня надежности проектных решений по геометрическим элементам и по дорожным конструкциям, от степени их реализации при строительстве, соблюдения режима пропуска нагрузок не выше расчетных, от своевременности и полноты выполнения ремонтных работ по поддержанию дороги в приемлемом эксплуатационном состоянии. При этом подразумевается, что основные геометрические элементы автомобильной дороги (ширина проезжей части и обочин, продольные уклоны, радиусы кривых в плане, расстояния видимости) на стадиях проектирования, строительства и эксплуатации соответствуют нормам технической категории дороги и обеспечивают начальную максимальную скорость движения одиночного легкового автомобиля, равную расчетной скорости.

Обобщенная оценка надежности автомобильной дороги в эксплуатации производится по фактическому значению показателя ровности дорожной одежды и по фактически обеспечиваемой средней скорости смешанного транспортного потока. Принято, что в конце срока службы дорожной одежды максимальная скорость движения одиночного легкового автомобиля снижается в среднем на 40%.

Для обеспечения надежности автомобильной дороги в эксплуатации по показателям скорости и ровности в течение срока службы необходимо, чтобы дорожная конструкция обладала требуемым показателем прочности дорожной одежды (модулем упругости).

Для оценки и обеспечения надежности автомобильной дороги в период эксплуатации необходимо систематически измерять следующие показатели:

1. Среднюю скорость движения одиночных автомобилей и среднюю скорость смешанного транспортного потока.
2. Интенсивность и состав движения автомобилей.
3. Ровность проезжей части.
4. Прочность дорожной одежды.

По результатам измерений составляют покิโลметровые ведомости средней скорости транспортного потока, ровности и прочности дорожной одежды.

Среднюю скорость транспортного потока, ровность и прочность дорожной одежды повторно измеряют на тех участках (километрах) дороги, где были назначены и выполнены ремонтные мероприятия - один раз после окончания ремонтных работ. Прочность дорожной одежды повторно следует измерять в ближайший после ремонта период наибольшего ослабления дорожной одежды.

Фактические (измеренные) значения показателей ровности, прочности дорожной одежды и средней скорости транспортного потока сопоставляются с расчетными, которые должны были быть на год обследования. По результатам сопоставления дается оценка о достаточности или недостаточности надежности, определяется год проведения ремонта.

При наличии неблагоприятных условий земляное полотно возводят по индивидуальным проектам. К таким условиям относят: насыпи высотой более 12 м; выемки глубиной более 12 м; наличие слабых грунтов в основании насыпей или болота глубиной более 4 м; расположение дороги на оползневых склонах, при использовании избыточно засоленных грунтов, в случаях если дорога может быть подвержена воздействию селевых потоков, камнепадов, снежных лавин и других явлений.

С целью увеличения устойчивости земляного полотна, сокращения объемов работ и уменьшения занимаемой территории применяют конструкции с армированным земляным полотном. К тому же армирование повышает модуль упругости грунта в 1,5 - 2 раза. Для армирования применяют геосинтетические и металлические сетки и решетки, а также нетканые синтетические материалы.

Для повышения прочности земляного полотна из слабых грунтов применяют различные методы укрепления. Это достигается посредством перемешивания грунта с малоактивными вяжущими материалами (зола, молотый шлак, бокситовый шлам и др.), добавками другого грунта и получения оптимальной смеси по зерновому составу. Возможно укрепление цементом или известью повышающих водостойкость и прочность грунта в несколько раз.

Конструкция земляного полотна подвергается динамическому действию транспортных средств и статическому воздействию расположенных выше масс грунта и дорожной одежды. Кроме нагрузок на грунты воздействуют еще погодно-климатические факторы, которые вызывают процессы попеременного увлажнения-высыхания и замерзания-оттаивания. Во время этих процессов изменяются физико-механические свойства грунтов и, в частности, прочность, модуль упругости, сцепление, сдвигоустойчивость. Особенность конструкций земляного полотна состоит в том, что напряжения в грунтах, возникающие от действия транспортных средств, с глубиной быстро затухают, в то время как от расположенных выше масс грунта возрастают. Значительные напряжения от проезжающих автомобилей возникают в верхней части насыпей, в так называемой динамически активной зоне, глубиной 0,6-1,0 м от поверхности покрытия.

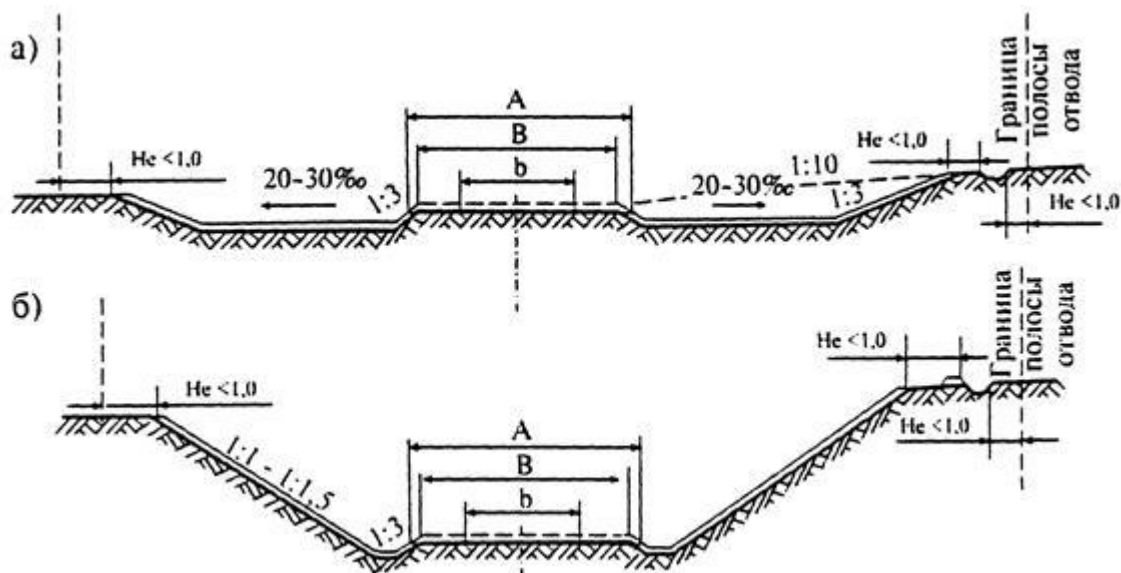


Рис. Конструкции земляного полотна в поперечном профиле на участках выемок:

На верхнюю часть земляного полотна в большей степени воздействуют погодно-климатические факторы, вызывая существенные изменения свойств грунта. В земляное полотно проникает часть влаги при выпадении атмосферных осадков и стоке поверхностных вод, а также в результате капиллярного поднятия влаги при наличии грунтовых вод. Интенсивность изменения количества влаги в грунте земляного полотна зависит от вида грунта, количества атмосферных осадков, продолжительности увлажнения поверхностными или грунтовыми водами и от температурного режима. При замерзании происходит накопление влаги и увеличение объема грунта (пучинообразование). При оттаивании замерзшего грунта происходит его разуплотнение и большая потеря прочности и сопротивляемости внешним нагрузкам (до 30-60 % при супесчаных и суглинистых грунтах и 70-80 % при пылеватых разновидностях). Снижение прочности и возникающие при оттаивании просадочные деформации зависят от скорости оттаивания. Чем быстрее происходит оттаивание, тем больше падает прочность грунтов.

В результате замерзания и оттаивания грунтов, из-за неравномерного накопления влаги может происходить неравномерное поднятие дорожной одежды. Воздействие природных факторов на земляное полотно в разных климатических районах существенно отличается. В северных районах, где близко к поверхности расположены вечномёрзлые грунты и промерзание происходит наиболее быстро (10-16 см/сут), миграция влаги в период замерзания незначительна. Это вызывает небольшое морозное пучение грунта. В южных районах, где грунтовые воды залегают глубоко, увлажнение грунта может происходить главным образом за счет атмосферных осадков или поступления

влаги из оросительных систем. Благодаря короткому зимнему периоду и небольшим температурам в этих районах, как правило, не происходит морозное пучение и разуплотнение грунта, не наблюдается переувлажнение и потеря прочности грунтов. Однако в отдельных случаях при неблагоприятном сочетании атмосферных явлений пучение возможно. Наиболее неблагоприятными для земляного полотна являются средние климатические условия, зоны избыточного увлажнения, для которых характерны сравнительно длительные зимние периоды. Осенний дождливый период с последующим медленным промерзанием создает наиболее благоприятные условия для влагонакопления и морозного пучения грунтов.

Прочность и устойчивость земляного полотна достигается ограничениями максимальной крутизны откосов в зависимости от высоты насыпей и глубины выемок, отводом поверхностных вод, необходимым возвышением бровки над уровнем поверхностных и грунтовых вод, посредством послойного уплотнения насыпных грунтов, укреплением откосов насыпей и выемок для предохранения от оползания, размыва и развеивания ветром.

Геометрическая форма и конструкция земляного полотна должны способствовать безопасному движению и смягчать последствия при аварийных съездах автомобилей с дороги. Параметры поперечного профиля должны обеспечивать минимальную заносимость дороги снегом или песком. При выборе конструкций земляного полотна следует стремиться к тому, чтобы занимать по возможности минимальную территорию, не нарушать естественный ландшафт, способствовать визуальной привлекательности и отвечать экологическим требованиям.

Оформить отчет.

## **Практическая работа № 5**

### **«Методы инструментального контроля геометрических элементов автомобильной дороги»**

Цель – изучить современные методы контроля.

Измерение параметров геометрических элементов автомобильных дорог производят при первичных обследованиях, уточнении паспортных данных до и после производства ремонтных работ, а также при определении эксплуатационного состояния и технического уровня дорог.

В процессе полевых измерений восстанавливают ось дороги, определяют параметры ширины проезжей части и обочин, величины продольных и поперечных уклонов, радиусы кривых в плане и продольном профиле, видимость в плане и продольном профиле, высоту насыпей и глубину выемок, заложение откосов и другие параметры.

При проведении полевых измерений применяются геодезические приборы и инструменты, позволяющие определять параметры геометрических элементов с требуемой точностью: нивелиры, теодолиты, тахеометры, дальнометры и дальномерные насадки, геодезические рейки, землемерные ленты и рулетки, вешки и другие приборы и оборудование. Места проведения измерений в целях обеспечения безопасности ограждают переносными ограждениями и предупреждающими знаками.

***При восстановлении трассы*** работы начинают с определения положения оси проезжей части на прямых участках дороги и установления положения вершин углов поворота. Положение оси определяют несколькими промерами ширины земляного полотна и проезжей части с фиксацией осевых точек дороги вехами. Вехи, выставленные таким образом, выравнивают по теодолиту в створ.

Промер линии производят в соответствии с правилами по технике безопасности по бровке земляного полотна. В случае значительного разрушения бровки, а также при большой извилистости существующей дороги и частом чередовании закруглений малых радиусов - по оси проезжей части.

Пикетные точки и сторожки забивают на правой бровке дороги, считая по направлению хода пикетажа. На сторожках и в пикетажном журнале с точностью до 0,1 м указывают расстояние от точки, установленной на бровке, до оси для того, чтобы все последующие виды изыскательских работ могли быть привязаны к пикетажу трассы по оси.

***Положение трассы фиксируют:***

а) на дорогах с усовершенствованными покрытиями - краской;

б) на дорогах с переходными типами покрытий - штырями или трубками, забиваемыми вровень с поверхностью покрытия;

в) на дорогах с низшими типами покрытий - деревянными колышками;

г) на горных дорогах - краской на скальных обнажениях и отдельно расположенных крупных камнях.

Начало и конец трассы, как и весь промер линии, увязывают с существующими знаками километража. Все пикеты, кратные десяти, совмещают с положением существующих километровых знаков на дороге. Промер линии и ведение пикетажного журнала производят в соответствии с «Наставлением пикетажисту при изысканиях автомобильных дорог».

Ширину проезжей части, ширину левой и правой краевых укрепленных полос, укрепленных и неукрепленных обочин (а на дорогах I категории и ширину разделительной полосы) измеряют на каждом характерном участке дороги, но не реже, чем одно измерение на 1 км. К характерным относят:

прямые участки в плане с одинаковой шириной проезжей части и укрепленных краевых полос, а при отсутствии краевых полос - участки дороги с одинаковой шириной проезжей части;

участки кривых в плане с радиусами кривых 200 м и более;

участки кривых в плане с радиусами кривых менее 200 м;

участки сужений проезжей части над трубами, в местах установки ограждений, парапетов, направляющих столбиков с шагом установки менее 10 м;

участки с продольными уклонами до 20 ‰ и более 20 ‰.

На участках подъёмов и спусков с дополнительными полосами движения ширина проезжей части измеряется в створах начала и конца дополнительной полосы полной ширины и в любом створе на уклоне.

На подъездах к мостам (ж/д переездам) проводятся два измерения ширины проезжей части: в створе до начала отгона ширины проезжей части на сужение либо уширение (если таковое имеется) и в створе начала моста (ж/д переезда). В случае отсутствия изменения ширины проезжей части на подходах к мосту измерение ширины проезжей части на подходах может не производиться.

В пределах населённых пунктов сельского и городского типа (городах) ширина проезжей части измеряется в начале и конце застройки (на подходах - в местах уширения или сужения проезжей части), в любом характерном створе дороги, расположенном в пределах рассматриваемого участка, а также в местах изменения ее ширины (если таковое имеется), отслеживаемых визуально. На месте измерения разбивают поперечник, местоположение которого заносят в

пикетажный журнал. Измерения с точностью до 0,1 м производят стальной лентой, рулеткой или курвиметром, который представляет собой колесо, установленное на вилке с ручкой и соединенное зубчатой передачей со счётчиком. До начала измерений с поверхности проезжей части, краевых укрепленных полос и укрепленных обочин очищают пыль и грязь, чтобы были четко видны границы укрепления.

В тех случаях когда из-за одинакового покрытия визуально невозможно выделить границу проезжей части и краевой укрепленной полосы или укрепленной обочины, их размеры уточняют по данным проектной и исполнительной документации.

Ширину основной укрепленной поверхности, необходимую для определения показателя ее влияния на обеспеченность расчётной скорости, определяют как сумму ширины проезжей части и краевых укрепленных полос. Одновременно с измерением ширины проезжей части, краевых укрепленных полос и обочин в журнал измерений вносят данные о числе полос движения, типе и состоянии покрытия и поверхности обочины, а также о наличии разметки.

Следует различать число полос движения, устанавливаемое по:

официальным данным дорожных организаций;

фактической разметке проезжей части (при ее наличии);

фактической ширине проезжей части.

Число полос движения по официальным данным дорожных организаций устанавливается по паспорту дороги при сборе исходной информации. Число полос движения по фактической разметке проезжей части устанавливается при визуальном обследовании покрытия проезжей части. Число полос движения по фактической ширине проезжей части устанавливается расчётным способом путём деления измеренной ширины проезжей части на:

3,75 для дорог I-II категории;

3,5 для дорог III категории;

3,0 для дорог IV-V категории.

Количество полос движения принимают равным округлённому до целого числа результату деления. Округление выполняется в сторону меньшего значения в случае, если дробная часть числа равна или меньше: 0,7 для дорог I-II категории, 0,85 для дорог III категории и 0,95 для дорог IV-V категории.

Величину продольных уклонов измеряют на всём протяжении дороги, радиусы кривых в плане измеряют на каждой кривой, видимость в плане и продольном профиле измеряют на каждом участке с ограниченной видимостью (видимость менее 500 м).



Для определения геометрических параметров автомобильных дорог применяют специализированные передвижные лаборатории, оборудованные соответствующей измерительной аппаратурой (например, гироскопическими установками).

