

Министерство высшего и среднего специального образования  
Республики Узбекистан  
Ташкентский Автомобильно-Дорожный Институт

### Конспект лекций

По дисциплине «Транспортно-эксплуатационные качества  
автомобильных дорог» для магистров специальности 5А5212203  
«Организация перевозок на транспорте и управление (по видам  
транспорта)»

В конспекте лекций по дисциплине «Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог» для магистров специальности 5А5212203 «Организация перевозок на транспорте и управление (по видам транспорта)» подробно освещены вопросы оценки транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги, способы их повышения, составление технического паспорта автомобильной дороги, выбор мероприятий, направленных на повышение безопасности движения.

Конспект лекции рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Харакат хавфсизлигини ташкил этиш», протокол №9 от 19 декабря 2006г.

Зав. кафедрой

К.Х.Азизов

Составители: к.т.н., проф. К.Х.Азизов  
к.т.н., доц. М. Дарабов

Рецензент д.т.н., проф. И.С.Садиков

Конспект лекции рассмотрен на заседании научно-методического совета кафедр специальных дисциплин протокол № \_\_\_\_\_ 2007г.

Председатель НМСКСД

проф. М.З.Мусажионов

Выходные данные:

Заказ \_\_\_\_\_

Формат \_\_\_\_\_

Объем \_\_\_\_\_

Тираж \_\_\_\_\_

Множительный участок ТАДИ

## Лекция 1. Воздействие автомобиля на дорогу.

### План

1. Особенности взаимодействия дороги и автомобиля.
2. Силы, действующие от колеса автомобиля на дорожное покрытие.
3. Прочность и деформация дорожной одежды.
4. Виды деформаций покрытия и разрушений дорожной одежды.

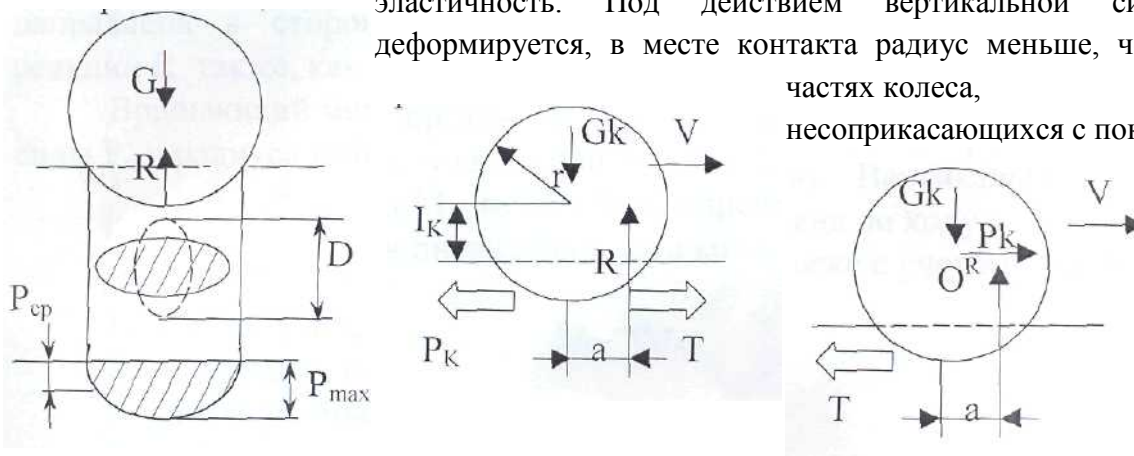
Ключевые слова: контакт шины колеса; площадь следа; площадь отпечатка; вращающий момент; коэффициент сцепления; деформация дорожного покрытия; разрушения, износ, шелушение, выкрашивание, обламывание кромок; волны; гребенка; сдвиги; вмятины; трещины; колеи; выбоины; повреждение кромок швов.

При движении автомобиля вдоль дороги происходит его пространственное перемещение как поступательное, так и вращательное, При этом возникают вертикальные силы, вызывающие деформацию дорожного покрытия, а также касательные усилия, наиболее значительные при разгоне и торможении автомобиля в зоне контакта шины колеса с покрытием, вызывающие относительные смещения верхних слоев дорожного покрытия.

Особенно сложным является движение автомобиля на подходах к кривым в плане и на самих кривых, в пределах которых автомобиль совершает вращательное движение вокруг вертикальной оси. На этих участках возникают боковые силы, действующие как на автомобиль так и на верхний слой дорожного покрытия и оказывающие большое влияние на устойчивость автомобиля. В связи с этим кривые в плане и подходы к ним проектирует, в первую очередь, из условия обеспечения устойчивого движения автомобиля, предупреждения его опрокидывания и заноса. Таким образом, при движении автомобиля по дороге действует система сил, различных по направлению и величине.

При движении автомобиля по дороге в зоне контакта шины колеса с дорожным покрытием возникают динамические силы, значение которых зависит от типа автомобиля, шины колеса, нагрузки, погодных-климатических условий и др.

На стоящее колесо автомобиля действует только одна сила - вес автомобиля, приходящийся на это колесо. Особенностью автомобильного колеса является его эластичность. Под действием вертикальной силы колесо деформируется, в месте контакта радиус меньше, чем в других частях колеса, несоприкасающихся с покрытием.



**Рис 1.** Схема сил, действующих на покрытие дороги; а - стоящее колесо; б - ведущее колесо; в - ведомое колесо.

Площадь следа  $S$  - колеса меняется в пределах 250-1000см<sup>2</sup>. Для одного и того же автомобиля значение  $S$  зависит от нагрузки на колесо.

$$S=G/P,$$

где  $G$ -вес автомобиля, приходящийся на колесо, Н;

$p$  - давление, Па.

Значение  $p$  не должно превышать 0,55 Мпа на дорогах III-V категории и 0,65 Мпа на дорогах I - II категории.

Различают площадь отпечатка по контуру в форме эллипс ( $a$ ) и по выступам рисунка протектора. При определении среднего давления в расчет принимают площадь отпечатка по выступам протектора. При расчете дорожной одежды для вычисления  $p$  условно принимают площадь отпечатка в виде круга диаметром  $D$ , равновеликую площади эллипса:

$$D = 11.3 \sqrt{G/0.1p}$$

В большинстве автомобилей имеются ведущие и ведомые колеса. К ведущим колесам подается вращающий момент  $M_{вр}$  от двигателя автомобиля:

$$M_{вр} = M_{дв} n_k n_r \eta$$

где  $M_{дв}$ - вращающий момент на коленчатом валу двигателя;

$n_k$  - передаточное число коробки передач;

$n_r$  - передаточное число главной передачи;

$\eta$  - коэф.полезного действия главной передачи.

Действие вращающего момента  $M_{вр}$  вызывает в зоне контакта  $P_k$ . направленный в сторону, обратную движения (б). Сила  $P_k$  вызывает горизонтальную силу реакции  $T$ , представляющую собой силу трения плоскости контакта колеса с покрытием. При этом  $T=P_k$ .

При действием вертикальной силы  $G$  возникает сила реакции  $\Pi$ , которая располагается на расстоянии «а» впереди по ходу движения автомобиля. Значение  $G_k$  составляет: для грузовых автомобилей(0,65,,,0,7)0; для легковых (0,5,,,0,55)0, где -  $G$  общий вес автомобиля, Н.

На ведомое колесо (в) действует сила тяги. Горизонтальная реакция  $T=P_k$  направлена в сторону, противоположную движению. Вертикальная сила реакции  $R$  также, как и в случае ведущего колеса, смещена по ходу движения.

Вращающий момент  $M_{вр}$  может быть определен также с учетом окружной силы  $P_k$  и радиуса качения пневматического колеса  $r_k$ .

$$M_{вр} = P_k r_k$$

При этом  $r_k = \lambda r$ ,

Где  $r$  - радиус недеформированного колеса;

$\lambda$  - коэф.уменьшения радиуса колеса в зависимости от жесткости шин  $\lambda = (0,93...0,96)$ .

В этой точке  $O$  - мгновенном центре скоростей - приложена сила трения (сцепления) колеса с поверхностью дороги.

Можно записать  $R=G_k$ ,  $M_{вр} = Tr_k + R_a$ ,

откуда  $T = M_{вр}/r_k - R(a/r_k)$ ,

Так как  $M_{вр}/r_k = P_k$ , то  $T = P_k - G_k(a/r_k)$ .

Обозначим:  $r_k = f$ ,  $G_k(a/r_k) = G_k f = P_f$

Отсюда  $T = P_k - P_f$

Для ведомого колеса будем иметь (в)

$$G_k = R, P_k = T, R_a = P_k r_k$$

$$\text{Отсюда } P_k = R(a/r_k), R = G_k P_k = G_k f; P_k - P_f,$$

где  $P_f$  — сила сопротивления по качению,

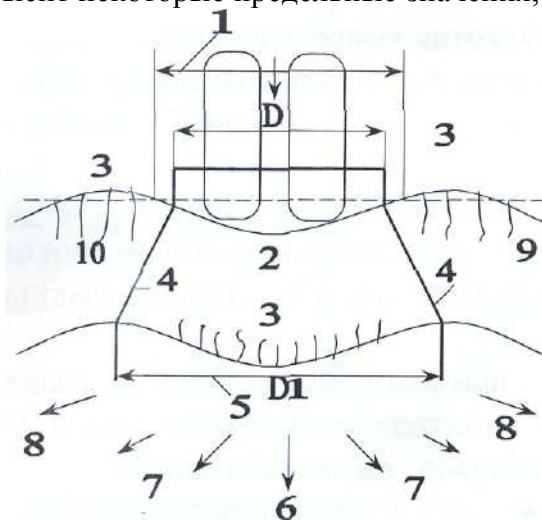
$f$  — коэффициент сопротивления по качению.