Наибольшее распространение получили передвижные лаборатории - КП-514МП и КП-514МПГ, выпускаемые Саратовским научно-производственным центром ГП "Росдортех" (рис. 10.3). Эти лаборатории оснащены гироскопическими датчиками, динамометрическим прицепом ПКРС для измерения ровности и коэффициента сцепления, геодезическими и другими инструментами, позволяющими измерить продольный и поперечный уклоны, углы поворота и радиусы кривых в плане, расстояние видимости, пройденный путь, высотные отметки, ровность и сцепные качества покрытий.



Рис. 10.3. Комплексная передвижная лаборатория диагностики дорог КП-514МП

При измерении радиусов кривых в плане траектория движения автомобиля должна соответствовать кривизне автомобильной дороги. Для этого в процессе проезда кривой измерительная установка должна двигаться строго параллельно оси

проезжей части. При измерении радиусов кривых на автомобильных дорогах с многополосной проезжей частью передвижная лаборатория должна двигаться по внутренней полосе проезжей части (по полосе с наименьшим радиусом) как в прямом, так и в обратном направлении. При этом точность определения параметров должна быть для угла поворота трассы не менее  $1^\circ$ , для продольного и поперечного уклона проезжей части - 5 %, для пройденного пути - 0,2 %.

При отсутствии передвижной лаборатории геометрические параметры дорог определяют с помощью измерений геодезическими приборами.

Радиусы существующих кривых в плане определяют по таблицам для разбивки кривых. Для кривых малого радиуса - по измеренным углам поворота трассы, биссектрисам и тангенсам, а для кривых больших радиусов или при недоступности вершины угла поворота - по нескольким измеренным хордам и стрелкам.

При определении радиуса кривой по методу тангенсов находят и маркируют точки начала и конца кривой. На пересечении тангенсов находят вершину угла поворота. С помощью теодолита и рулетки измеряют угол поворота трассы, тангенсы и биссектрису.

При определении радиуса кривой по методу хорд измерение производят в несколько приемов с помощью длинной мерной ленты или рулетки. Между точками внешней стороны кривой откладывают хорду, например 50 м. Из середины хорды до пересечения с кривой восстанавливается перпендикуляр. Точка пересечения перпендикуляра с кривой служит началом следующей хорды. В несколько приемов измеряют всю кривую. Для круговых кривых все измеренные стрелки равны между собой.

Радиусы кривых в плане вычисляют по измеренным тангенсам, биссектрисе, углам поворота трассы, хордам и стрелкам, используя известные формулы. (Мытько Л.Р. Оценка транспортно-эксплуатационных характеристик автомобильных дорог. - Минск.: «ВУЗ - ЮНИТИ», 2001. - 200с.) В журнале измерения радиусов кривых в плане указывают наличие виража и величину поперечного уклона, который определяют нивелированием или угломерной линейкой.

При определении продольных уклонов существующих дорог производят продольное нивелирование, по результатам которого вычерчивают продольный профиль измеренного участка и вычисляют величины продольных уклонов.

Измерение расстояния геометрической видимости поверхности дороги выполняют с помощью дальномера. Порядок проведения измерений и обработки результатов изложен в паспорте на данный прибор. Видимость поверхности дороги может быть измерена также мерной лентой (рис. 10.4).

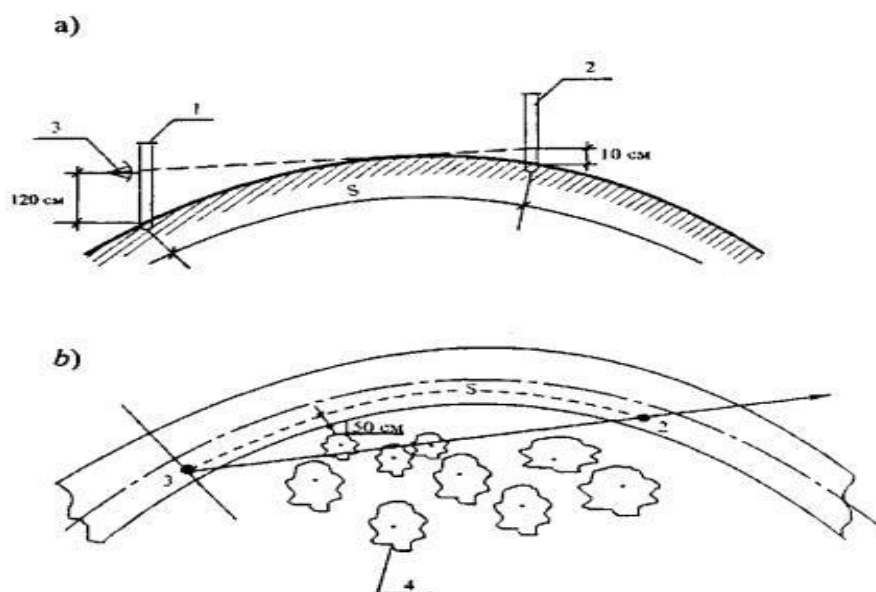


Рис. 10.4. Схема измерения видимости:

а - в продольном профиле; б - в плане; 1, 2 - вешки; 3 - глаз наблюдателя; 4 - помехи для видимости; S- расстояние видимости

Высоту насыпей, глубину выемок и крутизну откосов измеряют на каждом характерном участке. Для измерения параметров геометрических элементов дорог применяют различные геодезические приборы и инструменты, передвижные лаборатории, а также методы аэрофотосъёмки и наземной стереофото-грамметрической съёмки. Из простейших приспособлений для

определения уклонов обочин и откосов земляного полотна, а также продольных и поперечных уклонов дорожных покрытий используют угломерную линейку (типа КП-135) или другие подобные инструменты.

Оценка прочности дорожных одежд предназначена для установления соответствия их фактической прочности условиям современного или перспективного движения. Современные методы оценки прочности разработаны в основном для наиболее распространенных в дорожной практике нежестких одежд, которые рассчитаны по трем критериям: допустимому упругому прогибу, по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев, по сопротивлению монолитных слоев усталостному разрушению при изгибе [72]. Из этих расчётных показателей в полевых условиях реально измерить можно только упругий прогиб с последующим вычислением фактического модуля упругости дорожной одежды  $E_{\phi}$ :

$$E_{\phi} = \frac{P \cdot D}{l} (1 - \mu^2), \text{ МПа, где}$$

$P$ - среднее удельное давление, развиваемое нормативной нагрузкой, Па (для всех групп нормативных нагрузок  $P = 0,60$  МПа);

$D$ - диаметр круга, равновеликого отпечатку колеса под нормативной нагрузкой, для нагрузки группы  $A_1$ , развивающей усилие 100 кН на ось, величина  $D = 0,37$  (0,33) м, для группы  $A_2$  с усилием 110 кН  $-D = 0,39$  (0,34) м, для группы  $A_3$  с усилием 130 кН  $-D = 0,42$  (0,37) м (в скобках указаны значения  $D$  для стоящего автомобиля, без скобок - для движущегося);

$l$ - упругий прогиб дорожной одежды под нормативной нагрузкой, м;

$\mu$  - коэффициент Пуассона, принимаемый для дорожных одежд равным 0,3.

Прочность жёстких дорожных одежд, так же как и одежд переходного типа, не оценивают. Их состояние определяют на основе детального визуального обследования с фиксацией имеющихся дефектов. В случае необходимости оценку прочности жёстких дорожных одежд допускается осуществлять путём сопоставления фактических толщин жёстких слоев с толщинами, устанавливаемыми по действующим нормативным документам [37].

**Классификация методов измерения показателей прочности.** Методы измерения прочности дорожных одежд можно классифицировать по ряду признаков.

По условиям измерения прочности различают **дискретные методы** с записью прогиба в отдельных точках и **непрерывные** методы с записью прогибов при движении лаборатории в непрерывном режиме через короткие расстояния, например, 3-6 м.

По характеру приложения испытательной нагрузки к дорожной одежде различают:

**методы статического нагружения** колесом автомобиля с измерением прогибов дорожной одежды;

**методы кратковременного нагружения** или испытания колесом движущегося автомобиля с приложением нагрузки в течение более 0,2 с и измерением кратковременного прогиба;

**динамические методы испытания**- методы приложения динамической нагрузки в течение менее 0,2 с, ударной или вибрационной нагрузки с измерением динамического прогиба, амплитуды колебаний, виброкорреляционной или других косвенных показателей прочности дорожной одежды.

Методы и установки статического нагружения по характеру передачи нагрузки на поверхность дорожной одежды делятся на две группы: с нагружением через жёсткий штамп и с нагружением колесом автомобиля.

При статическом нагружении жестким штампом нагрузка, соответствующая нормативной на одно колесо (половина нагрузки на ось) и более, передаётся дорожной одежде через круглый жёсткий, обычно металлический, штамп, равновеликий отпечатку колеса автомобиля. Оборудование для испытаний монтируется на шасси грузового автомобиля или на передвижной лаборатории. Усилие развивается обычно гидравлической системой. Данный метод испытаний малопроизводителен и дорог. Его применяют, главным образом, в исследовательских целях, поскольку при этом обеспечивается возможность изучить процесс деформирования дорожной одежды при различных нагрузках и различной длительности нагружения, а также для послойного определения прочностных показателей. Для измерения вертикальных перемещений дорожной одежды используются датчики, смонтированные на балке, опирающейся на поверхность дорожной одежды за пределами чаши ее прогиба.

При статическом нагружении колесом грузового автомобиля нормативная нагрузка передается непосредственно через его колесо, а прогиб измеряют рычажным прогибомером.

Первым типом прогибомера является балка Бенкельмана длиной 2,4 м с соотношением грузового плеча к измерительному 0,8:1,6 м, т.е. 1:2. Более совершенным является длиннобазовый прогибомер МАДИ-Гипродорнии длиной 3,75 м с соотношением плеч 1,25:2,5, который выпускается в России под маркой КП-204 (рис. 10.5). В качестве нагрузки в этом методе используют грузовой автомобиль с осевой нагрузкой 100 кН или 60 кН.

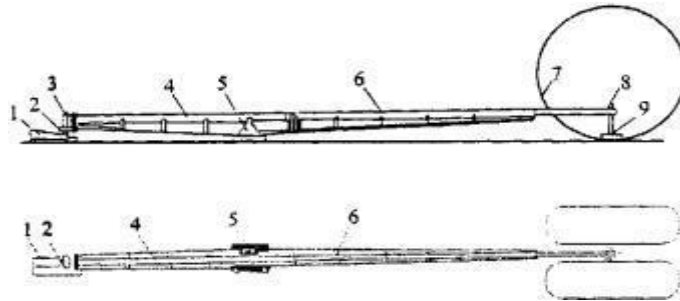


Рис. 10.5. Схема длиннобазового рычажного прогибомера МАДИ-Гипродорнии (КП-204): 1 - клиновидная опорная прокладка; 2 - кронштейн; 3 - индикатор; 4 - измерительное плечо рычага; 5 - опорная часть; 6 - грузовое плечо рычага; 7 - колесо автомобиля; 8 - измерительный штырь; 9 - подпятник

Прогиб покрытия измеряют на полосе наката проезжей части по центру между скатами спаренного колеса автомобиля через каждые 200-250 м. В каждом месте выполняют 2-3 измерения через 5-10 м. Для этого устанавливают прогибомер так, чтобы щуп с подпятником разместился строго между скатами сдвоенного колеса гружёного автомобиля точно под центром задней оси (рис. 10.6). Затем устанавливают клиновидную опорную подкладку на покрытие так, чтобы ее наклонная поверхность вошла в контакт с концом измерительного стержня индикатора. Выдерживают автомобиль на точке измерения до тех пор, пока отсчёт по индикатору  $l_0$  не будет изменяться за 10 с более чем на 0,005 мм, и записывают его в журнал измерений. После этого автомобиль отъезжает вперед на расстояние не менее 5 м. Дождавшись, пока отсчет по индикатору ( $l$ ) после съезда автомобиля с точки измерения в течение 10 с не будет изменяться более чем на 0,005 мм, записывают его в журнал. Удвоенная разность отсчетов по индикатору до и после съезда автомобиля соответствует упругому прогибу дорожной одежды в данной точке:

$$l_y = 2 \cdot (l - l_0), \text{ мм.} \quad (10.2)$$

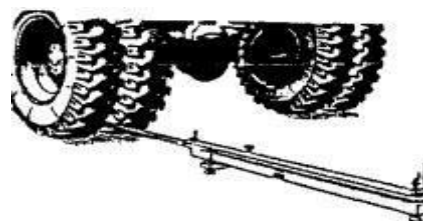


Рис. 10.6. Измерение прогиба дорожной одежды прогибомером

Разность между последним отсчётом по индикатору при нагруженной поверхности покрытия и начальным показанием индикатора представляет собой полную деформацию. Разность между последним показанием при разгруженной поверхности покрытия и начальным показанием характеризует остаточную деформацию. Зная полную и остаточную деформации, вычисляют величину упругого прогиба, а затем по формуле (10.1) вычисляют общий модуль упругости одежды.

Этот способ испытаний широко распространён в России и за рубежом. Его достоинством является простота применяемого оборудования. При проведении испытаний в 20 точках на одном километре, что обеспечивает обычно необходимую достоверность результатов, на один километр затрачивается в зависимости от погодных условий 1-1,5 часа. Рассмотренный метод испытаний не обеспечивает полного соответствия результатов испытаний воздействию реального движущегося автомобиля, поскольку продолжительность нагружения значительно превышает фактическую.

Метод кратковременного нагружения реализован при измерении под колесом движущегося автомобиля. Для этой цели применяют специальные автомобили-лаборатории, выпускаемые в ряде стран. Наиболее широкое применение имеет дефлектограф, выпускаемый французской фирмой МАП (Lacroix-LPC Deflectographs).

Прогиб и радиус кривизны дорожной одежды на каждой из двух колеи измеряется шагающим устройством через каждый оборот колеса автомобиля, движущегося в среднем со скоростью до 4-5 км/ч (рис. 10.7).



Рис. 10.7. Модифицированный дефлектограф Flash

Для измерения приборов применяется реперная балка, на один конец которой наезжают задние колеса автомобиля. В этот момент измеряется максимальный прогиб, а реперная балка быстро перемещается вперед и снова укладывается на покрытие.

В настоящее время выпускается модифицированный дефлектограф Flash, который движется в процессе измерения со скоростью 7 км/ч. Следует отметить, что такая скорость движения не обеспечивает полного соответствия условий нагружения воздействию реальных движущихся автомобилей и частота измерений существенно превышает необходимую. Достоинством подобных установок для испытаний является их большая производительность и высокий уровень автоматизации обработки результатов испытаний.

Динамические методы испытаний находят все большее применение в настоящее время. В разных странах имеется большое количество установок динамического испытания различных конструкций. Однако физическая сущность метода испытаний, используемая в этих конструкциях, во многом одинакова.

Она состоит в том, что испытательная нагрузка прикладывается к покрытию мгновенно в виде падающего груза, циклической или вибрационной нагрузки. Нагрузка на покрытие передается через жёсткий или гибкий штамп. В установках динамического нагружения (УДН) груз сбрасывается с определенной высоты на амортизационное устройство из жесткой пружины или колеса. При этом создается кратковременное (0,2-0,4 с) динамическое нагружение, близкое к нагрузке от движущегося автомобиля. Схема и принцип действия установки динамического нагружения падающим грузом УДН-НК, разработанной в МАДИ проф. Ю.М. Яковлевым, показаны на рис. 10.8. Груз 2, сбрасываемый по направляющей 1 на амортизирующее устройство 5, создает кратковременное усиление, которое через штамп 4 действует на испытываемую дорожную одежду. Подъем груза и штампа осуществляют механической лебёдкой. Для измерения упругой деформации одежды применяют вибрографы 3, записывающие испытания на специальную ленту, или датчики перемещения с фиксацией деформации на магнитной ленте. В модели УДН-НК груз сбрасывают не на жёсткий штамп с пружиной, а на спаренное колесо, играющее роль одновременно и амортизатора.

Установка динамического нагружения УДН-НК с гибким штампом принята за основу передвижной лаборатории для определения прочности нежёстких дорожных одежд КП-502 МП, разработанной МАДИ (рис. 10.9).

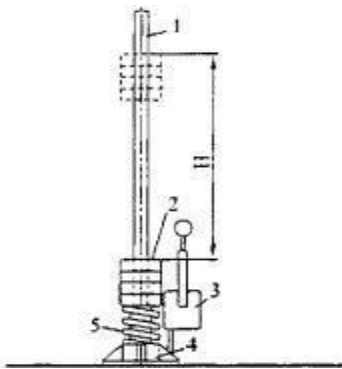


Рис. 10.8. Принципиальная схема установки динамического нагружения (УДН): 1 - направляющая штанга; 2 - падающий груз; 3 - виброграф; 4 - штамп; 5 - пружина

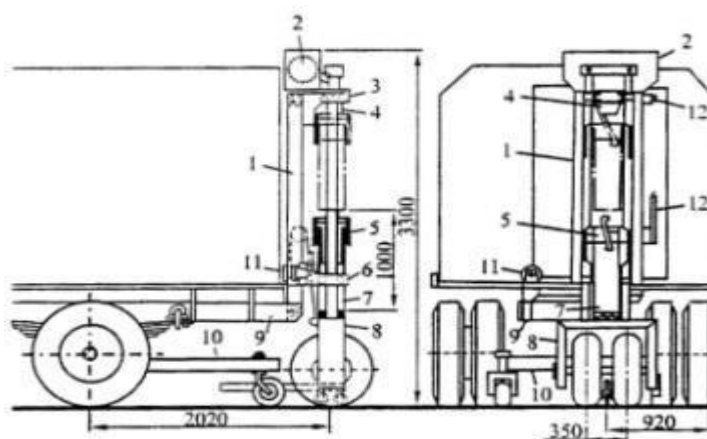


Рис. 10.9. Установка для динамического нагружения (навесная УДН-НК): 1 - несущая рама; 2 - электроталь; 3 - верхний кронштейн; 4 - ограничитель подъёма; 5 - зацепное устройство; 6 - нижний кронштейн; 7- испытательный груз; 8 - штамп; 9 - опорная рама; 10 - измерительная тележка; 11 - лебёдка для подъёма штампа; 12 - прибор управления электроталью

Динамическое усилие, близкое к нормативному, создаётся сбрасыванием груза. Роль амортизатора и гибкого штампа, соответствующего колесу с расчётной осевой нагрузкой, играют спаренные колёса, развивающие удельное давление, равное или достаточно близкое к давлению от автомобильного колеса. Испытательное оборудование монтируют на грузовом автомобиле - лаборатории. Эти установки находят применение в России. Они обеспечивают самое близкое соответствие условий испытания реальному воздействию колеса движущегося автомобиля, полную автоматизацию процесса испытаний и обработки результатов, высокую производительность (40 и более точек в час).

С применением жёсткого штампа в России разработана установка динамического нагружения ДИНА-3М, которая выпускается серийно. Установка размещена на прицепе к автомобилю (рис. 10.10), в салоне которого размещена регистрирующая аппаратура и бортовой компьютер для автоматической обработки результатов измерений.





Рис. 10.10. Прицепная установка ДИНА-3М для измерения прочностных показателей дорожной одежды

Динамическое усилие, соответствующее нормативной нагрузке, создается путем сбрасывания груза на амортизаторы, передающие это усилие круглому жесткому штампу диаметром, равным его величине, для нормативной нагрузки. Жесткость амортизаторов подбирают таким образом, чтобы создать усилие и его длительность, близкие к их величине, создаваемой движущимся автомобилем с расчётной осевой нагрузкой.

Работа установки достаточно высокоавтоматизирована, но на каждой точке необходима остановка. Производительность таких установок до 20 точек в час. Недостатком является неполное соответствие воздействию от жёсткого штампа действию автомобильного колеса.

По типу жёсткого штампа с динамическим нагружением работает установка FWD8000 (Falling Weight Deflectometer) производства фирмы Dynatest (рис. 10.11).



Рис. 10.11. Установка динамического нагружения FWD8000

Установка позволяет измерять прогиб дорожной одежды в намеченных точках. При этом испытательная нагрузка может менять свои значения от 7 до 120 мН. Время одного измерения около 2 мин.

По результатам измерения оценивают модуль упругости дорожной одежды, остаточную работоспособность, необходимость усиления и т.д. Аналогичные установки выпускаются во многих странах мира.

Между результатами испытаний одежды разными методами имеется корреляционная связь, которая зависит от конструкции дорожной одежды, температуры воздуха, влажности и типа грунта. В общем виде эта связь может быть выражена формулой

$$l_{cm}=a \cdot l_d+b, \text{мм, где}$$

$l_{cm}$ - обратимый прогиб при статическом нагружении;

$l_d$ - то же, при динамическом нагружении.

Величина  $a$  может изменяться от 1,1 до 1,25,  $b$ - от 0,15 до 0,2 мм.

**Порядок измерения прочности дорожных одежд.** Инструментальные измерения прочности дорожных одежд производят на тех участках, где ровность покрытия не отвечает нормативным требованиям, имеется большое количество деформаций и разрушений, свидетельствующих о недостаточной прочности дорожной одежды. Полевые работы и обработку полученных результатов выполняют в соответствии с ОДН 218.1.052-2002 «Оценка прочности нежестких дорожных одежд» [107].

В процессе визуальной оценки состояния покрытия выделяют однотипные участки длиной 100-1000 м, границы которых назначают по однотипным или близким дефектам. Расстояния устанавливают по спидометру автомобиля или датчику пройденного пути. Внутри каждого участка назначают частные участки с практически одинаковым состоянием дорожной одежды.

При проведении оценки прочности могут использоваться различные варианты полевых испытаний дорожных одежд нагрузкой:

только в расчётный период;

только в нерасчётные периоды года;

непрерывные - в расчётный и нерасчётный периоды года;

комбинированный метод, когда линейные испытания проводят в нерасчётные периоды года, а контрольные испытания - непрерывно в течение всего периода испытаний.

Вариант испытаний выбирают по технико-экономическим соображениям в зависимости от задач обследования, наличия оборудования, объёмов и сроков выполнения работ.

Испытания в расчётный период при значительном протяжении обследуемого участка (более 20 км) необходимо начинать с южного или западного его конца. В местах, подверженных интенсивному солнечному освещению, испытания рекомендуется проводить раньше, чем в затенённых местах (глубокие выемки, участки, проходящие в лесу, и др.).

Измерения прочности начинают с испытания дорожных конструкции на контрольных точках. На каждом характерном участке выбирают одну контрольную точку в таком месте на покрытии, где состояние его по видам дефектов является характерным для данного участка. Если в пределах характерного участка развито несколько видов дефектов, занимающих примерно одинаковые площади, то контрольную точку надо располагать в пределах минимальных высот насыпи на участке или в зоне распространения дефекта, соответствующего худшему состоянию покрытия. Контрольные точки следует располагать на ближайшей кромке покрытия полосе наката.

Местоположение контрольной точки должно быть уточнено в ходе проведения линейных испытаний после статистической обработки полученных результатов, когда прогиб на данной контрольной точке отличается более чем на 10 % от прогиба, соответствующего допускаемому проценту деформированной поверхности покрытия на обследуемом характерном участке. Место расположения контрольной точки должно быть отмечено на покрытии яркой водостойкой краской в виде прямоугольника размером 10×20 см, вытянутого в продольном направлении.

Контрольные испытания в расчётные (весенние) периоды года должны быть начаты за 7-10 дней до обычного срока интенсивного оттаивания земляного полотна и продолжены в течение всего периода наибольшего ослабления дорожной конструкции. Ориентировочно продолжительность расчетного периода в сутках ( $T_p$ ) в районах с сезонным промерзанием грунта земляного полотна (II-III ДКЗ) определяют по формуле

$$T_p = \frac{h}{\alpha},$$

где

*h*- глубина промерзания грунта земляного полотна, см;

*a*- среднесуточная скорость оттаивания, равная 1-3 см/сут, рассчитываемая по скорости опускания нулевой изотермы, приведённой в климатических справочниках.

На каждой контрольной точке испытание проводят через день с 14.00 до 17.00. В процессе испытаний на контрольных точках следует строго следить за установкой колеса автомобиля в пределах прямоугольника, отмеченного краской на покрытии. Общий период испытаний на каждой контрольной точке - не менее 30-35 дней.

Контрольные испытания осуществляют методом статического нагружения колесом автомобиля. Для испытаний применяют грузовой двухосный автомобиль, имеющий нагрузку на заднее колесо в пределах 30-50 кН, давление воздуха в шинах - 0,50-0,55 МПа. Шины задних колёс автомобиля должны иметь дорожный тип рисунка протектора и быть в хорошем состоянии.

Результаты испытаний приводят к расчётной нагрузке по формуле, справедливой при значении коэффициента Пуассона дорожной конструкции  $m= 0,3$ ;

$$E_a = K_a \times \frac{Q_k}{l}, \text{ где}$$

$E_a$ - модуль упругости дорожной конструкции при воздействии расчётной нагрузки (нагрузка на колесо - 50 кН, удельное давление колеса на покрытие 0,6 МПа;

$K_a$ - коэффициент, равный 0,36 МПа см/кН;

$Q_k$ - нагрузка на колесо используемого автомобиля, кН;

$l$ - величина измеренного обратимого прогиба, см.

Нагрузку на колесо проверяют с помощью переносных гидравлических или других весов, обеспечивающих точность взвешивания до 0,5 кН.

Для измерения обратимых прогибов используют длиннорычажный рычажный прогибомер модели КП-204. Допускается использование других приборов, прошедших метрологическую аттестацию и обеспечивающих измерение прогибов с точностью не менее  $\pm 0,02$  мм.

Линейные испытания дорожных одежд проводят высокопроизводительным методом кратковременного нагружения установкой динамического нагружения типа УДН-НК конструкции МАДИ.

При соответствующем технико-экономическом обосновании возможно использование других средств кратковременного нагружения типа ДИНА-3М, прошедших метрологическую аттестацию, обеспечивающих время действия нагрузки  $t > 0,02$  с и точность измерения прогиба не менее 5 %. При отсутствии установок динамического нагружения можно также применять метод статического нагружения колесом автомобиля. При одновременном использовании методов статического и кратковременного нагружения проводят тарировочные испытания с целью приведения результатов линейных испытаний к сопоставимому виду.

Линейные испытания проводят равномерно по полосе наката (1-1,5 м от кромки покрытия) в объеме:

20 испытаний на каждом километровом отрезке характерного участка и на каждом отрезке характерного участка длиной менее 1 км при расчётном уровне надёжности дорожной одежды 0,85-0,90;

28 испытаний при уровне надёжности 0,95;

12 испытаний при уровне надёжности 0,75-0,80;

10 испытаний при уровне надёжности 0,5-0,6.

Допускается проведение линейных испытаний участками длиной по 500 м в пределах каждого километрового отрезка при сохранении указанного объёма испытаний. Если расчётный уровень надёжности обследуемой дорожной одежды неизвестен, то на каждом отрезке проводят 30 испытаний. Точки испытаний, попадающие в зоны пучинообразования, выносят за пределы этих зон. Места развития пучин обследуют отдельно путём вскрытия дорожной одежды.

Проведение линейных испытаний в расчётный период начинают при выявлении по результатам испытаний на контрольных точках общей тенденции снижения прочности во времени (увеличение прогиба под нагрузкой). При этом, независимо от начала линейных испытаний, следует в прежнем режиме проводить испытания на контрольных точках и продолжать их до тех пор, пока не станет видна общая тенденция стабилизации величины прогиба дорожной конструкции. Следует стремиться, чтобы линейные испытания были закончены раньше, чем на контрольных точках.

Для приведения результатов испытаний к расчетному году параллельно с испытанием контрольных точек определяют влажность грунта земляного полотна. Для этого вырывают шурфы на обочине непосредственно вблизи контрольных точек и периодически (один раз в 3-5 дней) отбирают пробы грунта из-под проезжей части для выявления изменения относительной влажности грунта во времени.

Особенностью испытаний в нерасчётный период года является то, что на каждой контрольной точке проводят одноразовое испытание с одновременным измерением температуры покрытия и влажности грунта земляного полотна непосредственно у кромки проезжей части в скважине или шурфе, отрытом на обочине напротив контрольной точки. Время между линейными испытаниями и испытаниями на контрольной точке не должно превышать двух часов. Кроме того, на каждом виде дорожной одежды одну из контрольных точек испытывают в течение одного дня через каждые два часа (с 8.00 до 17.00) с одновременным измерением температуры покрытия. Результаты испытаний, выполненных в нерасчётные периоды года, приводят к расчётному через коэффициент приведения, полученный путём сравнения результатов испытаний на контрольных точках в расчётный и нерасчётный периоды года:

$$K_E = \frac{E_z}{E_N} \leq 1, \quad \text{где}$$

$E_z$ - модуль упругости дорожной одежды на контрольной точке в расчётный период года;

$E_N$ - то же, в нерасчётный период.

Тогда полученный в нерасчётный период в любой точке модуль упругости будет равен:

$$E_\phi = K_E \times E_N,$$

МПа.

Результаты испытаний, выполненных в нерасчётный период года, могут быть приведены к расчётному периоду в соответствии с ОДН 218.1.052-2002[107]. Результаты измерений прочности дорожных одежд заносят в автоматизированный банк дорожных данных (АБДД).

Все рассмотренные методы испытаний для оценки прочности дорожных одежд дают результаты, характеризующие фактическую прочность дорожной одежды, только в случае их проведения в расчётный период наибольшего ослабления дорожной одежды после оттаивания верхней части земляного полотна. Этот период длится обычно не более нескольких суток, и уловить его

очень трудно. Кроме того, не каждый год является расчетным. Существующие способы приведения результатов испытаний к расчетному периоду достаточно сложны, требуют дополнительных наблюдений и испытаний и не всегда обеспечивают необходимую их достоверность. Поэтому во многих случаях существующие методы визуальной оценки прочности дорожных одежд (см. п. 9.3) дают результаты, не уступающие по достоверности инструментальным измерениям.

**Рейки и профилографы.** Простейшим прибором для оценки ровности является рейка длиной 2 м, 3 м или 4 м, которая прикладывается к покрытию. Под рейкой выявляются просветы, величину которых измеряют линейкой или клином. Эта величина показывает размеры неровности: отклонения от условной прямой линии поверхности.

В России для измерения продольной ровности используется рейка длиной 3 м. Для оценки поперечной ровности (колеи) используется укороченная рейка длиной 2 м при измерении по упрощенному способу, когда рейка укладывается на поверхность покрытия и под ней измеряются просветы. При измерении по способу вертикальных отметок применяется рейка длиной 3 м с подставочными стаканами, при помощи которых рейка выводится в горизонтальное положение, по отношению к которому определяются просветы (рис. 10.14). Измерение рейками требует больших затрат ручного труда, даёт приближённое значение ровности и не позволяет судить о колебаниях автомобиля при движении. Рейки применяют для контроля ровности при строительстве дорог и для выборочного контроля ровности при эксплуатации дорог.