Коэффициент сцепления  $\varphi$  - это отношение максимального значения силы тяги на ободу колеса к сцепному весу автомобиля.

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

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

1. Если нагрузка невелика, основа дорожной одежды и земляного полотна хорошо уплотнены, то дорожная одежда не разрушается и происходят только упругие деформации, т.е. после проезда автомобиля возвращается в прежнее положение.
2. При возрастании нагрузки или при временном снижении прочности фунтов основания в весенний или осенний периоды возникают постепенно накапливающиеся пластические малые деформации.
3. В случае, если их суммарное значение за период ослабленного состояния дорожной одежды превысит некоторые предельные значения, дорожная одежда разрушается.



**Рис 2.** Вид деформаций и разрушений дорожной одежды (по В.Ф. Бабкову) 1 - чаша прогиба; 2 - зона сжатия одежды; 3 - зона растяжения; 4-поверхность среза одежды; 5 - площадь передачи давления на грунт; 6 -уплотнение грунта в основании дорожной одежды; 7 - направление выгибания грунта; 9 - трещина в дорожной одежде; 10 - деформация дорожной одежды.

При действии нагрузки происходит сжатие 2 и доуплотнение дорожной одежды, а в нижней части дорожной одежды - растяжение 3.

При превышении предельной прочности материалов верхних или нижних слоев дорожной одежды образуется трещина. По периметру зоны контакта шины колеса с покрытием действуют срезающие напряжения 4, которые могут приводить при

слабом основании и тонкой дорожной одежде к ее пролому или выплыванию отдельных ее частей.

В нижних слоях дорожных одежд из малосвязанных и несвязанных материалов и в грунтовых основаниях могут возникать необратимые деформации (так называемые течения), развитие которых приводит к накоплению деформации дорожной одежды и ее разрушению.

Основными видами деформации и разрушения дорожной одежды являются:

**Износ** (стирание) представляющий уменьшение толщины покрытия за счет потери материала в процессе эксплуатации под действием колес и погодных факторов.

**Шелушение**-обнажение поверхности покрытия за счет отделения поверхности тонких пленок и чешуек материала покрытия, разрушенного воздействием воды и мороза.

**Выкрашивание**- разрушение покрытия за счет потери им отдельных зерен гравийного и щебеночного материала.

**Обламывание кромок** разрушение покрытия (особенно нежестких) в местах сопряжения их с обочинами при переезде тяжелых автомобилей через кромку.

**Волны**- деформации асфальтобетонных покрытий, обладающих пластичностью.

**Гребенка**- разрушение гравийных и щебеночных покрытий под действием движения тяжелых грузовых автомобилей.

**Сдвиги**- деформации, которые происходят при действии касательных сил от колеса автомобиля. Сдвиги являются причиной отсутствия связи верхнего слоя с нижним.

**Вмятины**- углубления в пластических покрытиях, появляющиеся при прохождении по ним машин или автомобилей в жаркую погоду.

**Трещины**- деформации, обычно вызываемые резкими температурными изменениями.

**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 колеса автомобиля из-за недостаточной сдвигоустойчивости асфальтобетона.

**Выбоины** углубления со сравнительно крутыми краями, образовавшиеся в результате местного разрушения материала покрытия.

**Повреждение кромок швов** разрушение кромок швов в виде сколов и выкрашивание бетона в зоне до 15-20 см от шва.

### **Контрольные вопросы**

1. В чем заключается сложность движения автомобиля на характерных участках дорог.
2. Что возникает в результате контакта шины автомобиля с дорогой.
3. Объясните схему действия сил на покрытие дороги.
4. В чем заключается значение ведущего колеса автомобиля.
5. Что понимается под коэффициентом сцепления.
6. Какие бывают виды деформаций дорожной одежды.
7. Как понимаете повторы прочности дорожной одежды.
8. Какие виды разрушения дорожной одежды вы знаете.
9. В результате чего появляется шелушение.
10. Укажите причины возникновения волн на автомобильных дорогах.

## Лекция 2 . Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог.

План:

1. Показатели транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги.
2. Показатели, характеризующие технико-эксплуатационных качества дорожной одежды и земляного потока.
3. Показатели, характеризующие общее состояние автомобильной дороги и условия движения по ней.

Ключевые слова: интенсивность движения, состав движения, пропускная способность движения, провозная способность, скорость движения, прочность дорожной одежды, шероховатость дорожной одежды, коэффициент сцепления, работоспособность дорожной одежды, износостойкость покрытия, надежность дороги, проезжаемость дороги, срок службы, относительная аварийность, коэффициент безопасности.

Транспортно-эксплуатационные качества автомобильной дороги – комплекс показателей, характеризующих работу автомобильных дорог как транспортного сооружения: скорость, интенсивность и состав движения, пропускную и провозную способность, уровень аварийности, качество дорожного покрытия, время сообщения, себестоимость перевозок и другие.

Требования к транспортно-эксплуатационным качествам автомобильной дороги – обеспечение безопасного и бесперебойного (а в последнее время и комфортного) движения транспортных потоков с нормативными скоростью, временем и себестоимостью перевозок. (Единство и противоречие: время, качество и стоимость).

Показатели транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги

1 Транспортная работа	2. Техничко-эксплуатационные качества дорожной одежды и земляного полотна ДО и ЗП	3. Общее состояние автомобильной дороги и условия движения по ней	4. Эффективность транспортной работы автомобильной дороги
Интенсивность движения авт/сут N	Прочность дорожной одежды и земляного полотна ДО и ЗП	Надёжность автомобильной дороги АД	Себестоимость перевозок
Объём движения авт/год		Проезжаемость автомобильной дороги АД	Дорожная составляющая себестоимости перевозок
Состав движения	Шероховатость дорожного покрытия		Срок службы автомобильной дороги АД
Грузонапряжённость тонн/год тонн*км/год G	Ровность	Относительная аварийность	Потери от ДТП
Пропускная способность тах авт/час P	Работоспособность дорожной одежды ДО	Коэффициент аварийности	
Провозная способность тонн/час пасс/час M		Коэффициент безопасности	
Коэффициент загрузки АД $Z=N/P$	Износостойкость	Обеспеченность	
Скорость движения V:			

-Расчётная	дорожного покрытия мм/год	видимости на автомобильной дороге АД
-Конструктивная		
-Мгновенная		
-Среднего сообщения		
-Техническая		
-Расчётная (при организации)		
-Оптимальная		
-Нормируемая (в т. ч. расчётная)		
Время сообщения		
Удельное время сообщения		

1 Группа: показатели транспортно-эксплуатационных качеств, характеризующие транспортную работу автомобильной дороги

Интенсивность движения (N) [авт/час; авт/сутки] – количество автомобилей, проходящих через некоторое сечение автомобильной дороги за единицу времени (час, сутки). Изменяется во времени в течение часа, суток, недели, месяца, года.

В зависимости от интенсивности движения устанавливается категория автомобильной дороги, принимаются сроки выполнения ремонта дороги, мероприятия по организации движения.

Объём движения [авт/месяц; авт/год] – суммарное количество автомобилей, прошедшее через данный участок дороги за определённый период времени.

Состав движения – распределение в процентном отношении всего транспортного потока по видам транспортных средств: легковые автомобили, автобусы, грузовые автомобили (лёгкие, средние, тяжёлые). Все из перечисленных видов автомобилей приводятся к расчётному посредством коэффициента приведения.

Грузонапряжённость автомобильной дороги (G)

-брутто [тонн/год; тонн/сутки] – суммарная масса грузов и транспортных средств, прошедших по данному участку автомобильной дороги в обоих направлениях в год (сутки);  
-нетто [тонн\*км] – общая масса грузов, перевезённых в единицу времени на единицу пути в год (сутки).

Пропускная способность автомобильной дороги (P) [авт/час] – максимальное количество автомобилей, которое может пропустить данный участок автомобильной дороги или автомобильная дорога в целом в единицу времени. Учитывается при проектировании поперечного профиля и геометрических элементов автомобильной дороги.

Провозная способность автомобильной дороги (M) [тонн/час; пасс/час] – максимальная масса грузов или количество пассажиров, которые могут быть перевезены через данный участок автомобильной дороги в единицу времени.

Коэффициент загрузки дороги движением (Z) – отношение интенсивности движения к пропускной способности рассматриваемого участка автомобильной дороги.



$$Z = N/P$$

Применяется при расчёте числа полос движения и размеров геометрических элементов автомобильной дороги.

Скорость движения ( $V$ ) [км/час; м/с] – Важнейший качественный показатель транспортной работы автомобильной дороги и её состояния.

В зависимости от целей и решаемых задач, различают несколько видов скоростей.

Расчётная скорость – максимальная безопасная скорость движения одиночного автомобиля на сухом покрытии при достаточном расстоянии видимости, допускаемая на автомобильной дороге рассматриваемой категории. Ориентируясь на значение этой скорости, проектируют все геометрические элементы автомобильной дороги, в первую очередь плана трассы, продольного и поперечного профилей.

Конструктивная скорость – максимальная скорость, развиваемая автомобилем данной конструкции. Зависит от типа автомобиля, мощности двигателя, его аэродинамических качеств.

Мгновенная скорость движения – скорость одиночных автомобилей (или потока) в конкретных (малых) створах автомобильной дороги в рассматриваемый промежуток времени.

Характеризуют фактические условия движения в конкретном месте автомобильной дороги и в заданный момент времени.

Скорость сообщения – показывает среднюю скорость на данном маршруте с учётом задержек на пересечениях, железнодорожных переездах и взаимного влияния автомобилей в потоке.

Является основным показателем транспортной работы автомобильной дороги. Лежит в основе технико-экономического обоснования (ТЭО) мероприятий по улучшению условий движения.

Техническая скорость – средняя скорость на данном маршруте без учёта задержек на пересечениях, железнодорожных переездах и т. д., и определяется в основном геометрическими размерами элементов автомобильной дороги.

Исходя из значения этого показателя, оцениваются условия движения на отдельных маршрутах и влияние дорожных условий на скорость движения. Техническая скорость зависит от состава движения.

Расчётная скорость (принимаемая при организации движения) – скорость, исходя из значения которой, рассчитывают работу всех систем управления дорожного движения, выбирают дорожные знаки и размеры элементов разметки. Ограничения минимальной или максимальной скоростей также относятся к расчётной скорости, принимаемой при организации движения.

Оптимальная скорость – скорость движения, при которой обеспечиваются наиболее эффективные условия транспортной работы автомобильной дороги и автомобильного транспорта, а также благоприятные условия для работы водителей.

Нормируемая скорость – принимается как стандартная при технических или технико-экономических расчётах. Расчётная скорость относится к нормируемой. К нормируемой скорости, например, относится скорость сообщения общественного транспорта.

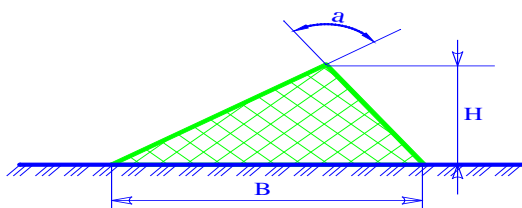
Время сообщения – продолжительность движения по рассматриваемому маршруту (автомобильной дороге) без учёта остановок в пути, учётом задержек в том числе на перекрёстках.

Удельное время сообщения (темп движения) [мин/км] – средняя продолжительность (в минутах) проезда одного км автомобильной дороги транспортным потоком, определяется на основе средней скорости сообщения.

2 Группа: показатели транспортно эксплуатационных качеств, характеризующие технико-эксплуатационные качества дорожной одежды и земляного полотна

Прочность дорожной одежды и земляного полотна – характеристика несущей способности дорожной одежды, рассматриваемой конструкции. Оценивается модулем упругости  $E$  (МПа).

Шероховатость дорожного покрытия – наличие на поверхности покрытия малых неровностей, не отражающихся на деформации шины и обеспечивающих коэффициент сцепления с шиной. Определяется размером микровыступов и остротой угла микровыступа.



Ровность дорожного покрытия ( $S$ ) – качественное состояние поверхности проезжей части, обеспечивающее высокие транспортно-эксплуатационные свойства автомобильной дороги (безопасность, комфортабельность). Оценивается по сравнению с установленными колебаниями по высоте в продольном и поперечных профилях. Измерение ровности производится трёхметровой рейкой или амплитудным методом с помощью специальных геодезических инструментов.

Коэффициент сцепления шины колеса автомобиля с дорожным покрытием.  $j$  – показатель сцепных качеств дорожного покрытия. Представляет собой отношение тягового усилия на ободу ведущего колеса к вертикальной нагрузке на колесо, при котором начинается проскальзывание (пробуксовывание) колеса.

Работоспособность дорожной одежды [брутто-тонн] – эксплуатационный показатель автомобильной дороги, показывающий суммарную массу пропущенных по дороге транспортных средств между капитальными ремонтами.

Износостойкость дорожного покрытия [мм/год] – показатель, характеризующий устойчивость дорожного покрытия к воздействию автомобильного движения.

3 Группа: показатели транспортно-эксплуатационных качеств, характеризующие общее состояние автомобильной дороги и условия движения по ней

Надёжность автомобильной дороги – показатель, характеризующий вероятность безотказной работы автомобильной дороги, с точки зрения обеспечения прочности, пропускной способности, расчётной скорости и др.

Срок службы автомобильной дороги – период времени от сдачи построенной дороги в эксплуатацию до её реконструкции или капитального ремонта.

Относительная аварийность – показатель, характеризующий уровень аварийности на автомобильной дороге. Выражается в количестве ДТП на 1 млн. прошедших автомобилей. Позволяет оценить степень опасности отдельных участков автомобильной дороги.

Коэффициент аварийности ( $K_{ав}$ ) – безразмерный показатель, применяемый для выявления опасных участков автомобильной дороги при различных условиях движения.

Представляет собой отношение числа ДТП на 1 млн. км. суммарного пробега автомобилей на каком-либо участке к числу ДТП на горизонтальном прямом участке с ровным, шероховатым покрытием, шириной 7,5 м и укрепленными обочинами.

Коэффициент безопасности ( $K_{без}$ ) – показатель, характеризующий опасность отдельных участков автомобильной дороги на основе изменения на них скоростного режима движения.

Представляет собой отношение скоростей на смежных участках.

$$K_{без} = V_{на\ участке} / V_{на\ въезде}$$

Обеспеченность видимости на автомобильной дороге [%] – показатель, характеризующий количество участков с необеспеченной видимостью по отношению к протяженности автомобильной дороги.

4 Группа: показатели транспортно-эксплуатационных качеств, характеризующие эффективность транспортной работы автомобильной дороги

Себестоимость перевозок [руб/1тонн\*км; руб/1авт\*час; руб/1авт\*км] – показатель эффективности работы автотранспорта в рассматриваемых дорожных условиях.

Дорожная составляющая себестоимости перевозок – условный показатель, характеризующий долю расходов на ремонт и содержание автомобильных дорог в общей себестоимости перевозок.

Транспортная составляющая себестоимости перевозок – характеризует долю расходов автомобильного транспорта (транспортных средств) по обеспечению перевозок грузов и пассажиров.

Потери от ДТП – показатель, характеризующий потери народного хозяйства страны от гибели и ранения людей, порчи грузов и автомобилей.

На основе оценки транспортно-эксплуатационных качеств автомобильной дороги вырабатываются мероприятия по повышению тех или иных параметров, не удовлетворяющих нормам.

Контрольные вопросы.

1. Какими показателями оценивается ТЭКАД, характеризующей транспортной работой дороги?
2. Какими показателями характеризуется ТЭКАД, характеризующий дорожную одежду и земляное полотно?
3. Какими показателями оценивается общее состояние дороги?
4. Какими показателями оценивается эффективность транспортной работы дороги?

### Лекция 3. Требования к транспортно-эксплуатационным показателям качества автомобильных дорог.

План:

1. Требования, предъявляемые к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог.
2. Методы контроля транспортно-эксплуатационных качеств автомобильных дорог.
3. Мероприятия по повышению показателей, характеризующих транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог.

Ключевые слова: покрытие проезжей части, ровность покрытия, коэффициент сцепления, видимость в плане, методы контроля, скорость движения, коэффициент безопасности, коэффициент аварийности, прочность дорожной одежды.

ГОСТ Р 50597-93 "Требования к эксплуатационному состоянию допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения"

Указанный ГОСТ объединяет все виды автомобильных дорог (международные, государственные, местные) в три группы, и распространяет на них своё действие.

Группа АД	Интенсивность движения авт/сут	Для городов и населённых пунктов
А	>3000	Магистральные автомобильные дороги скоростного движения, магистральные улицы общегородского значения непрерывного движения.
Б	1000-3000	Магистральные автомобильные дороги регулируемого движения, магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения, дороги районного значения
В	<1000	Улицы и дороги местного значения

При этом в разделе "область применения" отмечается два основных положения:

- требования стандарта должны обеспечиваться организациями, в ведении которых находятся автомобильные дороги по вышеуказанной классификации;

- в случае, когда транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги не отвечает требованиям указанного стандарта, на них должны вводиться временные ограничения, обеспечивающие безопасность движения, вплоть до полного запрещения движения.

Требования к транспортно-эксплуатационному состоянию автомобильных дорог по ГОСТ Р 50597-93 "Требования к эксплуатационному состоянию допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения"

## 1. Автомобильная дорога в пределах полосы отвода

Проезжая часть, тротуары, пешеходные и велосипедные дорожки, посадочные площадки, остановочные пункты, разделительные полосы, откосы, обочины должны быть чистыми, без посторонних предметов, не имеющих отношения к их обустройству.

## 2 Покрытие проезжей части

2.1 Проезжая часть не должна иметь просядок, выбоин, иных повреждений, затрудняющих движение транспортных средств, с разрешённой правилами дорожного движения скоростью.

В этом разделе оговариваются предельно-допустимые повреждения покрытия и сроки их ликвидации.