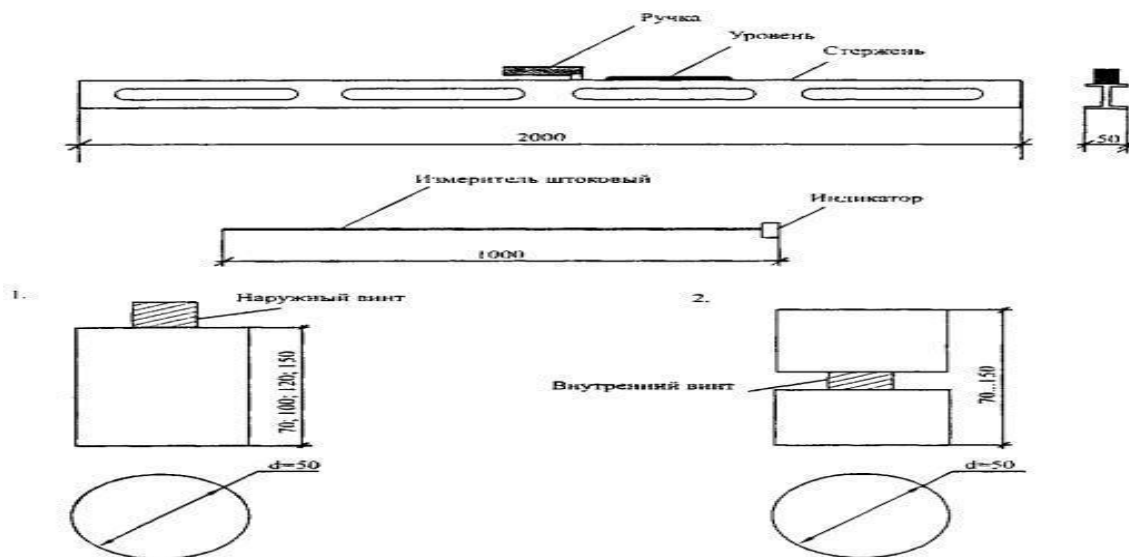
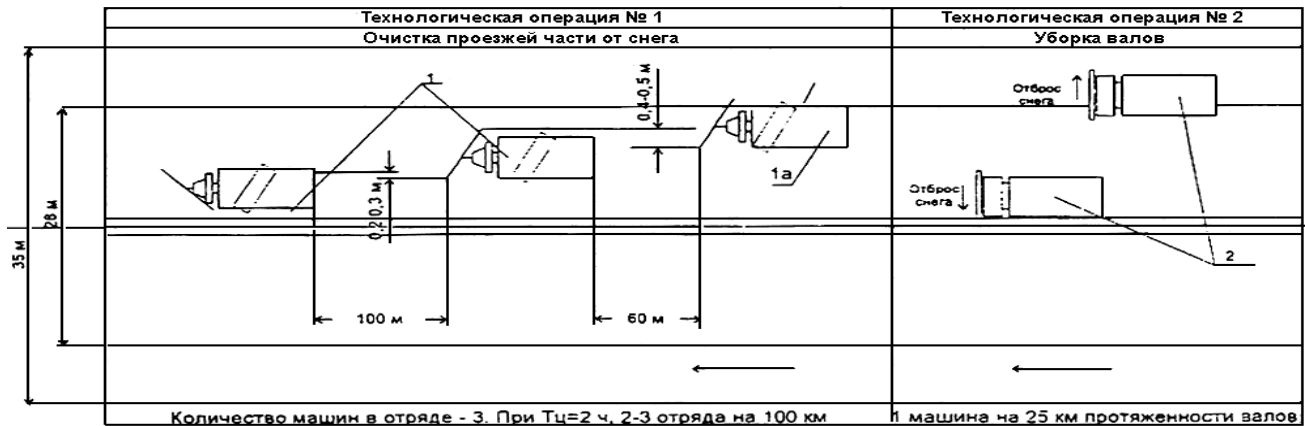


Рис. 10.14. Укороченная рейка для измерения поперечной ровности (колеи): 1, 2 - подставочные стаканы постоянной и переменной высоты

Оформить отчет.

## Практическая работа № 6 «Способы устройства зимних дорог»

Цель работы – изучить способы строительства зимних дорог и их содержание.



**Строительство автозимников, включает два этапа:**

1. На первом этапе выполняют подготовительные работы,
2. На втором (зимой) - устраивают снежное (снежно-ледяное) полотно на сухопутных автозимниках или подготавливают ледяную поверхность на автозимниках, прокладываемых по льду рек, озер и морей.

На первом этапе строительства сухопутных автозимников выполняют следующие работы:

- а) обозначают трассу в соответствии с проектом;
- б) расчищают полосу автозимника от леса, кустарника и камней;
- в) планируют грунтовое основание, выполняют земляные работы на косогорных участках, на съездах на берегах рек и выездах с них и на участках, где требуется уменьшить продольные уклоны;
- г) сооружают мосты, трубы и противоналедные сооружения;
- д) строят линейные здания;
- е) подготавливают грунтовые карьеры для работы в зимних условиях;
- ж) заготавливают дорожные знаки, вехи, материалы для усиления ледовых переправ.

На участках, где автозимник устраивают в снежных насыпях, отсыпают выравнивающий слой из грунтов или, где к началу эксплуатации автозимника формируется мощный (20 см и более) естественный снежный покров, деревья спиливают в уровень с землей и пни не корчуют.

*При производстве земляных работ на вечномерзлых грунтах рекомендуются следующие способы организации работ:*

- послойная разработка грунта бульдозерами по мере его оттаивания;
- рыхление грунта механическим или взрывным способом.

В районах с относительной влажностью грунта до  $0,8 W_t$  (влажности на границе текучести) земляные работы выполняют бульдозерами в летний период. При более высокой влажности грунта расчистку просеки следует вести поздней



осенью или зимой, а земляные работы и планировку основания - весной, по мере оттаивания грунта.

На автозимниках, прокладываемых по заболоченным поймам и долинам рек, где нет угрозы развития термокарстовых процессов, подготовка грунтового основания включает удаление мохорастительного покрова в пределах проезжей части.

На бугристых вечномерзлых торфяниках с близким залеганием от поверхности сильнольдистых грунтов и подземных льдов удалять мохорастительный покров запрещается. На таких участках при подготовке основания выполняют проминку трассы продольными проходами вездеходной гусеничной техники.

Для получения ровного основания допускается рыхление мохорастительного покрова и перемешивание его с грунтом деятельного слоя с последующей планировкой и уплотнением слоя гладилками, прицепными волокушами или отвалом бульдозера за три-четыре прохода трактора по одному следу.

Подготовка основания автозимников на болотах производится с учетом повышения несущей способности торфяных грунтов при их промерзании. Для ускорения промерзания болот необходимо: проминать мохорастительный покров, чтобы прорвать верхнюю корку болот и выжать воду на поверхность; систематически расчищать снежный покров в начале зимнего периода с последующим переходом к его уплотнению.

### ***Содержание проезжей части включает:***

- устранение деформаций и разрушений, возникающих на полотне автозимника в процессе его эксплуатации;
- проведение мероприятий по уменьшению снегозаносимости дороги и ликвидации снежных заносов;
- выполнение мероприятий по предупреждению выхода наледных вод на проезжую часть и ликвидации наледи.

Колеи, ухабы, просадки (проломы), отдельные глубокие ямы и выбоины заделывают снегом и , тщательно уплотняют (желательно с поливкой водой).

При образовании скользкой ледяной корки на уплотненном слое снега по поверхности проезжей части рассыпают песок, мелкий гравий, повышающие коэффициент сцепления шин с дорогой.

Для повышения безопасности движения и снижения затрат на обеспечение требуемой степени шероховатости покрытия в течение всего срока службы автозимника целесообразно перед вводом его в эксплуатацию наносить шероховатый слой износа путем дождевания в морозном воздухе гидропульпы на крутых спусках и подъемах, на кривых малого радиуса, на участках пересечений и примыканий дорог, на участках с недостаточной видимостью и т.п.

**К мероприятиям, уменьшающим заносимость автозимника снегом и улучшающим его эксплуатационные качества, относят:**

- систематическое уплотнение на полотне свежеснегоснега и метелевых отложений небольшой толщины (проезжающими машинами или снегоуплотняющими машинами);
- уширение полотна автозимника; перетрассирование отдельных, нерационально запроектированных участков; создание, надлежащее содержание и правильную эксплуатацию снегозащитных ограждений.

**На автозимниках с продленными сроками эксплуатации служба ремонта и содержания в теплый период года должна выполнять следующие мероприятия:**

- регулярно профилировать поверхность полотна, поддерживая выпуклое очертание поперечного профиля земляного полотна;
- проводить ремонт и устранять деформации и разрушения на дорожном покрытии и земляном полотне;
- укреплять ненадежные участки и ликвидировать размывы полотна дороги;
- не допускать скопления воды на проезжей части и систематически отводить поверхностные воды за пределы дорожного полотна;
- засыпать проезжую часть дороги опилками, шлаком и т.п. на подъемах и спусках, а также на других слабых участках, где наблюдается интенсивное оттаивание теплоизолирующего полотна;

**При плохой видимости (туман, сильный снегопад, метель) движение по автозимнику запрещается.**



В весенний период движение по автозимникам допускается только в ночные и предрассветные часы, т.е. в наиболее холодное время суток, а ремонт проезжей части следует осуществлять в дневные часы.

На всех комплексах дорожной и автотранспортной служб следует иметь информационные табло со схемой автозимника, на которой указаны трудные участки трассы, условия движения, часы работы и грузоподъемность переправ, пункты отдыха водителей, сеть автозаправочных и ремонтных пунктов.

Для предотвращения снежных заносов на автозимниках рекомендуется применять защитные средства (переносные щиты, снегозадерживающие траншеи, снежные валы, изгороди из хвороста или лапника), действие которых основано на задержании переносимого ветром снега. Конструкции переносных щитов, правила их установки и эксплуатации на автозимниках те же, что и на дорогах постоянного действия.

Оформление и защита отчета.

## **Практическая работа № 7**

### **«Способы устройства ледовых переправ»**

Цель работы – научиться определять грузоподъемность ледовых переправ и их содержание.

**Ледовые переправы** - это переправы, проложенные по ледяному покрову рек и озер. Их организуют в случаях отсутствия мостовых переходов и при образовании на водных преградах требуемого ледяного покрова. Эти переправы могут быть частью временных автозимников, временно заменять недействующий мост или в зимний период паромную переправу постоянной автодороги.

#### Ледовые переправы классифицируются:

- по продолжительности эксплуатации - регулярные, временные (возводимые на одну зиму), разовые (возводимые для одного пропуска колонны автомобилей или другого агрегата);
- по расчетной интенсивности движения - переправы I категории с интенсивностью движения свыше 150 авт./сут. (приведенных к автомобилю грузоподъемностью 5 т) и переправы II категории с интенсивностью движения 150 авт./сут. и менее;
- по типу водоема - переправы речные, озерные и морские;
- по солености водоема - переправы через пресные, соленые или водоемы промежуточной солености;
- по характеру ледяного покрова, используемого для движения транспортных средств:
  - естественный ледяной покров;
  - покров, утолщаемый намораживанием сверху;
  - покров, утолщаемый намораживанием снизу;
  - покров, утолщаемый одновременно с двух сторон;
- по крутизне берегов водоема (90‰ и более или менее);
- по длительности зимнего периода с устойчивыми отрицательными температурами;
- по наличию усиления или армирования ледяного покрова и его характеру и конструкции.

Ледовые переправы устраиваются в виде двух полос с односторонним движением или в виде одной полосы с поочередным пропуском транспортных средств. Расстояние между осями полос должно быть не менее 100 м. Ширина полосы устанавливается на 5 м более ширины наиболее габаритного груза, но не менее 20 м для переправ нефтегазопромысловых зимников. С обеих сторон переправы необходимо предусматривать, по возможности, место для устройства резервных полос на расстоянии 100 м от основных.

Ледовые переправы должны иметь пропускную способность, обеспечивающую установленную для них расчетную интенсивность движения, обеспечивать пропуск расчетных нагрузок, безопасные условия пересечения переправы транспортными средствами и пассажирами (пешеходами), безопасность движения автомобилей на переправах и подходах к ним. Перспективная расчетная суточная интенсивность движения и состав транспортного потока для ледовых переправ определяются на год ввода переправы в эксплуатацию.

При определении места переправы выбирают берега реки, промеряют глубины русла и толщины льда, а также определяют качество льда и состояние снежного покрова. В месте расположения переправ (на 100 м в обе стороны от оси трассы) не должно быть полыней, площадок для заготовки льда, выходов грунтовых вод, мест сброса теплых вод электростанций, нагромождений торосов. Берега следует выбирать по возможности пологие и удобные для подхода к реке и спуску на лед. Трасса ледовой переправы должна быть по возможности прямолинейна и пересекать реку под углом не менее  $45^\circ$ . Минимальный радиус закругления должен быть не менее 60 м. Съезды на лед необходимо устраивать с продольным уклоном не более 60 %.

При организации ледовой переправы следует оценить возможную грузоподъемность переправы и требуемые меры по усилению ледяного покрова. Расчетная нагрузка принимается, исходя из состава транспортного потока. Толщину льда на этой стадии можно принимать по данным наблюдений за режимом водоема в створе переправы. Допускаемые нагрузки на ледяной покров при проезде по нему гусеничных автомобилей массой до 60 т и колесных автомобилей массой до 40 т. Для усиления льда может быть применен колейный деревянный настил. Поперечины укладывают по выровненной поверхности льда и по возможности вмораживают. Деревянный настил повышает грузоподъемность льда толщиной 20...40 см до массы 20...25 т.

### **Организация ледовых переправ**

Ледовые переправы на автомобильных дорогах организуют в случаях отсутствия мостовых переходов, невозможности устройства паромной переправы в зимний период и при образовании на водных преградах требуемого ледяного покрова.

Выбор трассы переправы, назначение состава, изыскание, проектирование и строительство переправы, ее содержание и эксплуатация осуществляются исходя из классификации ледовых переправ.

***На стадии организации ледовой переправы необходимо решение следующих вопросов:***

- определение состава переправы ;

-предварительный выбор трассы переправы;  
-определение грузоподъемности ледяного покрова;  
-определение режима работы переправы ;  
-решение вопросов финансирования работ по изысканию, строительству и эксплуатации переправы.

С обеих сторон переправы необходимо предусматривать, по возможности, место для устройства резервных полос на расстоянии 100 м от основных.

Назначение состава переправы (определение количества ниток переправы и порядка пропуска транспортных средств по ним) производится на основе расчета ее пропускной способности, которая должна отвечать расчетной интенсивности движения по дороге и составу транспортного потока.

Перспективная расчетная суточная интенсивность движения и состав транспортного потока для ледовых переправ определяется на год ввода переправы в эксплуатацию.

Если одна нитка переправы не обеспечивает требуемую пропускную способность, то устраивают две и более ниток переправы.

В месте расположения переправ (на 100 м в обе стороны от оси трассы) не должно быть полыней, площадок для заготовки льда, выходов грунтовых вод, мест сброса теплых вод электростанций, нагромождений торосов.

В течение суток должна быть обеспечена возможность круглосуточного функционирования переправы. При этом, в соответствии с установленным для данной переправы графиком работы, в целях повышения безопасности перевозок пропуск транспорта общего пользования, ведомственного и индивидуального рекомендуется осуществлять: с 5 до 23 ч (18-ти часовой режим работы) или с 6 до 22 ч (16-ти часовой режим работы). В ночное время при этом режиме работы должен предусматриваться пропуск автомобилей милиции, скорой медицинской помощи, пожарной охраны, ГИБДД, служб безопасности и других при выполнении ими неотложных служебных заданий.

В суточном графике работы переправы должны быть предусмотрены перерывы для отдыха и приема пищи обслуживающим персоналом, а при невозможности перерывов - скользящий график отдыха и приема пищи с осуществлением соответствующих подмен лиц обслуживающего персонала.