Группа АД	Повреждения м <sup>2</sup> на 1000 м <sup>2</sup> покрытия не более	Сроки ликвидации повреждений, сут. не более
А	0,3 (1,5)	5
Б	1,5 (3,5)	7
В	2,5 (7,0)	10

Значение в скобках для весеннего периода.

Сроки ликвидации указаны для строительного сезона для конкретных видов работ.

Предельные размеры отдельных просядок, выбоин и т.п. не должны превышать по длине – 15 см, ширине 60 см, глубине 5 см.

2.2 Ровность покрытия проезжей части должна соответствовать следующим требованиям:

Группа АД	Ровность	
	По ПКРС-2 см/км, менее	Число просветов под трёхметровой рейкой, % не более
А	660	7
Б	860	9
В	1200	14

## 2.3 Коэффициент сцепления

По прибору ПКРС-2 должен обеспечивать безопасность движения с разрешённой правилами скоростью 0,3 для шины без рисунка протектора  
0,4 для шины с рисунком протектора

Сроки повышения коэффициента сцепления в зависимости от причин устанавливаются с момента обнаружения и не должны превышать:

Причина	Время ликвидации, суток, не более
1. Выпотевание битума	4
2. Загрязнение	5
3. Шероховатость	15

2.4 Сроки ликвидации зимней скользкости и снегоочистки для каждой группы автомобильных дорог следующие:

Группа АД	Время ликвидации, часов, зимней скользкости и снегоочистки не более
А	4
Б	5
В	6

Ликвидация скользкости – с момента обнаружения до полной ликвидации.

Снегоочистка – с момента окончания снегопада или метели.

Снегоочистка осуществляется в следующей последовательности: проезжая часть > остановочные пункты > тротуары > площадки для стоянки и остановки транспортных средств.

Снег убирают в лотки или на разделительную полосу в виде снежных валов с разрывами в 2-2,5 м.

Формирование снежных валов не допускается:

-на пересечениях с другими автомобильными дорогами и железнодорожных пересечениях в одном уровне в пределах треугольника видимости;

-ближе 5 метров от пешеходного перехода;

-ближе 20 метров от остановки;

-на автомобильных дорогах, оборудованных ограждениями или повышенным бордюром;

-на тротуарах;

### 2.5 Инженерные коммуникации (элементы на проезжей части)

Отметки крышек люков смотровых колодцев не должны отличаться от отметок проезжей части более чем на 2 см.

Отметки решёток дождеприёмников не должны отличаться от отметок проезжей части более чем на 3 см.

Данные дефекты должны устраняться в течение суток.

Разрушение или отсутствие крышки люка или решётки дождеприёмника должно устраняться не более чем через 3 часа после обнаружения.

Отметка головки рельса на переезде трамвайного или железнодорожного пути не должна отличаться более чем на 2 см от отметки проезжей части.

Отметки настила между рельсами не должны превышать отметок головки рельса более чем на 3 см.

Глубина неровностей в межрельсовом пространстве не должна превышать 4 см.

Вышеперечисленные дефекты устраняются в течение двух суток с момента обнаружения.

### 3 Обочины и разделительные полосы

При отсутствии бордюра, отметка кромки проезжей части не должна превышать отметку кромки обочины более чем на 4 см. При этом возвышение обочины над уровнем кромки проезжей части не допускается.

Укрепительные полосы по предельно допустимым разрушениям должны соответствовать требованиям к покрытиям. Повреждения укрепительных полос устраняются в течение 14 суток.

Повреждение грунтовых обочин (разделительных полос) не должны превышать:

Группа АД	Повреждения м <sup>2</sup> на 1000 м <sup>2</sup> по не более	Глубина, см, не более
А	5	5
Б	7	7
В	15	10

#### 4 Видимость в плане

На пересечениях автомобильных дорог в одном уровне при отсутствии застройки видимость в плане должна соответствовать требованиям СНиП.

На охраняемых железнодорожных переездах, водителям, находящимся на удалении не более 50 м от ближнего рельса, должна обеспечиваться видимость поезда с любой стороны в зависимости от скорости движения:

Скорость движения поезда, км/ч	121-140	81-120	41-80	26-40	25 и менее
Расстояние видимости, м, не менее	500	400	250	150	100

Кроме того, в ГОСТе приведены требования к техническим средствам организации дорожного движения:

- дорожным знакам;
- дорожной разметке;
- дорожным светофорам;
- дорожным ограждениям и бортовому камню;
- сигнальным столбикам и маякам;
- наружному освещению.

#### Методы контроля

Сцепление и ровность – ПКРС, ППК-МАДИ-ВНИИБД, трёхметровая рейка в соответствии с инструкциями.

Линейные параметры – линейки, рулетки (метрологическая проверка)

Требования к транспортно-эксплуатационному состоянию автомобильных дорог по ВСН 24-88 "Технические правила ремонта и содержания автомобильных дорог".

К основным параметрам транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог отнесены: скорость, пропускная способность, уровень загрузки, непрерывность, безопасность и комфортность движения.

Геометрические параметры: ширина проезжей части, укрепительных полос, обочин, продольные уклоны, уклоны виражей, расстояние видимости, радиусы кривых в плане и профиле.

Прочность и состояние проезжей части и обочин.

Ровность и сцепление проезжей части и обочин.

Состояние земляного полотна.

Состояние и работоспособность водоотвода.

Габариты, грузоподъёмность и состояние мостов, путепроводов и других искусственных сооружений.

Состояние элементов инженерного оборудования и обустройства автомобильной дороги.

Скорость движения оценивается эксплуатационным коэффициентом обеспеченности расчётной скорости  $K_{рсэ}$ .

$$K_{рсэ} = V_{ф \max} / V_p$$

$V_{ф \max}$  – фактическая максимальная скорость;

$V_p$  – расчётная скорость по нормам проектирования.

В благоприятных погодных условиях транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги должно обеспечивать безопасное движение одиночного автомобиля с максимальной скоростью, близкой к расчётной:

$$K_{рсэ} = 1$$

При неблагоприятных погодных условиях допускается снижение не ниже рекомендованных ВСН 24-88.

Участки автомобильной дороги с эксплуатационным коэффициентом обеспеченности расчётной скорости  $K_{рсэ}$  равным:

0,75 – 1 – удовлетворяют транспортно-эксплуатационным требованиям;

0,5 – 0,75 – требуют усиленного содержания и последовательного улучшения;

менее 0,5 – подлежат первоочередной реконструкции.

Уровень загрузки автомобильной дороги движением ( $Z$ ) определяется как:

$$Z = N_{\text{факт прив}} / P$$

где:  $P$  – пропускная способность, авт/час;

$N_{\text{факт прив}}$  – фактическая приведённая интенсивность, авт/час.

Величина  $Z$  не должна превышать значений, приведённых в таблице:

Условия погоды и рельефа местности	Допустимые значения обеспеченной максимальной скорости движения, км, для категории дорог					
	IA	IB	II	III	IV	V
При благоприятных погодных условиях:						
а) на основном протяжении дороги	120-150	100-120	100-120	100	80	60
б) на трудных участках пересечённой местности	100-120	90-100	90-100	80	60	40
в) на трудных участках горной местности.	75-80	60	60	50	40	30
При неблагоприятных погодных условиях:						
а) на основном протяжении дороги	90-100	80-90	80-90	75	60	45
б) на трудных участках пересечённой местности	80-90	70-75	70-75	60	45	30
в) на трудных участках горной местности.	60	45	45	40	35	20
В исключительных случаях при неблагоприятных погодных условиях:						
а) на основном протяжении дороги	60-75	50-60	50-60	50	40	30
б) на трудных участках пересечённой местности	60	50	50	40	30	20



в) на трудных участках горной местности.	40	30	35	25	20	20
--	----	----	----	----	----	----

Допустимые значения скоростей установлены из условия снижения обеспечиваемой максимальной скорости по отношению к расчётной не более чем на 25% ( $K_{psc} > 0,75$ ); в осенне-весенний и зимний периоды года и, как исключение, не более чем на 50% ( $K_{psc} > 0,5$ ) во время сильных дождей, туманов, пыльных бурь, штормовых ветров, на участках пучин, а также во время гололёда, метелей и сильных снегопадов.

К трудным участкам пересечённой местности относят рельеф, прорезанный часто чередующимися глубокими долинами с разницей отметок долин и водоразделов более 50 м на расстоянии не более 0,5 км с боковыми глубокими балками и оврагами с неустойчивыми склонами. К трудным участкам горной местности относят участки перевалов через горные хребты и участки горных ущелий со сложными сильно изрезанными склонами.

Характеристика участков автомобильной дороги	Значение Z, не более
1. Подъезды к аэропортам, железнодорожным станциям. (II – III)	0,5
2. Внегородские автомагистрали (IA)	0,6
3. Входы в города, обходы, кольцевые автомобильные дороги вокруг городов (IB, II, III)	0,65
4. Автомобильные дороги II и III категорий	0,7

Допускается дополнительное увеличение значения Z но не более чем на 15% в неблагоприятные периоды года.

Показатель Z нормируется только для дорог с интенсивностью более 4 тыс. авт/сутки.

#### Показатели безопасности движения на автомобильных дорогах

Относительная аварийность – показатель, характеризующий уровень аварийности на автомобильной дороге. Выражается в количестве ДТП на 1 млн. прошедших автомобилей.

Коэффициент аварийности ( $K_{ав}$ ) – безразмерный показатель, применяемый для выявления опасных участков автомобильной дороги при различных условиях движения.

Представляет собой отношение числа ДТП на 1 млн. км. суммарного пробега автомобилей на каком-либо участке к числу ДТП на горизонтальном прямом участке с ровным, шероховатым покрытием, шириной 7,5 м и укрепленными обочинами.

Коэффициент безопасности ( $K_{без}$ ) – показатель, характеризующий опасность отдельных участков автомобильной дороги на основе изменения на них скоростного режима движения.

Представляет собой отношение скоростей на смежных участках.

Значение параметра	Степень опасности участков автомобильной дороги			
	Не опасный	Мало-опасный	Опасный	Очень опасный
Коэффициент происшествий (относительная аварийность) H	0,4	0,4-0,8	0,8-1,2	более 1,2
Коэффициент аварийности (для равнинной и холмистой местности)	0-10	10-20	20-40	более 40
Разница коэффициентов аварийности соседних участков для горной местности	20	20-40	40-100	более 100

Коэффициент безопасности

0,8

0,6-0,8

0,4-0,6

менее 0,4

На участках автомобильной дороги в равнинной и холмистой местности при коэффициенте аварийности  $K_a > 20$ , в горной местности с разницей  $K_a$  на соседних участках более 40%, или при значении коэффициента безопасности  $K_b > 0,6$ , необходимо проведение мероприятий по повышению безопасности движения.

Прочность дорожной одежды оценивается коэффициентом запаса прочности:

$$K_{пр} = E_{факт} (МПа) / E_{треб} (МПа) \geq 1$$

$E_{факт}$  – фактический модуль упругости дорожной одежды. Определяется экспериментально.

$E_{треб}$  – требуемый модуль упругости. Назначается с учётом межремонтных сроков, расчётной нагрузки, интенсивности, типа покрытия, дорожно-климатической зоны, грунтово-геологических условий, толщины дорожной одежды, её конструкции и эксплуатационной надёжности в соответствии с действующими нормами по проектированию дорожной одежды.

Ровность покрытия проезжей части автомобильной дороги оценивается коэффициентом ровности  $K_p$ , равным отношению предельно-допустимых значений к показателю фактической ровности. Коэффициент ровности  $K_p$  должен составлять более 1.

Интенсивность, авт/сутки	Категория автомобильной дороги	Тип дорожной одежды	Предельно-допустимые показатели ровности		
			ПКРС-2, см/км	по толчкомеру ТХК-2	по трёхметровой рейке, % превышения требований
>7000	I	капитальный	540	100	6
3000-7000	II	капитальный	660	120	7
1000-3000	III	капитальный облегчённый	860/1100	170/240	9/12
500-1000	IV	облегчённый	1200	265	14
200-500	IV	переходный	-	340	-
<200	V	переходный и низший	-	510	-

Требования к сцеплению и шероховатости покрытий автомобильных дорог

Состояние параметра определяется коэффициентом, равным отношению фактического коэффициента сцепления к предельно-допустимому коэффициенту сцепления:

$$K_c = K_{с факт} / K_{с допуст} > 1$$

Допустимые коэффициенты сцепления

Условия движения по СНиП	Коэффициент сцепления при скорости $V = 60$ км/ч	Средняя глубина впадин, мм, для дорожно-климатической зоны	
		1 и 5	2-4
Лёгкие	0,35/0,28	0,3	0,35
Затруднённые	0,40/0,30	0,35	0,4
Опасные	0,45/0,32	0,4	0,45

Числитель – для шины с протектором; знаменатель – без протектора. Должны соответствовать оба параметра.

Разница фактических коэффициентов сцепления по ширине проезжей части не должна превышать 0,1; коэффициентов сцепления проезжей части и обочины - 0,15.

Контрольные вопросы.

1. Какие требования предъявляются к эксплуатационному состоянию автомобильных дорог?
2. Какими методами контролируются транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог?
3. Какими показателями характеризуется безопасность движения?
4. Какие мероприятия способствуют повышению транспортно-эксплуатационных качеств?

#### Лекция 4. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. часть 1

План:

1. Геометрические параметры автомобильных дорог.
2. Транспортно-эксплуатационные показатели.
3. Показатели безопасности движения.

Ключевые слова: ширина показателей, обочин, радиус горизонтальных кривых, продольные уклоны, искусственные сооружения, ровность, шероховатость, прочность, износостойкость, интенсивность, коэффициент аварийности, коэффициент безопасности.

Критерии оценки транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог

Оценка качества автомобильных дорог осуществляется по трём группам показателей:

1. Технические показатели (геометрические характеристики)
2. Транспортно-эксплуатационные показатели
  - ровность покрытия проезжей части;
  - шероховатость покрытия проезжей части;
  - прочность дорожной одежды;
  - износостойкость покрытия проезжей части;
  - интенсивность движения;
3. Показатели безопасности движения
  - коэффициент аварийности,  $K_{ав}$ ;
  - коэффициент безопасности,  $K_{без}$ ;

Методика определения транспортно-эксплуатационных показателей

Технические показатели (геометрические характеристики) оцениваются линейками, рулетками, геодезическими инструментами (нивелир, теодолит, дальномер), и специальными техническими средствами (видеопаспортизация автомобильных дорог).

## Ровность покрытия проезжей части

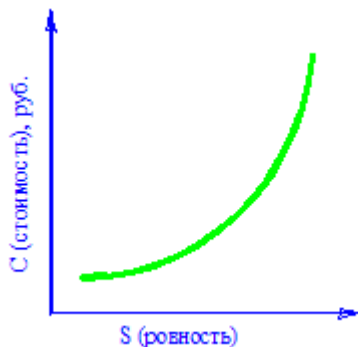
В процессе эксплуатации автомобильной дороги проезжая часть деформируется и разрушается в результате воздействия транспортных средств и природно-климатических факторов, а также вследствие нарушения норм и правил проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог.

При неудовлетворительной ровности проезжей части коэффициент сопротивления качению увеличивается, скорость движения снижается, вследствие чего увеличивается дорожная составляющая себестоимости перевозок.

При скорости 60 км/час:

-при удовлетворительной ровности, коэффициент сопротивления движению  $f = 0.02$ ;

-при неудовлетворительной ровности, коэффициент сопротивления движению  $f = 0.12$ ;

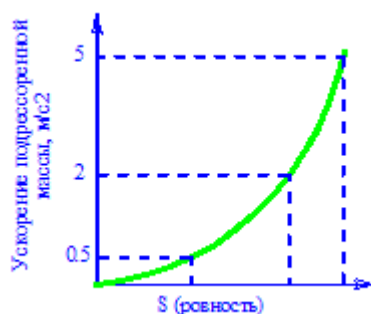


Себестоимость перевозок является функцией ровности  $C = f(S)$ . Со снижением показателей ровности, себестоимость перевозок существенно увеличивается. Повышается расход горючего, возрастают затраты на содержание и ремонт автотранспорта.

Для дороги 2 технической категории с интенсивностью  $N=6000$  [авт/сут] при неудовлетворительной ровности, убытки транспортных предприятий составляют более 40000 сум в час. Ровность покрытия проезжей части автомобильной дороги также влияет и на уровень удобства проезда пассажиров и водителей от вертикального ускорения подрессоренной массы автомобиля.

Подрессоренная масса – рама с установленными механизмами.

Неподрессоренная масса – мосты (оси) с тормозными механизмами и колёсами.



$a = 0.5$  м/с<sup>2</sup> – дорожные условия не беспокоят;

$a = 2.5 - 3$  м/с<sup>2</sup> – ощущение неудобства;

$a = 3 - 5$  м/с<sup>2</sup> – поездка невыносима, работоспособность водителя снижается, накапливается усталость, возрастает возможность ДТП.

## Методы оценки ровности проезжей части

1 Группа основана на замере микропрофиля проезжей части относительно некоторого уровня, в миллиметрах. Это методы, регистрирующие геометрические параметры неровностей.

- трёхметровая рейка и клин;
- профилографы (оценивается микропрофиль покрытия);
- уклонометры (электронное измерение уклонов);
- нивелир (по превышениям отчётов).

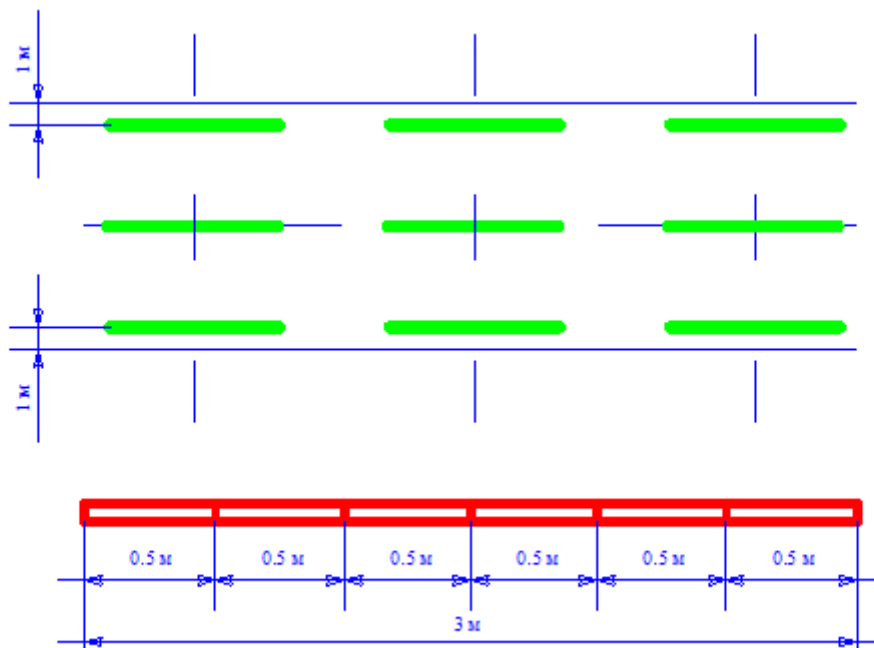
2 Группа основана на замере ровности косвенными методами.