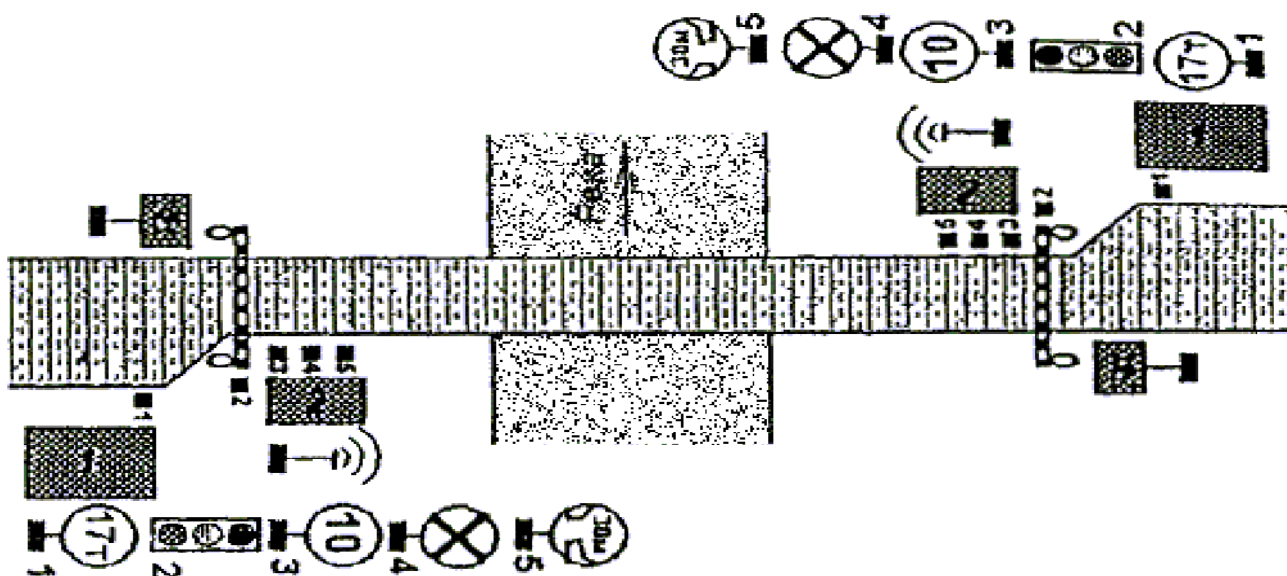
### **Организация движения на переправе**

*Ледовая переправа* должна быть оборудована служебными помещениями, спасательными средствами (кругами, баграми страховочными и буксирными

канатами и т.д.) и средствами связи (радио, телефоном). Границы трассы должны быть обозначены днем - вехами, ночью - освещением (или вехами со светоотражающими элементами). Перед съездом на переправу устанавливают шлагбаум, светофор и соответствующие дорожные знаки (ограничение массы, максимальной скорости, минимальной дистанции и др.).

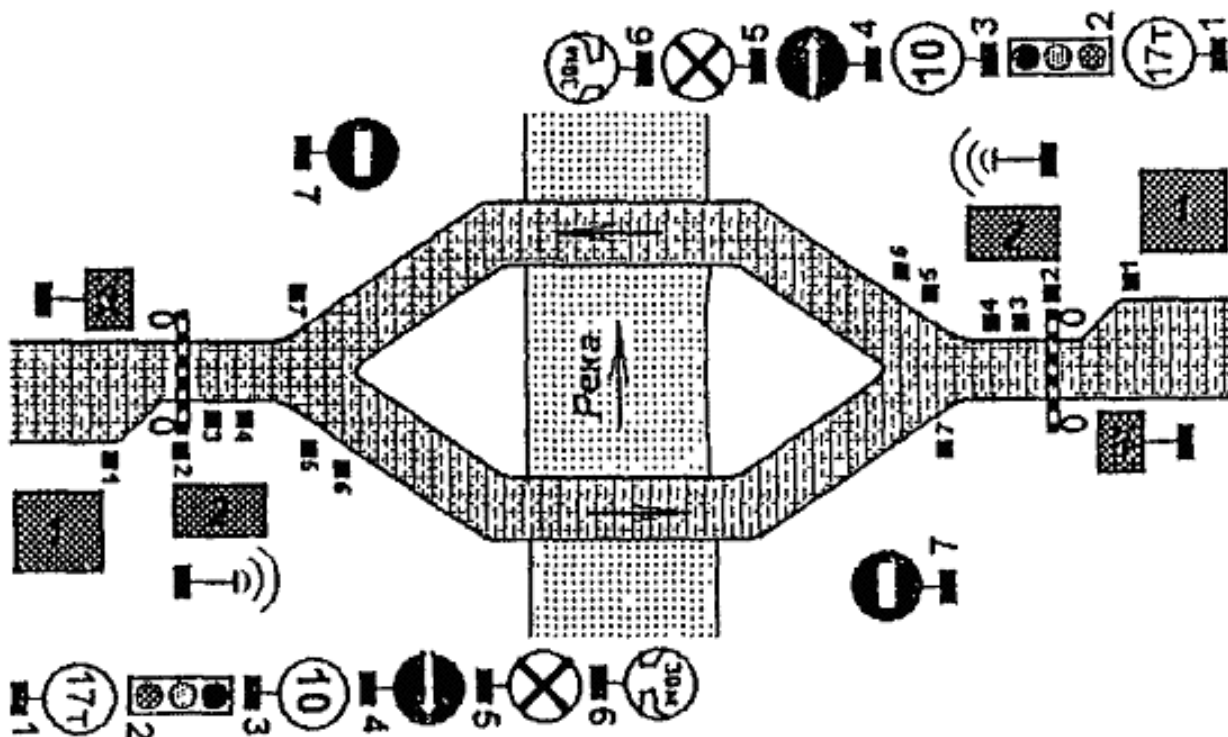
Движение транспортных средств по трассе ледовой переправы организуется в один ряд. Рекомендуется устанавливать дистанцию между автомобилями не менее 30 м и скорость движения не выше 20 км/ч. Однако, в зависимости от конкретных условий переправы, состояния ледяного покрова и полосы движения значения дистанции и скорости могут уточняться. Для встречного движения устраивают трассу не ближе 100 м. Тяжелые автопоезда и автомобили (массой более 25 т) пропускают с минимальной дистанцией не менее 70 м впереди и сзади. На обоих берегах у въезда на переправу должны быть оборудованы павильоны для ожидания пассажиров и пешеходов во время закрытия движения по переправе. Установленные на переправах шлагбаумы должны быть опущены при плохой видимости (в туман и ночью), а светофоры включены. На переправах с интенсивным движением устанавливаются посты ГИБДД или добровольной дружины.

**Схема 1. Организации движения на ледовой переправе при челночном пропуске транспорта по одной нитке:**



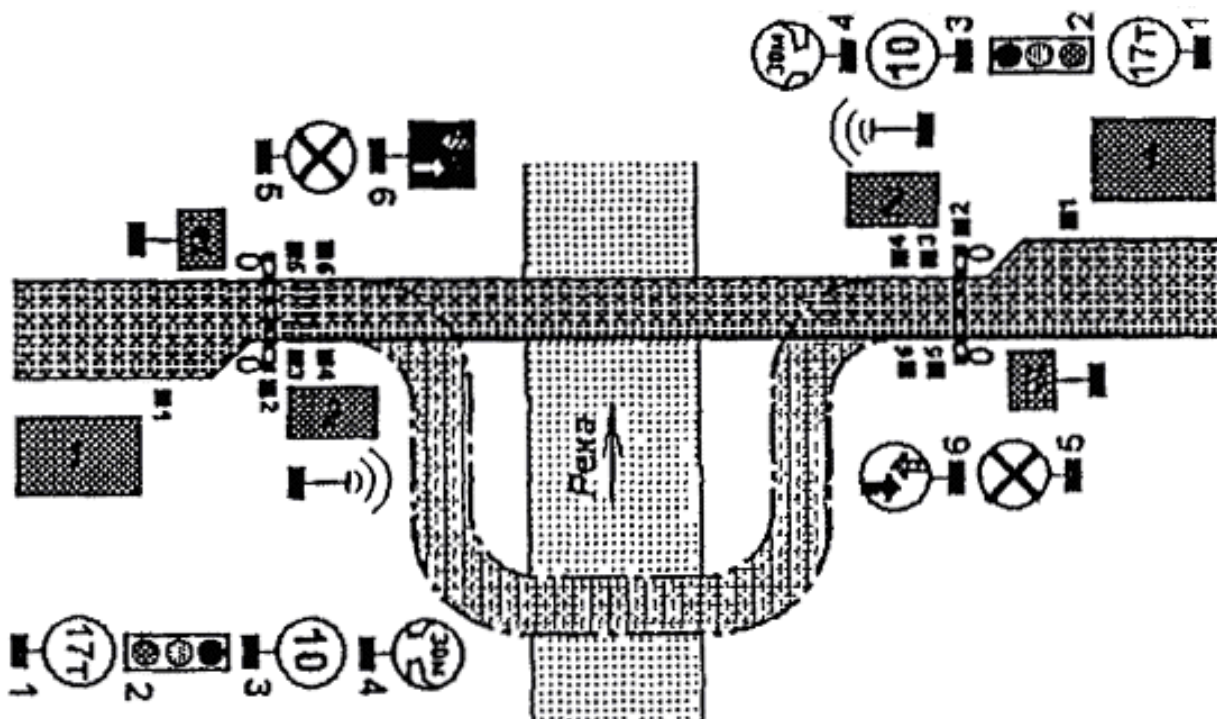
*1 - помещение для ожидания и обогрева пассажиров, 2 - контрольно-пропускной пункт, 3 - транспарант "Правила пользования переправой".*

**Схема 2. Организации движения на ледовой переправе при двух отдельных полосах движения для каждого направления:**



1 - помещение для ожидания и обогрева пассажиров; 2 - контрольно-пропускной пункт; 3 - транспарант "Правила пользования переправой".

**Схема 3. Организации движения на ледовой переправе с приоритетом одного направления при наличии резервной полосы движения:**



1 - помещение для ожидания и обогрева пассажиров; 2 - контрольно-пропускной пункт; 3 - транспарант "Правила пользования переправой".

При определении грузоподъемности ледовой переправы следует



различать:  $h_{тр}$ - требуемую толщину льда, определяемую в зависимости от расчетной нагрузки для кристалльно прозрачного льда;

$h$ - расчетную толщину льда, определяемую в зависимости от структуры ледяного покрова в створе переправы (**Створ** — в строительстве условная вертикальная плоскость, проходящая через две точки, определяющие заданное направление).

При соблюдении условия  $h > h_{тр}$  переправу можно организовать по естественному льду. Для защиты поверхности льда от износа снежный покров сохраняют на толщину до 10 см при плотном и до 15 см при рыхлом снеге или устраивают деревянный настил.

При  $h < h_{тр}$  требуется усиление льда намораживанием (сверху или снизу) при стабильных отрицательных температурах или устройством настила.

Толщина намороженного льда и принятая конструкция усиления ледовой переправы должны соответствовать пропускаемой нагрузке.

## 1. Определение расчетной толщины льда

Расчетную толщину пресноводного льда с раковистой структурой определяют согласно [ОДН 218.010-98](#) (Отраслевые Дорожные Нормы) по формуле 1:

$$h = h_{пр} + 0,5h_{мут} \quad (1)$$

где:  $h_{пр}$  - толщина прозрачного льда, см;  $h_{мут}$  - толщина мутного льда, см.

Толщину снегового льда в расчетную толщину льда не включают.

При усилении естественного ледяного покрова послойным намораживанием сверху его расчетную толщину принимают по формуле 2:

$$h = ( h_e + K_2 h_{нам} ) K_3 \quad (2)$$

где:  $h_e$  - толщина естественного льда, см;  $h_{нам}$  - толщина намороженного льда, см;

$K_2 = 0,8$  - коэффициент изменения общей структуры ледяного покрова при наращивании дополнительного льда насосом;

$K_3 = 0,05$  - дополнительный коэффициент запаса прочности, вводимый при частых оттепелях, где - число дней с момента появления воды на ледяном покрове.

При оттепелях, не превышающих по продолжительности 3 суток, требуемую толщину льда, определяемую по формуле (2), увеличивают на 25%.

## 2. Определение грузоподъемности ледовой переправы



Требуемую толщину льда ( см) для пропуска нагрузок согласно [ОДН 218.010-98](#) (Отраслевые Дорожные Нормы) определяют по следующей формуле 3:

$$h_{тр} = 11 \cdot n_n \cdot \sqrt{P} \quad (3)$$

где:  $n_n$  - полная масса нагрузки, т;

$P$  - поправочный коэффициент, определяемый в зависимости от суточной интенсивности движения по таблице 1.

Таблица 1. Поправочный коэффициент, определяемый в зависимости от суточной интенсивности движения

Суточная интенсивность движения, авт./сут	<500	500-2000	>2000
	1,0	1,1	1,25

### 3.Определение пропускной способности ледовой переправы

1. Исходными данными для расчета пропускной способности ледовой переправы являются:

- суточная интенсивность (расчетная) движения на дороге или на переправе (если по ней пропускается часть потока)  $N_{сут}$ , авт./сут;
- расстояние между шлагбаумами  $L$ , м;
- габарит проезжей части (полосы движения) переправы  $\Gamma$ , м;
- тип и состояние покрытия полосы движения на переправе;
- количество часов работы переправы в сутки  $t_{сут}$ , ч.

2. За расчетную интенсивность движения принимается суточная интенсивность движения  $N$ , (авт./сут), рассчитанная на начало ввода переправы в эксплуатацию с учетом имеющихся на данной дороге сезонных изменений грузонапряженности.

Расчетная часовая интенсивность движения определяется по формуле:

$$N_{час} = 0,1N_{сут}, \quad \text{где: } N_{час} - \text{авт./ч}, \quad N_{сут} - \text{авт./сут.},$$

3. Назначается допустимая (максимальная) скорость движения автомобилей по переправе. За расчетное значение допустимой скорости (км/ч) принимается минимальное из определяемых значений по следующим критериям:

- а) из условий движения в зависимости от параметров переправы допустимую

скорость движения автомашин можно определить по эмпирической формуле

$$v_{\text{доп}} = 6,5 \cdot \sqrt{h_{\text{вод}}} \cdot K_3 \quad (4)$$

где:  $h_{\text{вод}}$  - глубина водоема, м;

$K_3 = 1,20$  – коэффициент интенсивности движения согласно ОДН

На мелководных реках скорость движения принимают:

при глубине до 4 м -  $V_{\text{доп}} = 10$  км/ч;

при глубине до 6 м -  $V_{\text{доп}} = 15$  км/ч;

при глубине более 6 м –  $V_{\text{доп}} = 20$  км/ч.

На всех узких реках шириной до 200 м скорость устанавливается единая –  $V_{\text{доп}} = 10$  км/ч. Спуск на лед тяжеловесов более 60 т допускается со скоростью не более 5 км/ч.

б) по обеспечению максимальной пропускной способности одной полосы движения  $V_{\text{доп}} = 30$  км/ч;

в) в зависимости от типа и состояния деревянного покрытия полосы движения на переправе.

Покрытие:	Новое	Отремон- тированное	Неотремонтированное, объем повреждений, % площади:	
			Менее 15	Более 15
$V_{\text{доп}}$ , км/ч	25	20-25	8-10	5-6

г) в зависимости от ширины проезжей (полосы движения)

Г, м	8	7,5	7,25	7	6,75	6,5	6- 6,5	5,5- 6
$V_{\text{доп}}$ , км/ч	50	45	40	35	30	25	20	10

4. Определяется расчетное расстояние  $L$ (м) между автомобилями в колонне.