- толчкометры;
- передвижная лаборатория контроля ровности и сцепления (ПКРС-2У, КП-511);
- портативные методы.

1 Группа Оценка ровности трёхметровой рейкой и клином производится после окончания строительства, при приёме автомобильной дороги в эксплуатацию в соответствие с требованиями СНиП 3.06.03 – 86.

Рейку устанавливают на проезжую часть на каждом пикете автомобильной дороги в трёх различных створах. На каждом пикете ровность определяют в трёх местах:

- на оси дороги;
- в одном метре от левой и правой кромок проезжей части.



Просвет под рейкой замеряют (клином или линейкой) в пяти точках на расстоянии 0,5 м от концов рейки и друг от друга.

На одном пикетном участке выполняют  $3 \times 3 \times 5 = 45$  замеров.

Нормативный просвет под рейкой для типов покрытий не более:

- асфальтобетонные покрытия – 5 мм;
- чёрнощебёночные покрытия – 7 мм;
- щебёночные и гравийные – 10 мм;
- грунтовые – 10 мм.

Оценка ровности осуществляется следующим образом:

- отлично – если не более 75% замеров имеют величину, отличающуюся менее, чем на 25% от нормы;
- хорошо – если не более 50% замеров имеют величину, отличающуюся менее, чем на 50% от нормы;
- удовлетворительно – если все замеры отличаются не более чем на нормативно-допустимую величину;

В противном случае ставится оценка неудовлетворительно.

2 Группа методов и приборов для оценки ровности покрытия (при эксплуатации).

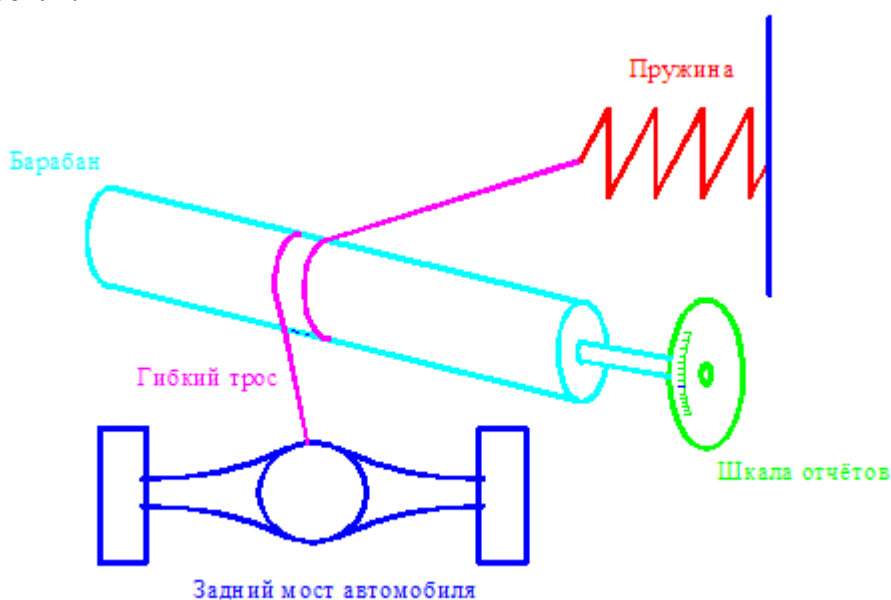
Оценить ровность эксплуатируемых дорог не представляется возможным с высокой точностью при помощи трёхметровой рейки, нивелиров, профиломеров и профилографов.

На большом участке, (до 25 метров), неровности, затрудняющие движение или делающие его опасным, могут на участке, протяжённостью 3 метра, при оценке ровности рейкой, показывать незначительные просветы.

Более точные (реалистические) значения ровности можно получить при использовании приборов, установленных на автомобилях.

В настоящее время признано целесообразно оценивать ровность проезжей части по показателям толчкомеров (ХАДИ, предложенный профессором Бируля А.К.; ТХК-2 и другие).

Толчкомер ТХК-2, при помощи гибкого троса, намотанного на барабан, соединён с натяжной пружиной, прикреплённой к станине прибора на полу кузова автомобиля и задним мостом автомобиля.



При колебаниях кузова автомобиля и сжатия рессор, натянутый трос поворачивает барабан. В результате этого поворота изменяется показание отчётного механизма. В процессе проезда автомобиля, показания отчётного механизма печатаются на бумажной ленте электромагнитным самописцем.

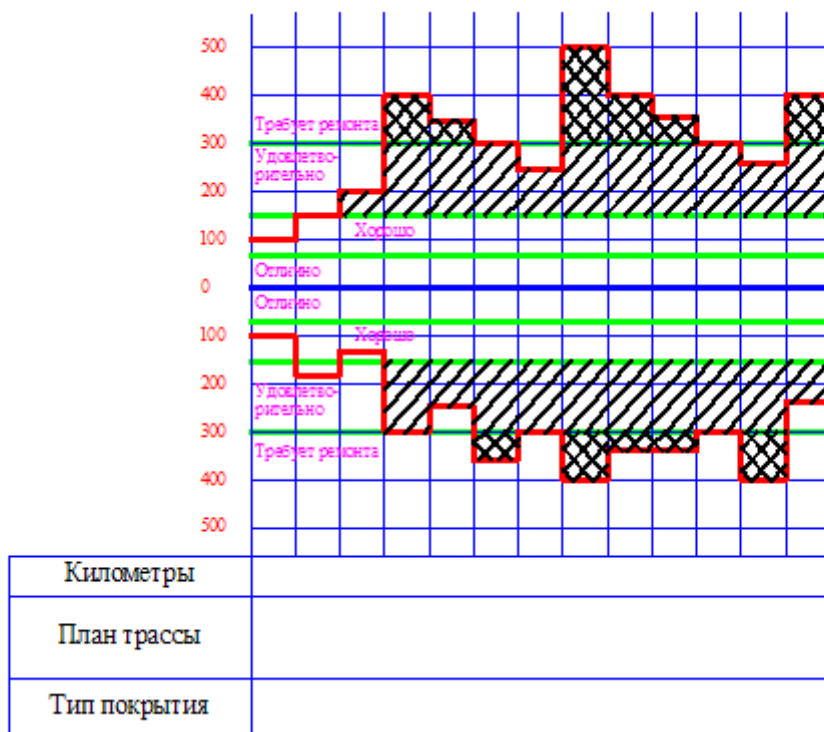
Толчкомер определяет интегральную ровность [см/км] – суммарное сжатие рессор автомобиля на километровом участке. Измерения производят при скорости движения 60 км/ч. Отчёты снимают соответственно через каждый километр.

По показаниям толчкомера вычерчивают линейный график ровности покрытия (толчкограмма автомобильной дороги).

Оценку ровности определяют по установленным нормами значениям.

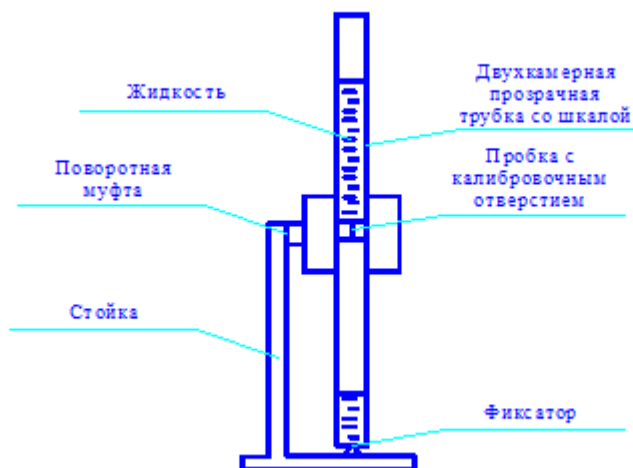
Следует отметить, что толчкомером определяют не истинную, а условную ровность покрытия, так как сумма сжатий рессоры зависит не только от состояния покрытия, но и от свойств подвески автомобиля.

Толчкомер, установленный в различных марках автомобилей даст различные показатели.

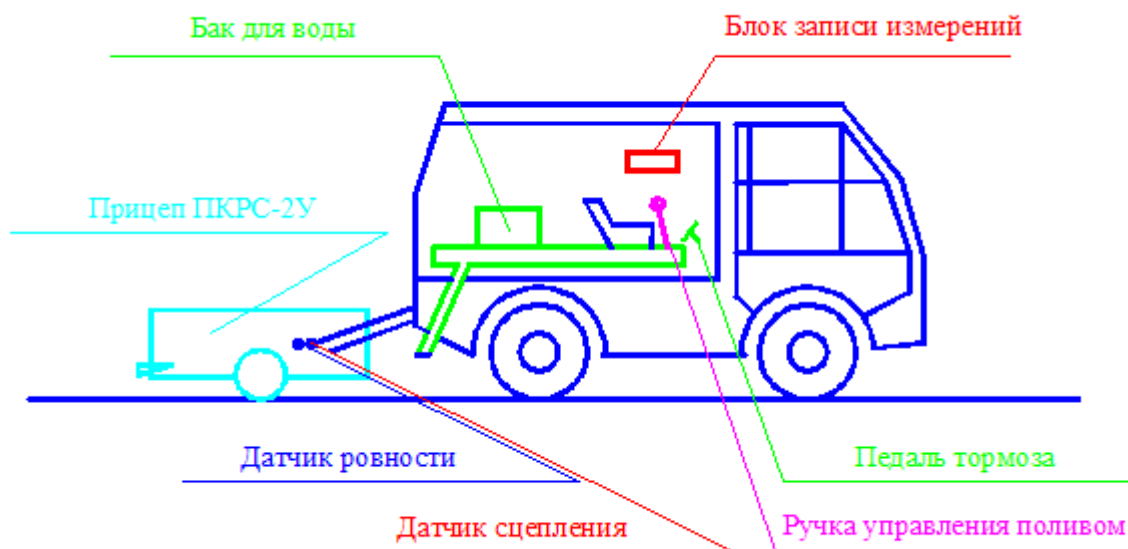


Толчкограмма

Гидравлический толкомер. Устанавливается в автомобиле и оценивает ровность по количеству жидкости (см/км), перетекающей из одного сосуда в другой через калиброванное отверстие.



В Узбекистане за эталонный прибор сплошного контроля ровности принят динамометрический прицеп ПКРС-2У, разработанный СоюздорНИИ, и получивший международное признание.



Динамическая тележка представляет собой одноколёсный прицеп с установленными датчиками ровности и сцепления, буксируемый автомобилем.

Методы оценки коэффициента сцепления покрытия проезжей части

Коэффициент сцепления проезжей части автомобильной дороги зависит в значительной степени от шероховатости, ровности и чистоты покрытия.

Три группы методов измерения коэффициента сцепления:

- с использованием автомобиля;
- портативные приборы;
- с замером микропрофиля.

Определение коэффициента сцепления по длине тормозного пути (L)

По длине тормозного пути при торможении юзом (L) автомобиля, двигающегося по мокрому покрытию с начальной скоростью 60 км/ч, определяют величину коэффициента сцепления  $\varphi$ :

$$\varphi = \frac{K_{\text{Э}} \times V^2}{2gL} \pm i$$

где:  $K_{\text{Э}}$  – коэффициент эксплуатационных условий торможения;

$K_{\text{Э}} = 1,2$  – для легковых автомобилей;

$K_{\text{Э}} = 1,8$  – для грузовых автомобилей, грузоподъёмностью до 4,5 тонн;

$K_{\text{Э}} = 2,0$  – для грузовых автомобилей, грузоподъёмностью выше 4,5 тонн;

V [м/с] – скорость автомобиля;

g [м/с<sup>2</sup>] – ускорение свободного падения;

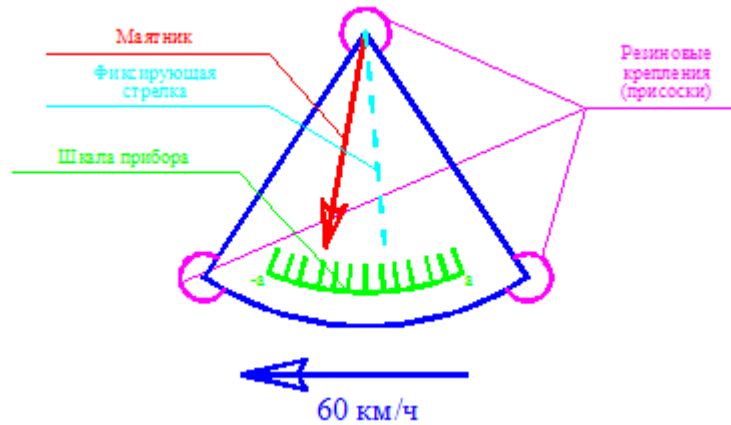
i [промилле] – продольный уклон дороги на участке торможения (с учётом знака).

При кажущейся простоте способ определения коэффициента сцепления по длине тормозного пути далёк от совершенства ввиду высокой трудоёмкости, малой точности и значительной опасности измерений.

Эти недостатки снижаются при измерении не длины тормозного пути, а отрицательного ускорения (замедления) автомобиля при торможении.



## Определение коэффициента сцепления маятниковым децелометром



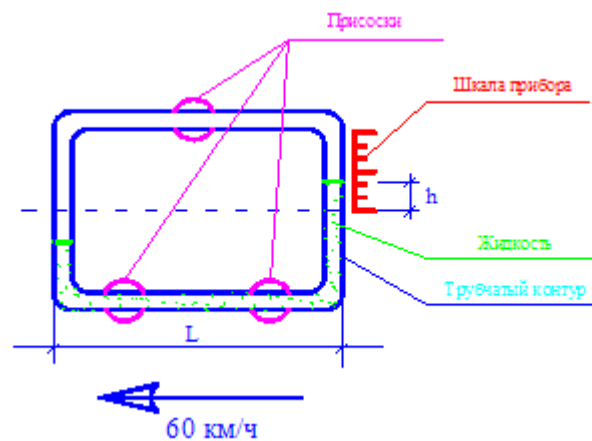
Прибор крепится к боковому стеклу автомобиля. Автомобиль, двигаясь со скоростью 60 км/ч, начинает тормозить. Маятник при этом изменяет положение фиксирующей стрелки, по которой затем снимается отчёт.

Коэффициент сцепления определяется по формуле:

$$\varphi = \frac{\alpha}{g}$$

где:  $\alpha$  [м/с<sup>2</sup>] – замедление автомобиля (по шкале децелометра);  
 $g$  [м/с<sup>2</sup>] – ускорение свободного падения;

## Определение коэффициента сцепления гидравлическим децелометром



Прибор представляет собой замкнутый трубчатый контур, наполовину заполненный жидкостью. По отклонению уровня жидкости ( $h$ ) в момент движения автомобиля юзом, с учётом продольного уклона автомобиля, определяют отрицательное ускорение (замедление);

$$\alpha = \frac{2h}{L} \text{ [м/с}^2\text{]}$$

где:  $L$  [м] – длина гидравлического децелометра;  
 $h$  [м] – превышение уровней жидкости в соседних трубках;

$$\varphi = \frac{\alpha}{g}$$

где:  $a$  [ $\text{м/с}^2$ ] – отрицательное ускорение (замедление) автомобиля.

В целях повышения безопасности измерений целесообразно затормаживать автомобиль при скорости ниже 60 км/ч, например 40 км/ч и 30 км/ч. При расчёте коэффициентов сцепления в этом случае необходимо вводить поправочные коэффициенты.

$$\varphi_{60} = \varphi_{40} \times k_1; k_1 = 0.8$$

$$\varphi_{60} = \varphi_{30} \times k_1; k_1 = 0.7$$

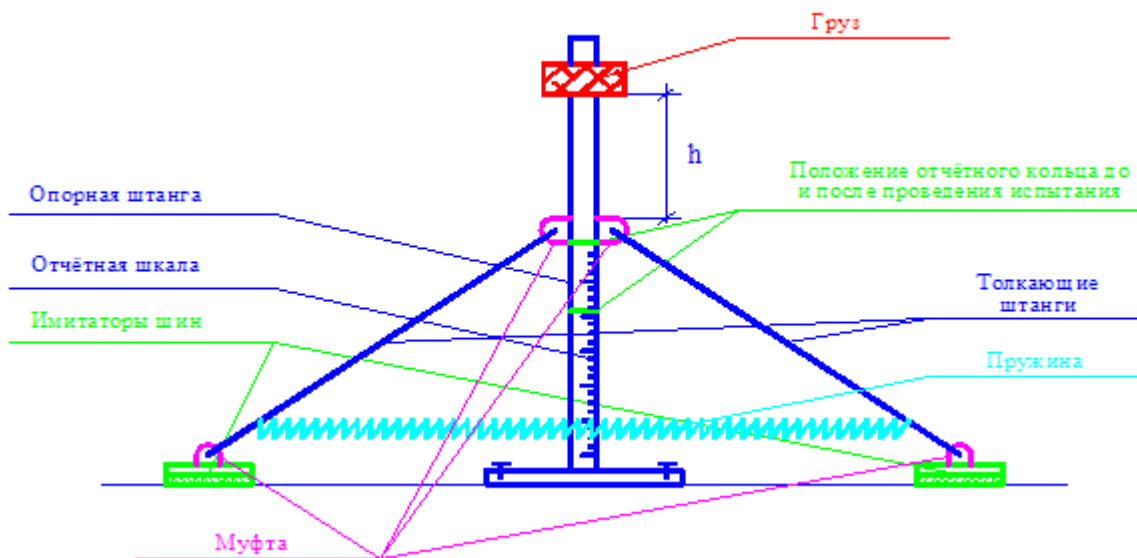
#### Определение коэффициента сцепления динамометрическим прицепом ПКРС-2У

При движении с постоянной скоростью 60 км/ч, колесо прицепа затормаживают до состояния юза и определяют при этом буксирующую силу ( $P$ ), по значению которой вычисляют коэффициент сцепления.

$$\varphi = \frac{P}{Q}$$

где:  $P$  [ $\text{Н}$ ] – буксирующая сила;  
 $Q$  [ $\text{кг}$ ] – масса прицепа;

#### Определение коэффициента сцепления прибором ударного действия Ю.В. Кузнецова



Основан на использовании энергии падающего груза. При падении, груз ударяет о муфту, которая заставляет толкающие штанги преодолевать сопротивление пружины и вынуждать имитаторы шин скользить по покрытию.