Принимается большее значение из определенных, исходя:

а) из условий торможения при внезапном падении груза из кузова автомобиля,

идущего впереди:

$$L = \frac{v_{\text{доп}}}{3,6} + \frac{v_{\text{доп}}^2}{76,2} + 10 \quad (5)$$

где :

$V_{\text{доп}}$  - принятое значение допускаемой скорости, км/ч (см. п.3);

б) из условий безопасной минимально допустимой дистанции между автомобилями в зависимости от их весовых параметров, принимается по таблице 2:

Таблица 2

Допустимая нагрузка, т	Минимальная дистанция между автомобилями, м	
	гусеничными	колесными
4	10	18
6	15	20
10	20	25
15	25	30
20	30	35
25	35	40
30	40	45
40	50	55
50	60	65
60	70	75

5. Расчетная часовая пропускная способность ледовой переправы с двусторонним движением транспорта (в двух направлениях) по отдельным полосам определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{A \cdot 1000 \cdot v_{\text{доп}}}{L} \quad (6)$$

где:  $P_{\text{час}}$  - расчетная часовая пропускная способность, авт./ч;

$A$  - число полос движения, шт.;

$V_{\text{доп}}$  - допускаемая скорость движения (см. п.3), км/ч;

$L$  - расстояние между автомобилями (см. п.4), м;

6. Расчетная часовая пропускная способность ледовой переправы с однопутным двусторонним (челночным) движением определяется по формуле:

$$P_{\text{час}} = \frac{800 \cdot v_{\text{доп}} \cdot M}{L + M \cdot L \cdot K_3} \quad (7)$$

где:  $M$  - количество автомобилей, одновременно пропускаемых в одном направлении, шт;

$$M = \frac{0,5 \cdot N_{\text{час}} \cdot t_{\text{од}}}{60} \quad (8)$$

где:  $N_{\text{час}}$  - расчетная часовая интенсивность движения по дороге, определяемая по формуле (1), авт./ч;

$t_{\text{од}}$  - время, в течение которого осуществляется пропуск транспорта по переправе в одном направлении, мин;

$K_3$  - коэффициент, определяемый по табл.3 в зависимости от количества автомобилей, одновременно пропускаемых в одном направлении  $M$ , и допускаемой скорости движения  $V_{\text{доп}}$ .

Таблица 3

Количество автомобилей, одновременно пропускаемых в одном направлении, $M$ , авт.	Допускаемая скорость, км/ч				
	10	20	25	30	40
5	1,40	1,40	1,30	1,25	1,20
10					

Оформление и защита отчета.

## Практическая работа № 8 «Физико-механические, теплофизические свойства грунтов».

Цель работы – изучить существующие грунты применяемые в строительстве автомобильной дороги.

Химические свойства материала определяют его способность вступать в химические взаимодействия с веществами среды, в которой он находится, при этом появляются новые вещества.

К химическим свойствам можно отнести: растворимость, коррозионную стойкость, атмосферостойкость, твердение, адгезию и др. Химические свойства учитывают при оценке пригодности материала для тех или иных целей в строительстве.

**Растворимость** - способность образовывать истинные растворы в результате взаимодействия материала с водой или с Другими растворителями. Строительные материалы, в большинстве случаев, должны быть нерастворимы в условиях их эксплуатации.

**Коррозионная стойкость** - свойства материала не разрушаться в агрессивных средах. Наиболее стойкими по отношению к агрессивным средам являются керамические материалы. Неустойчивы в кислой среде известняки, доломиты, древесина, портландцементы; к щелочной среде - древесина, битумы.

**Атмосферостойкость** - свойство материала не разрушаться под воздействием климатических условий. С атмосферостойкостью материала часто связана его склонность к старению вследствие протекания в нем физико-химических процессов и ухудшения свойств. Старение характерно для битумов, асфальтобетонов.

**Твердение** - свойство материалов затвердевать в результате химических и физико-химических процессов и приобретать ряд новых свойств - сопротивляемость различным по виду и характеру нагрузкам, агрессивным воздействиям внешней среды. Твердение обычно оценивают показателями прочности и их изменением во времени.

**Адгезия** - свойство одного материала прилипать к поверхности другого. Измеряют адгезию прочностью сцепления при отрыве одного из них от другого. Адгезия имеет важное значение в технологии изготовления материалов и конструкций.

Оформление и защита отчета.

**Практическая работа № 9**  
**«Технология работ железобетонных работ»**

Цель- производить технологические расчеты

1. Выбор типа молота для забивки свай и свай-оболочек выполняют по двум параметрам: а) минимальная потребная энергия одного удара молота Э, кДж

$$\mathcal{E} = 1,75 \cdot a \cdot P,$$

где

a - коэффициент пропорциональности, установленный на основе практики, кДж/кН (a = 0,25);

P - несущая способность сваи ( расчетное сопротивление нагружению), кН.

*Для свай-стоек*

$$P = k \cdot m \cdot R_H - S_c,$$

где

k — коэффициент однородности грунта (k = 0,7);

ш — коэффициент условий работы сваи (ш = 1,0);

$R_H$  — нормативное сопротивление грунта основания в плоскости нижнего конца (острия) сваи (табл. 5.1), кН/м<sup>2</sup>;

$S_c$  — площадь поперечного сечения сваи, м<sup>2</sup>.

*Для висячих свай*

$$P = k \cdot ш \cdot (R_H S_c + u \cdot f \cdot h),$$

где

U - периметр поперечного сечения сваи, м;

f — нормативное сопротивление слоя грунта по боковой поверхности сваи (табл. 5.2), кН/м<sup>2</sup>; h - толщина слоя грунта, прорезаемого свайей, м.

**Расчетные сопротивления под нижним концом свай**

Глубина погружения нижнего конца сваи, м	Значения $R_H$ , кН/м <sup>2</sup>				
	Показатель консистенции I				
	од	0,2	0,3	0,4	0,5
3	4000	3000	2000	1200	1100
4	5100	3800	2500	1600	1250
5	6200	4000	2800	2000	1300
7	6900	4300	3300	2200	1400
10	7300	5000	3500	2400	1500
15	7500	5600	4000	2900	1650

**Расчетные сопротивления на боковой поверхности свай**

Глубина погружения сваи, м	-
	Значения $f_H$ , кН/м
	Показатель консистенции I

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
3	48	35	25	20	14
4	53	38	27		
				22	16
6	58	42	31	25	18
8	62	44	33	26	19
	65	46	34	27	19
10					
15	72	51	38		
				28	20

**Примечание:** для промежуточных глубин погружения свай значение  $f_H$  определяют интерполяцией.

б) необходимая сила тяжести ударной части молота  $Q$ , кН:

$$Q > q/k_p,$$

где

$q$  - сила тяжести сваи, Н;

$k_p$  - коэффициент, определяемый длиной сваи.

Для свай длиной более 12 метров  $k_p = 0$ , для свай длиной 12 и менее метров  $k_p = 1,25$ .

По полученным величинам  $\mathcal{E}$  и  $Q$  подбирают молот (приложение табл.

После выбора молот проверяют на применимость.

$$K_n > (Q_n + q)/3_p,$$

где

$K_n$  - коэффициент применимости;

$Q_n$  - полная сила тяжести молота, Н;

$\mathcal{E}_p$  - расчетная энергия удара выбранного молота, Дж.

Расчетная энергия удара молота определяется:

- для трубчатых дизель-молотов  $\mathcal{E}_p = 0,9 Q_B H$ ;

- для штанговых дизель молотов  $\mathcal{E}_p = 0,4 Q_B H$ ,

где

$Q_B$  - сила тяжести ударной части выбранного молота, Н;

Н - фактическая высота падения ударной части молота. Для трубчатых дизель-молотов  $H = 2,8$  м,  
 для штанговых дизель-молотов при силе тяжести ударной части 12500, 18000 и 25000 Н соответственно 1,7; 2 и 2,2 м.

#### Значения коэффициентов применимости молотов

Тип молота	Значение $K_p$
Трубчатые дизель молоты	6
Штанговые дизель молоты	5

2. Выбор копра выполняется по двум параметрам:

а) грузоподъемность копра  $G_K$  (Н) должна быть равной или несколько большей, чем общая сила тяжести молота и сваи, т.е.

$$G_K > (Q_n + q)$$

б) потребная полная высота копра  $H_K$  (м) должна быть:

$$H_K > (L_c + l_M + l_X + 1 \pm A_1),$$

Где

$L_c$  - длина сваи, м;

$l_M$  - полная длина молота, м;

$l_X$  - длина хода ударной части молота, м (для дизель-молотов  $l_X = 0$ );

1 — запас по высоте копра для размещения подъемных блоков (0,5... 1 м);

$A_1$  - разница уровней стояния копра и поверхности земли в месте погружения сваи, м (знак + ставят при размещении копра ниже уровня погружения сваи, а знак - выше уровня погружения сваи).



**Исходные данные к практической работе  
Подбор оборудования для забивки свай.**

№ Варианта	Сечение свай, см	Длина свай, м	Вид свай	Показатель консистенции грунта	Разница уровней, м
1	20x20	6	стойка	0,1	0
2	30x30	8	висячая	0,2	+ 0,5
3	25x25	12	стойка	0,3	-0,5
4	35x35	14	висячая	0,4	+ 1,0
5	20x20	7	висячая	0,5	-0,75
6	30x30	9	стойка	0,3	- 1,25
7	25x25	15	стойка	0,4	+ 1,0
8	35x35	10	висячая	0,6	+ 0,60
9	20x20	8	стойка	0,1	-0,8
10	30x30	12	стойка	0,2	+ 1,0
11	25x25	13	висячая	0,3	-0,90
12	35x35	6	стойка	0,4	0
13	20x20	8	висячая	0,5	+ 0,75
14	30x30	12	висячая	0,6	0
15	25x25	14	стойка	ОД	+ 0,5
16	35x35	7	стойка	0,2	-0,5
17	20x20	9	висячая	0,3	+ 1,0
18	30x30	15	стойка	0,4	-0,75
19	25x25	10	стойка	0,5	- 1,25
20	35x35	8	висячая	0,6	+ 1,0
21	20x20	12	стойка	0,1	+ 0,60
22	30x30	13	висячая	0,2	-0,8
23	25x25	6	висячая	0,3	+ 1,0
24	35x35	8	стойка	0,4	-0,90
25	20x20	12	стойка	0,5	0
26	30x30	14	висячая	0,6	+ 0,75
27	25x25	7	стойка	0,1	+ 1,0
28	35x35	9	стойка	0,2	-0,90
29	25x25	15	висячая	0,3	0
30	35x35	10	стойка	0,4	+ 0,75

**Примечание:**

масса 1 погонного метра свай сечением 20x20 см — 150 кг;  
25x25 см — 200 кг; 30x30 см — 225 кг; 35x35 — 250 кг.

## Практическая работа № 10 «Технология производства работ бульдозерами»

Цель: Знать общее устройство бульдозера, технологию выполнения работ и умение производить технологические расчеты.

### Ход работы:

1. Бульдозер выбирается по тяговому классу базового тягача (приложение) в зависимости от объёма земляных работ и дальности перемещения грунта.

Таблица 5.1

Рекомендуемые объёмы земляных работ

Тяговый класс базового тягача, кН	Минимальный объем работ, м <sup>3</sup>
40...60	До 10000
60...100	30000...10000
100...150	30000...50000
150...250	Более 50000

Количество циклов бульдозера в час определяется по формуле:

$$n = 3600/T_{\text{ц}},$$

где  $T_{\text{ц}}$  — продолжительность одного цикла бульдозера, с.

Продолжительность одного цикла определяется по формуле:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{H}} + t_{\text{rx}} + t_{\text{xx}} + t_{\text{n}} \cdot n_{\text{n}} + t_{\text{mn}} + t_0$$

где  $t_{\text{H}}$  — продолжительность набора грунта, с;  $t_{\text{rx}}$  — продолжительность гружёного хода, с;  $t_{\text{xx}}$  — продолжительность холостого хода, с;  $t_{\text{n}}$  — продолжительность одного поворота на 180° (10... 15 с);  $n_{\text{n}}$  — количество поворотов;

$t_{\text{mn}}$  — продолжительность переключения одной передачи (3...4 с);

$n_{\text{mn}}$  — количество переключений передач за один цикл;

$t_0$  — время на опускание отвала в рабочее положение (1.. .2 с)

Примечание: при дальности перемещения грунта до 100 м холостой ход бульдозера осуществляется на задней передаче.

Продолжительности набора грунта, гружёного и холостого хода определяются по формулам:

$$t_{\text{H}} = L_{\text{H}} / (K_{\text{v}} V_{\text{H}}), \quad t_{\text{rx}} = L_{\text{rx}} / (K_{\text{v}} V_{\text{rx}}), \quad t_{\text{xx}} = L_{\text{xx}} / (K_{\text{v}} V_{\text{xx}}),$$

где  $L_{\text{H}}$ ,  $L_{\text{rx}}$ ,  $L_{\text{xx}}$  — соответственно длины путей набора грунта, гружёного и

холостого хода, м;

$V_{,,}$ ,  $V_{гх}$ ,  $V_{хх}$  — соответственно скорости движения бульдозера при наборе грунта, гружёном и холостом ходе, м/с; (набор грунта выполняется на 1 передаче, гружёный ход на 2 или 3 передаче, холостой ход на 4 или задней передаче);

$K_v$  — коэффициент, учитывающий снижение скорости по сравнению с расчетной конструктивной скоростью бульдозера ( $K_v = 0,70...0,75$  - при наборе грунта и гружёном ходе;  $K_v = 0,85...0,90$  - при холостом ходе).

Длина пути набора грунта определяется по формуле:

$$L_H = (q \cdot k_{np}) / (k_h \cdot k_p \cdot h \cdot b_0 \cdot \sin(\beta)),$$

где  $k_{np}$  — коэффициент потерь грунта в боковых валиках при наборе грунта ( $k_{np} = 1,2$ );  $k_h$  — коэффициент неравномерности толщины срезаемой стружки грунта ( $k_h = 0,7$ );  $h$  — глубина резания грунта (толщина стружки), м.

Коэффициент потерь грунта определяется по формуле:

$$k_{п1} = (k_0 \cdot L_{гх}),$$

где  $k_0$  — опытный коэффициент, который равен: 0,0008 - для несвязных грунтов; 0,0004 - для связных грунтов.

3. При планировке поверхности эксплуатационную часовую производительность бульдозера определяют в единицах площади ( $m^2/ч$ ) по формуле:

$$П_{,ч.пл} = (L - k_B(b_0 \cdot \sin \beta - b)) / (m((L/V) + t_n)), \text{ где } L \text{ —}$$

длина планируемого участка, м;

$B$  — ширина перекрытия планируемых полос ( $B = 0,3...0,5$  м);

$\Pi$  — число проходов по одному месту ( $\Pi = 2..3$ )

$V$  - скорость движения бульдозера при планировке, м/ч (2 или 3 передача).

4. Эксплуатационная сменная производительность бульдозера определяется по формулам:

4.1. При разработке и перемещении грунта:

$$П_{э.см.} = \frac{V \cdot k_{п1}}{k_{см} \cdot T_{см}}$$

4.2. При планировке поверхности:

$$П_{э.см.пл} = (L - k_{см} T_{см} (b_0 \cdot \sin \beta - b)) / (m((L/V) + t_n)),$$

где  $k_{см}$  — коэффициент использования рабочего времени смены ( $k_{см} = 0,75...0,80$ )  $T_{см} \sim$

продолжительность смены, ч.

По окончании расчетов сделать вывод: какие факторы (показатели) влияют на производительность бульдозеров.

*Контрольные вопросы:*

1. Назначение и классификация бульдозеров?
2. Устройство бульдозеров?

### Исходные данные к практической работе

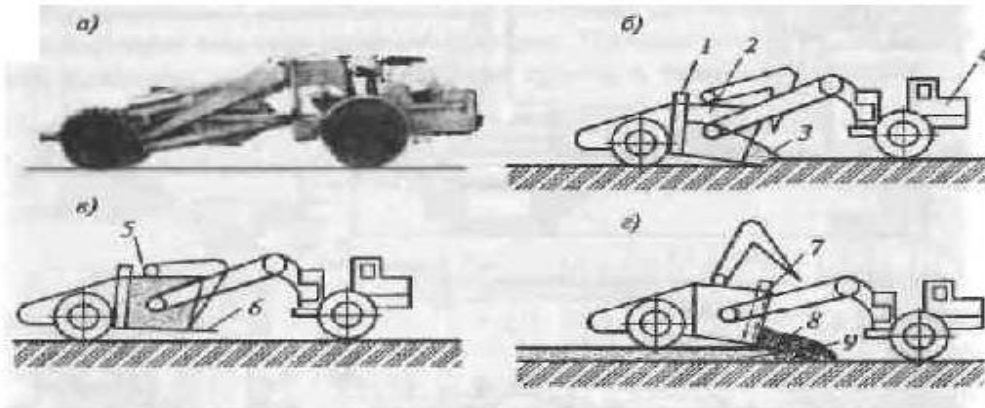
№ варианта	Объем работ, м <sup>3</sup> .	Дальность перемещения грунта, м	Длина планируемого участка, м	Подъем, град.	Спуск, град.	Грунт
1	2500	50	200	-	6	связный
2	6000	70	300	-	8	несвязный
3	10000	60	250	-	9	связный
4	20000	90	300	3	-	несвязный
5	30000	100	350	6	-	связный
6	40000	80	275	-	5	несвязный
7	70000	100	400	5	-	связный
8	15000	75	150	-	7	несвязный
9	25000	55	350	4	-	связный
10	35000	90	200	-	10	несвязный
11	3000	40	175	6	-	связный
12	25000	60	250	-	8	несвязный
13	60000	150	350	7	-	связный
14	20000	80	400	-	5	несвязный
15	33000	120	250	6	-	связный
16	10000	75	150	-	6	несвязный
17	18000	60	200	3	-	связный
18	45000	ПО	300	-	4	несвязный
19	7000	40	150	4	-	связный
20	22000	75	350	-	7	несвязный
21	75000	140	450	5	-	связный
22	36000	90	300	-	6	несвязный
23	20000	70	250	7	-	связный
24	50000	100	400	-	9	несвязный
25	12000	55	150	3	-	связный
26	40000	90	200	-	5	несвязный
27	6000	40	100	5	-	связный
28	31000	80	300	-	7	несвязный
29	25000	60	250	6	-	связный

30	15000	50	150	-	4	несвязный
----	-------	----	-----	---	---	-----------

## Практическая работа № 11

### «Технология производства работ скреперами»

Цель: Знать общее устройство скреперов, технологию выполнения работ и умение производить технологические расчеты.



- Схемы работы скреперов: *а* - общий вид скрепера, *б* - забор грунта; *в* - транспортировка грунта; *г* - послойная выгрузка; 1 - задняя подвижная стенка механизма; 2 - ковш скрепера; 3 - процесс резания грунта и заполнения ковша; 4 - тягач; 5 - ковш скрепера с закрытой передней стенкой и заполненный грунтом; 6 - ножевое устройство в положении транспортирования; 7 - подвижная стенка механизма в момент полной разгрузки ковша; 8 - отсыпка грунта слоем заданной толщины; 9 - слой отсыпки

Ход работы:

1. Выбор типоразмера и типа скрепера осуществляется в зависимости от объема работ и дальности транспортирования грунта.

Рекомендуемые типоразмеры скреперов в зависимости от объема работ

Тяговый класс базового тягача, кН	Минимальный объем работ, м <sup>3</sup>
40...60	До 10000
60...100	30000...10000
100...150	30000...50000
150...250	Более 50000

Дальность транспортирования грунта скреперами

Тип скрепера			
Прицепной		Самоходный	
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Дальность вывозки грунта, м	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Дальность вывозки грунта, м
До 4,5	70...200	-	-
6	100...350	До 8	300...1500
8	150...550	9...10	400...2500

10	300...800	15	500...3000
15	500...1500	25	1000...5000

Марка скрепера выбирается по Приложению

2. Эксплуатационная часовая производительность скреперов ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяется по формуле:

$$P_{\text{э.ч.}} = q \cdot n \cdot k_{\text{н}} \cdot k_{\text{в}} / k_{\text{р}}$$

где  $q$  — геометрическая вместимость ковша скрепера,  $\text{м}^3$ ;

$n$  — число циклов скрепера в час;

$k_{\text{н}}$  — коэффициент наполнения ковша скрепера грунтом;

$k_{\text{в}}$  — коэффициент использования рабочего времени часа ( $k_{\text{в}} = 0,85 \dots 0,90$ );

$k_{\text{р}}$  — коэффициент разрыхления грунта ( $k_{\text{р}} = 1,1 \dots 1,3$ ; меньшее значение для несвязных грунтов, большее - для связных)

Число циклов скрепера в час определяется по формуле:

$$n = 3600 / T_{\text{ц}}$$

где  $T_{\text{ц}}$  — продолжительность одного цикла скрепера, с.

Продолжительность одного цикла определяется по формуле:

$$T = t_{\text{н}} + t_{\text{гх}} + t_{\text{гж}} + t_{\text{хх}} + t_{\text{в}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{п}}$$

где  $t_{\text{н}}$  — продолжительность набора грунта, с;

$t_{\text{гх}}$  — продолжительность гружёного хода, с;

$t_{\text{хх}}$  — продолжительность холостого хода, с;

$t_{\text{в}}$  — продолжительность выгрузки грунта, с;

$T_{\text{пп}}$  — время, затрачиваемое на переключение передач, с;

$T_{\text{п}}$  — время, затрачиваемое на повороты скрепера, с.

Коэффициент наполнения ковша скрепера грунтом

Вид грунта	Значение $k_{\text{н}}$	
	Без толчка	С толчком
Сухой рыхлый песок	0,5..0,7	0,8..1,0
Супесь и средний суглинок	0,8..0,95	1,0..1,2
Тяжелый суглинок и глина	0,65..0,75	0,9..1,2

Продолжительности набора грунта, гружёного и холостого хода, а также продолжительность выгрузки определяются по формулам:

$$L_H - K_3 / V_H, t_{rx} L_{rx} 'K_3 / V_{rx}, t_{xx} L_{xx} 'K_3 / V_{xx}, t_B L_B 'K_3 / V_B,$$

где  $L_{,,}$ ,  $L_{rx}$ ,  $L_{xx}$ ,  $L_B$  — соответственно длины путей набора грунта, гружёного, холостого хода и выгрузки, м;

$V_H$ ,  $V_{rx}$ ,  $V_{xx}$ ,  $V_B$  — соответственно скорости движения бульдозера при наборе грунта, гружёном, холостом ходе и выгрузке, м/с;

$K_3$  — коэффициент, учитывающий увеличение продолжительности элементов цикла за счет разгона при трогании с места, замедлении при остановке и переключении передач, пробуксовке движителей по грунту (при наборе грунта и гружёном ходе  $K_3 = 1,3... 1,4$ ; при выгрузке грунта и порожнем ходе  $K_3 = 1,1... 1,2$ ).

Длина пути набора грунта определяется по формуле:

$$L_H (q k_H k_n) / (k_h k_p h b_H),$$

где  $k_n$  — коэффициент потерь грунта при наборе ( $k_n = 1,2$ );

$k_h$  - коэффициент неравномерности толщины срезаемой стружки грунта ( $k_h = 0,7$ );  $h$  — средняя толщина срезаемой стружки грунта за время набора, м;

$b_H$  — ширина полосы захвата грунта ножами скрепера (ширина ковша), м.

Рекомендуемая толщина стружки, см

Вместимость ковша, М <sup>3</sup>	Разрабатываемый грунт			
	песок	супесь	суглинок	глина
При работе без толчка				
3,0..4,5	12	12	10	7
6..7	20	15	12	9
10	30	20	18	14
15	35	25	21	16
При работе с толчка				
6..7	30	25	20	14
10	30	30	25	18
15	35	35	30	22

Длина пути выгрузки грунта определяется по формуле:

$$L_B (c [ k_H]) / (h_{cл} b_H),$$

где  $B_{\text{сл}}$  — средняя толщина слоя отсыпки грунта в насыпь, м ( $B_{\text{сл}} = 20.. .30$

см). Длина пути гружёного хода определяется по формуле:

$$L_{\text{ГХ}} = L_{\text{ВЫВ}} + L_{\text{Н}} + L_{\text{В}},$$

где  $L_{\text{ВЫВ}}$  — дальность вывозки грунта, м.

Для самоходных скреперов величина скоростей движения определяется следующим образом:

а) скорость движения скрепера при наборе грунта следует принимать:

$$V_{\text{Н}} = (0,7...0,8)V, ,$$

где  $V1$  — скорость бульдозера-толкача на первой передаче.

б) скорость движения гружёного скрепера следует принимать:

$$V_{\text{ГХ}} = (0,5...0,75)V_{\text{max}},$$

где  $V_{\text{max}}$  — максимальная скорость скрепера.

в) скорость движения скрепера при выгрузке грунта принимается:

$$V_{\text{В}} = 0,15 V_{\text{тах}}$$

г) скорость движения порожнего скрепера принимается:

$$V_{\text{ХХ}} = (0,75...0,85)V_{\text{max}}$$

Для прицепных скреперов чаще всего принимают скорости, соответствующие передачам в коробке передач трактора.

Номера передач гусеничного трактора, соответствующие рабочим операциям прицепного скрепера.

Наименование операции	Номер передачи
Набор грунта	1
Груженный ход	2..4
Вугрузка	2..4
Холостой ход	3..4

Время, затрачиваемое на повороты скрепера, определяется по формуле:



где  $P_n$  — число поворотов скрепера при выполнении одного цикла;

$t_n$  — продолжительность одного поворота ( $t_n = 12... 15$  с).

Время на переключение передач определяется по формуле:

$$T_{пп} = \sum_{i=1}^n t_{nn} \quad (3)$$

где  $n_{пп}$  — число переключений передач при выполнении одного цикла;

$t_{nn}$  — продолжительность одного переключения ( $t_{nn} = 4...5$  с).

3. Эксплуатационная сменная производительность скрепера ( $m^3/см$ ) определяется по формуле:

где  $K_{см}$  - коэффициент использования рабочего времени смены (для прицепных скреперов  $K_{см} = 0,8$ ; для самоходных скреперов  $K_{см} = 0,75$ );

$T_{см}$  ~ продолжительность смены, ч.

По окончании расчетов сделать вывод: какие факторы (показатели) влияют на производительность скреперов.

*Контрольные вопросы:*

1. Назначение и классификация скреперов?  $\frac{T}{k}$
2. Устройство скреперов?

### Исходные данные к практической работе

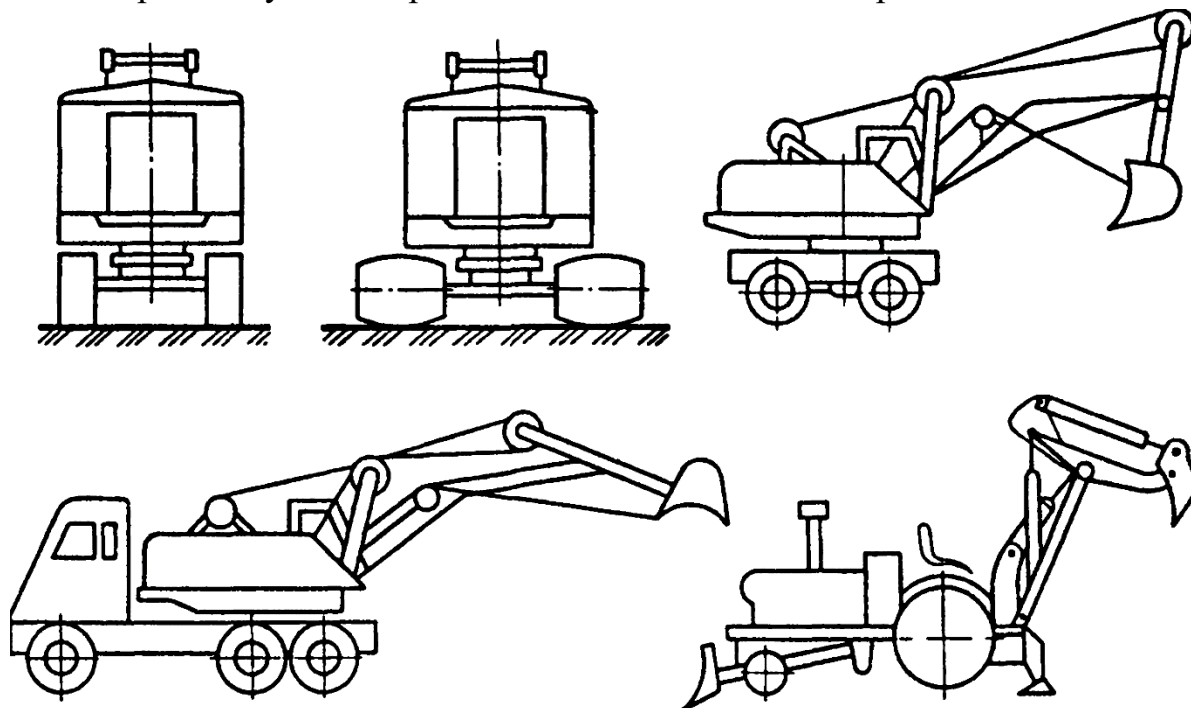
№ варианта	Объем работ, $m^3$ .	Дальность вывозки грунта, м	Режим работ	Грунт
1	7500	200	Без толкача	песок
2	60000	500	С толкачом	супесь
3	10000	350	Без толкача	суглинок средний
4	26000	400	С толкачом	суглинок тяжелый
5	60000	1000	Без толкача	глина
6	40000	800	С толкачом	песок
7	70000	1700	Без толкача	супесь
8	15000	350	С толкачом	суглинок средний
9	25000	550	Без толкача	суглинок тяжелый
10	80000	2900	С толкачом	глина
11	103000	2000	Без толкача	песок
12	75000	1600	С толкачом	супесь
13	60000	1500	Без толкача	суглинок средний

14	20000	800	С толкачом	суглинок тяжелый
15	33000	1200	Без толкача	песок
16	10000	750	С толкачом	супесь
17	18000	600	Без толкача	суглинок средний
18	45000	1100	С толкачом	суглинок тяжелый
19	7000	400	Без толкача	глина
20	22000	750	С толкачом	песок
21	75000	1400	Без толкача	супесь
22	36000	1200	С толкачом	суглинок средний
23	80000	1700	Без толкача	суглинок тяжелый
24	50000	1000	С толкачом	глина
25	92000	2550	Без толкача	песок
26	40000	900	С толкачом	супесь
27	6000	400	Без толкача	суглинок средний
28	31000	1800	С толкачом	суглинок тяжелый
29	25000	600	Без толкача	глина
30	15000	500	С толкачом	песок

## Практическая работа № 17

### «Технология производства работ одноковшовыми экскаваторами»

Цель: Знать общее устройство одноковшовых экскаваторов, технологию выполнения работ и умение производить технологические расчеты.



#### Ход работы:

1. Выбор одноковшового экскаватора производится в зависимости от объёма земляных работ.

Рекомендуемые типоразмеры экскаватора в зависимости от объёма работ

Месячный объём работ, тыс. м <sup>3</sup>	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>
До 10	0,25..0,40
10..20	0,40..0,65
20..60	1,0..1,6
60..100	1,6..2,5
Свыше 100	2,5 и более

Марка экскаватора выбирается по Приложению.

## 2. Выбор автомобиля-самосвала.

Грузоподъёмность автомобиля-самосвала определяется по формуле:

$$G_a = ivq - yK_n,$$

- количество ковшей с грунтом, загружаемых экскаватором в кузов самосвала ( $n_k = 3...6$ );  
ёмкость ковша экскаватора,  $m^3$ ;  
плотность грунта в естественном состоянии,  $t/m$ ;
- коэффициент наполнения ковша экскаватора грунтом.

Коэффициент наполнения ковша экскаватора грунтом

Наименование грунта	Категория грунта	$K_n$
Растительный грунт	I	0.85...0.90
Песок, супесь	I	0,85...0,90
Суглинок легкий	I	0,85...0,90
Суглинок тяжелый и глина жирная мягкая	II	0,75...0,80
Суглинок и глина с примесью гравия	III	0,65...0,70

По вычисленной грузоподъёмности осуществляется выбор автомобиля-самосвала.

## 3. Определение числа автомобилей-самосвалов.

Количество транспортных единиц определяется по формуле:

$$P_a = P_3 / P_a,$$

где  $P_3$  — техническая производительность экскаватора,  $m^3/ч$ ;

$P_a$  — техническая производительность автомобиля-самосвала,  $m^3/ч$ .

Техническая производительность одноковшового экскаватора определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{P_{ц} \cdot k_p}{k_r},$$

где  $P_{ц}$  — число циклов в минуту;

$k_p$  — коэффициент разрыхления грунта (значение  $k_p$  берётся из практической работы № 2). Число циклов экскаватора определяется по формуле:

$$P_{ц} = \frac{60}{T_{ц}},$$

где  $T_{ц}$  — продолжительность одного цикла экскаватора, с.

$$T_{ц} = V (A_{к} \cdot K_{с} + B_{к} \cdot K_{з}),$$

где  $t_3$  — расчетная продолжительность цикла в условиях, принятых за эталон (грунт I группы, угол поворота в плане  $\rho = 90^\circ$ ), с;

$A_{к}$  — продолжительность копания и разгрузки в долях единиц от общей продолжительности цикла;

$B_{к}$  — продолжительность поворотов экскаватора от общей продолжительности цикла ( $A_{к}=B_{к}=0,5$ );

$K_{с}$  — коэффициент, характеризующий изменения продолжительности операций копания и разгрузки при переходе от грунта I группы к грунтам других групп;

$K_{р}$  — коэффициент, характеризующий изменения продолжительности операций поворотов при значении угла поворота не равном  $90^\circ$ .

#### Значение коэффициента $K_{с}$ и $K_{р}$

Категория грунта	$K_{с}$	Угол поворота экскаватора, град.	
I	1,0	70	0,84
II	1,1	90	1,0
III	1,5	120	1,25
IV	1,9	150	1,49

Техническая производительность автомобиля-самосвала определяется по формуле:

$$P_a = Q / T ,$$

где

$Q$  — объём грунта в кузове самосвала, приведённый к объёму его в плотном теле,  $m^3$ ;  $T$  — продолжительность рабочего цикла самосвала, ч.

$$Q = G_a / \gamma$$

$$T = t_i + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

где

$t_i$  — продолжительность подачи самосвала под погрузку ( $t_i$  — 0,5 ... 1,0

мин);  $t_2$  — продолжительность погрузки, мин;  $t_3$  — продолжительность груженого хода, мин;  
 $t_4$  — продолжительность разгрузки вместе с маневрированием ( $t_4 = 3...5$  мин);  $t_5$  — продолжительность холостого хода, мин.

Продолжительность погрузки самосвала определяется по формуле:

$$t_2 = Q \cdot k / \Pi_3,$$

где

$k$  — коэффициент продолжительности погрузки из-за случайных задержек ( $k = 1,1$ ). Продолжительность груженого и холостого хода определяется по формуле:

$$k = k = L/V_{cp},$$

где

$L$  — дальность вывозки грунта, км;

$V_{cp}$  — средняя скорость автомобиля-самосвала, км/ч.

Средняя скорость автомобиля-самосвала

Тип дороги	Средняя скорость, км/ч
Асфальтовая, бетонная, железобетонная	35
Щебёночная, гравийная	30
Булыжная	27
Грунтовая	25

4. Эксплуатационная часовая производительность одноковшового экскаватора определяется по формуле:

$$\Pi_{э.ч.} = \Pi_3 K_B,$$

где

$K_B$  — коэффициент использования рабочего времени часа ( $K_B = 0,92...0,96$  при работе в отвал, а при работе с погрузкой грунта на транспорт  $K_B = 0,8...0,9$ ).

5. Эксплуатационная сменная производительность одноковшового экскаватора определяется по формуле:

$$\Pi_{э.см.} = \Pi_3 K_{ум} T_{см},$$

где  $K_{см}$  — коэффициент использования рабочего времени смены ( $K_{см} = 0,75...0,80$  при работе в отвал, а при работе с погрузкой грунта на транспорт  $K_{см} = 0,65...0,75$ );

$T_{см}$  — продолжительность смены, ч.

По окончании расчетов сделать вывод: какие факторы (показатели) влияют на производительность одноковшовых экскаваторов.

*Контрольные вопросы:*

1. Назначение и классификация одноковшовых экскаваторов?
2. Маркировка одноковшовых экскаваторов?

### Исходные данные к практической работе

№ варианта	Объем работ, м <sup>3</sup>	Дальность вывозки грунта, км	Грунт	Плотность грунта, кг/м <sup>3</sup>	Угол поворота экскаватора при выгрузке грунта, град.	Тип дороги
1	7500	20	Супесь	1600	70	Асфальтовая
2	60000	50	Суглинок легкий	1650	90	Гравийная
3	10000	35	Суглинок тяжелый	1750	120	Булыжная
4	26000	4	Глина жирная мягкая	1800	150	Грунтовая
5	60000	10	Глина с примесью гравия	1950	180	Асфальтовая
6	40000	8	Супесь	1600	70	Гравийная
7	70000	17	Суглинок легкий	1650	90	Булыжная
8	15000	35	Суглинок тяжелый	1750	120	Грунтовая
9	25000	55	Глина жирная мягкая	1800	150	Асфальтовая
10	80000	29	Глина с примесью гравия	1950	180	Гравийная
11	103000	20	Супесь	1600	70	Булыжная
12	75000	16	Суглинок легкий	1650	90	Грунтовая
13	60000	15	Суглинок тяжелый	1750	120	Асфальтовая
14	20000	8	Глина жирная мягкая	1800	150	Гравийная
15	33000	12	Глина с примесью гравия	1950	180	Булыжная
16	10000	7,5	Супесь	1600	70	Грунтовая
17	18000	6	Суглинок легкий	1650	90	Асфальтовая
18	45000	11	Суглинок тяжелый	1500	120	Гравийная
19	7000	4	Глина жирная мягкая	1800	150	Булыжная
20	22000	7,5	Глина с примесью гравия	1950	180	Грунтовая
21	75000	14	Супесь	1600	70	Асфальтовая
22	36000	12	Суглинок легкий	1650	90	Гравийная
23	80000	17	Суглинок тяжелый	1750	120	Булыжная
24	50000	10	Глина жирная мягкая	1800	150	Грунтовая
25	92000	25	Глина с примесью гравия	1950	180	Асфальтовая
26	40000	9	Супесь	1600	70	Гравийная
27	6000	40	Суглинок легкий	1650	90	Булыжная
28	31000	18	Суглинок тяжелый	1750	120	Грунтовая
29	25000	6	Глина жирная мягкая	1800	150	Асфальтовая

30	1500 0	8,5	Глина с примесью гравия	1950	180	Гравийная
----	-----------	-----	----------------------------	------	-----	-----------

## Практическая работа № 13

### «Технология производства бетонных работ»

Цель: Знать общее устройство ЦБЗ, технологию выполнения работ и умение производить технологические расчеты.



#### Ход работы:

1. Часовая производительность бетонного завода (узла)  $P_{\text{ч}}$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) определяется по формуле:

$$P_{\text{ч}} = (V_{\text{б}} k_{\text{н}}) / (m n - t - k_{\text{в}}),$$

где  $V_{\text{б}}$  - годовой объем бетонной смеси,  $\text{м}^3$ ;

$k_{\text{н}}$  - коэффициент неравномерности производства бетона ( $k_{\text{н}} = 1,2 \dots 1,4$ );  $m$  - количество рабочих месяцев;

$n$  - количество рабочих дней в месяце;  $t$  - количество часов работы в сутки;

$k_{\text{в}}$  - коэффициент использования рабочего времени часа ( $k_{\text{в}} = 0,8 \dots 0,9$ ).

2. Подбор бетоносмесителя (приложение табл. 9).

При подборе бетоносмесителя исходят из следующей зависимости:

$$N_{\text{б}} \geq P_{\text{ч}} / P_{\text{б}} > 2,$$

где  $N_{\text{б}}$  - число бетоносмесителей;

$P_{\text{б}}$  - часовая производительность бетоносмесителя,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Часовая производительность бетоносмесителя определяется по формуле:

$$P_{\text{б}} = U_{\text{б}} - p_3 / 1000,$$

где  $U_{\text{б}}$  - объем готового замеса



бетоносмесителя, л; Пз-  
число замесов (циклов)  
в час.

3. Количество материалов  $V_M$  ( $m^3$ , т) для работы бетонного завода (узла) с учетом запаса определяют по формуле:

Таблица значений состава бетона

Вид крупного заполнителя	Водоцементное отношение В/Ц	Состав бетона по объему	Расход материала на 1 м <sup>3</sup> бетона			
			цемент, кг	песок, м <sup>3</sup>	крупный заполнитель, м <sup>3</sup>	вода, л
Гравий	0,5	1:1,4:3,1	320	0,37	0,83	160
Щебень		1:1,6:3,1	360	0,46	0,89	180
Гравий	0,55	1:1,7:3,4	290	0,42	0,83	160
Щебень		1:1,8:3,3	328	0,49	0,90	180
Гравий	0,6	1:1,9:3,6	266	0,42	0,80	160
Щебень		1:2,1:3,5	300	0,52	0,87	180
Гравий	0,65	1:2,1:4,0	246	0,43	0,82	160
Щебень		1:2,3:3,7	276	0,53	0,85	180

Вид крупного заполнителя	Водоцементное отношение	Состав бетона по объему	Расход материала на 1 м <sup>3</sup> бетона			
			цемент, кг	песок, м <sup>3</sup>	крупный заполнитель, м <sup>3</sup>	вода, л
Гравий	0,7	1:2,3:4,3	228	0,44	0,83	160
Щебень		1:2,6:3,8	258	0,56	0,81	180
Гравий	0,75	1:2,6:4,5	214	0,47	0,81	160
Щебень		1:2,9:4,0	240	0,59	0,82	180
Гравий	0,8	1:2,8:4,8	200	0,47	0,80	160
Щебень		1:3,1:4,2	255	0,58	0,79	180

4. Горизонтальный транспорт бетонной смеси.

а) производительность автомобиля на транспорте бетонной смеси  $\Pi_a$  ( $m^3/ч$ ) определяется по формуле:

$$\Pi_a = Q_a / T,$$

где  $Q_a$  - вместимость кузова автомобиля,  $m^3$ ;

$T$  - продолжительность одного цикла работы автомобиля-самосвала, ч.

$$Q_a = G_a / \gamma,$$

где  $G_a$  - грузоподъемность автомобиля-самосвала, т

(приложение табл. 4);  $\gamma$  - плотность бетонной смеси,  $t/m^3$ .

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5,$$

где  $t_1$  - продолжительность подачи самосвала под загрузку (2...3 мин);  $t_2$  - время наполнения кузова самосвала, мин;

$t_3$  - продолжительность груженого хода автомобиля самосвала, мин;

$t_4$  - продолжительность разгрузки автомобиля-самосвала (4...5 мин);  $t_5$  - продолжительность порожнего хода автомобиля-самосвала, мин.

б) потребное количество автомобилей самосвалов ( $N_a$ ) определяется по формуле:

$$N_a = \Pi_ч / \Pi_a$$

*По окончании расчетов сделать вывод:* какие факторы (показатели) влияют на производительность бетоносмесителя и автомобиля-самосвала.

### Исходные данные к практической работе

№ варианта	Продолжительность работ			Годовой объем производства, м <sup>3</sup>	В/Ц	Плотность бетонной смеси, кг/м <sup>3</sup>	Дальность вывозки бетона, км	Запас материалов, сут		
	Месяцев в году	Дней в месяце	Смен в сутки					цемент	песок	щебень (гравий)
1	6	25	1	36000	0,5	2100	25	4	5	6
2	5	24	2	54000	0,6	2250	15	5	6	7
3	7	23	1	44000	0,7	2400	20	2	3	4
4	9	22	2	72000	0,55	2500	10	6	7	8
5	4	26	1	30000	0,65	2350	17	7	8	9
6	8	25	2	65000	0,75	2250	22	5	4	3
7	6	24	1	48000	0,8	2110	13	4	6	5
8	5	23	2	35000	0,5	2300	18	4	5	6
9	7	22	1	50000	0,6	2400	30	5	6	7
10	9	26	2	42000	0,7	2350	27	2	3	4
11	4	25	1	70000	0,55	2500	25	6	7	8
12	8	24	2	66000	0,65	2150	15	7	8	9
13	6	23	1	36000	0,75	2100	20	5	4	3
14	5	22	2	54000	0,8	2450	10	4	6	5
15	7	26	1	44000	0,5	2300	17	4	5	6
16	9	25	2	72000	0,6	2400	22	5	6	7
17	4	24	1	30000	0,7	2500	13	2	3	4
18	8	23	2	65000	0,55	2250	18	6	7	8
19	6	22	1	48000	0,65	2300	30	7	8	9
20	5	26	2	35000	0,75	2450	27	5	4	3
21	7	25	1	50000	0,8	2150	25	4	6	5
22	9	24	2	42000	0,5	2200	15	4	5	6

23	4	23	1	70000	0,6	2300	20	5	6	7
24	8	22	2	66000	0,7	2550	10	2	3	4
25	6	26	1	36000	0,55	2350	17	6	7	8
26	5	25	2	54000	0,65	2150	22	7	8	9
27	7	24	1	44000	0,75	2100	13	5	4	3
28	9	23	2	72000	0,8	2500	18	4	6	5
29	4	22	1	30000	0,5	2400	30	5	6	7
30	8	26	2	65000	0,6	2350	27	2	3	4

## Список литературы

1. Иванов, В. П. Техническая эксплуатация автомобилей. Дипломное проектирование : учебное пособие / В. П. Иванов. — Минск : Вышэйшая школа, 2019. — 216 с. — ISBN 978-985-06-2575-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/48019.html>
2. Сеницын, А. К. Основы технической эксплуатации автомобилей : учебное пособие / А. К. Сеницын. — М. : Российский университет дружбы народов, 2018. — 284 с. — ISBN 978-5-209-03531-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/11545.html>
3. Фирсов, А. И. Безопасная эксплуатация строительных машин и оборудования : учебное пособие / А. И. Фирсов. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 99 с. — ISBN 978-5-528-00182-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/80884.html>
4. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: учебник для студ. учреждений высш. образования / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке, — 4-е изд., перераб. — М.: Издательский центр «Академия», 2016. — 352с.

### Интернет-ресурсы:

1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Электронная библиотека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://window.edu.ru/window>, свободный. — Загл. с экрана.
2. Российская национальная библиотека [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://nlr.ru/lawcenter>, свободный. — Загл. с экрана.
3. Электронные библиотеки России /pdf учебники студентам [Электронный ресурс]. — Режим доступа : [http://www.gaudeamus.omskcity.com/my\\_PDF\\_library.html](http://www.gaudeamus.omskcity.com/my_PDF_library.html), свободный. — Загл. с экрана.