Конечное перемещение имитаторов, характеризующее скользкость покрытия, определяют по шкале.

Это показание фиксируется кольцом, которое остаётся на конечной отметке после снятия нагрузки и возвращения муфты в исходное положение.

### Контрольные вопросы.

1. Как определяются геометрические параметры автомобильных дорог?
2. Какими характеристиками оцениваются транспортно-эксплуатационные показатели?
3. Что является показателем безопасности движения?

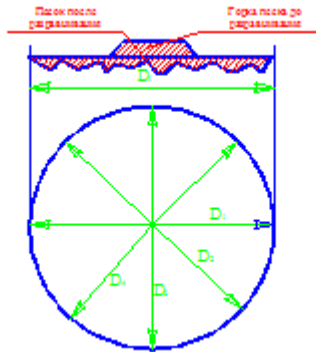
## Лекция 5. Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог. часть 2

План:

1. Методы определения шероховатости покрытия автомобильных дорог.
2. Определение фактической прочности дорожной одежды автомобильных дорог.
3. Оценка изношенности покрытия автомобильных дорог.

Ключевые слова: шероховатость, песчаное пятно, иглы профилографа, упругий прогиб, изношенность покрытия, год эксплуатации, виды трещин, просадки, проломы, периодичность учета движения.

Определение шероховатости методом песчаного пятна



Для измерения шероховатости этим методом из мерного стаканчика высыпают на покрытие горкой 10, 25 или 50 см<sup>3</sup> мелкозернистого песка. Линейкой или плоским диском распределяют песок по кругу до тех пор, пока нижняя плоскость линейки не начнёт касаться выступов шероховатости (т.е. весь песок не заполнит впадин в покрытии).

Затем измеряют диаметр круга по четырём взаимоперпендикулярным направлениям. После этого рассчитывают среднеарифметический диаметр  $D$ .

Значение шероховатости рассчитывается по формуле.

$$\Delta_{\text{ср}} = \frac{4V_{\text{п}}}{\pi D^2}$$

где:  $V_{\text{п}}$  [м<sup>3</sup>] – объём песка;  
 $D$  [м<sup>2</sup>] – диаметр пятна;

Дорожные покрытия в зависимости от значения шероховатости подразделяют на 4 типа:

-мелкошероховатые (песчаный асфальтобетон) –  $\Delta_{\text{ср}} = 0,3 - 1$  см используется

$V_{\text{п}} = 10$  см<sup>3</sup>;

-среднешероховатые (мелкозернистый асфальтобетон) –  $\Delta_{\text{ср}} = 1 - 2$  см используется

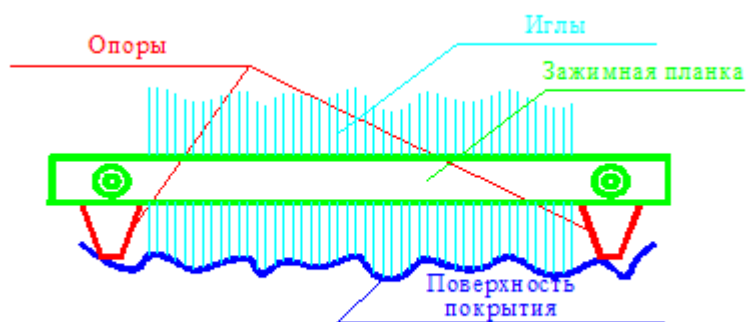
$V_{\text{п}} = 25$  см<sup>3</sup>;

-крупношероховатые (крупнозернистый асфальтобетон) –  $\Delta_{\text{ср}} > 2$  см используется

$V_{\text{п}} = 50$  см<sup>3</sup>;

-гладкая поверхность –  $\Delta_{cp} < 0,3$  мм;

Для замеров микропрофиля и шероховатости используется игольчатый профилограф



Иголки профилографа копируют микропрофиль покрытия проезжей части автомобильной дороги, что позволяет оценивать шероховатость покрытия.

Факторы, влияющие на снижение коэффициента сцепления

Состояние проезжей части	Причины изменения коэффициента сцепления
Изношенность покрытия	Недостаточная прочность каменного материала асфальтобетонного покрытия, увеличение интенсивности движения и колёсной нагрузки
Загрязнённость проезжей части	Занос грунта с неукреплённых обочин и “диких” съездов
Замасленность	Загрязнение горюче-смазочными материалами от транспортных средств, по причине их технической неисправности
Избыток органического вяжущего в покрытии	Нарушение нормативных требований ГОСТ 9128-97 по использованию битумов, перерасход вяжущего, допущенные при приготовлении асфальтобетонной смеси
Обледенение проезжей части	Неудовлетворительная работа дорожной службы по зимнему содержанию

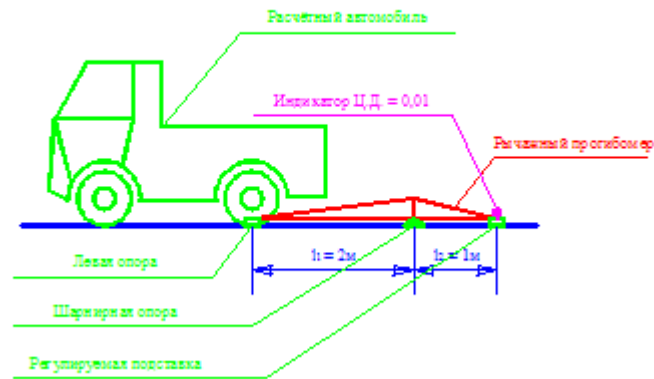
Существует несколько способов повышения шероховатости:

- устройство поверхностной обработки;
- втапливание щебня;
- устройство верхнего слоя покрытия из многощебенистого асфальтобетона.

Определение фактической прочности дорожной одежды по упругому прогибу

Прогиб поверхности покрытия измеряют в расчётный период года (в момент наибольшего увлажнения земляного полотна) при помощи рычажных прогибомеров конструкции КП-204, МАДИ – ЦНИЛ.

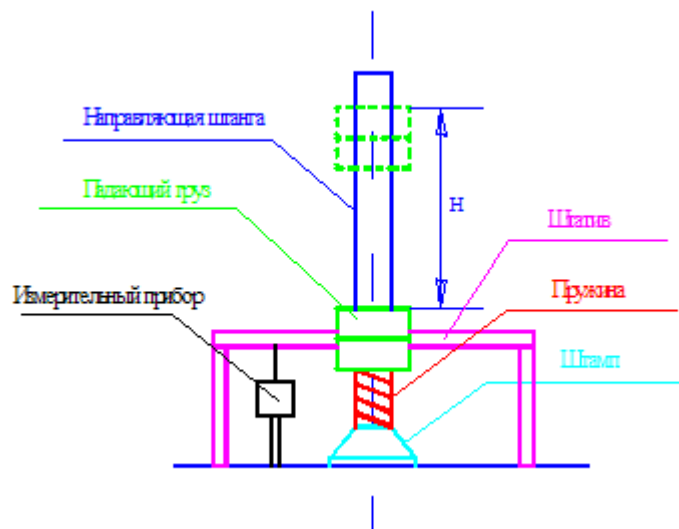
Дорожную одежду в контрольных точках и на всём протяжении характерных участков испытывают следующим образом:



Под задним мостом расчётного автомобиля (группы А: МАЗ 500, 503 с нагрузкой на ось 100 кН) устанавливают рычажный прогибомер. После отъезда автомобиля фиксируют по индикатору значение прогиба дорожной одежды.

По значению прогиба, с учётом температуры покрытия в момент проведения испытаний, конструкции дорожной одежды, рассчитывают фактический модуль упругости дорожной одежды  $E$ .

#### Определение фактической прочности дорожной одежды динамическим нагружением



Для динамического (кратковременного) нагружения дорожной одежды применяют установки типа УДН-НК, Дина-3, УДН-Н. Принцип действия установки динамического нагружения следующий.

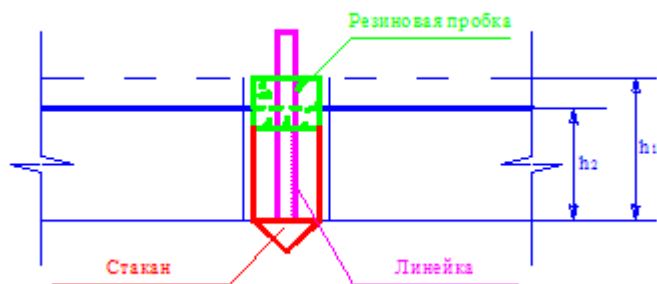
Груз, сбрасываемый с определённой высоты по направляющей на пружину, создаёт кратковременное усилие, которое через штамп действует на дорожную одежду. Для измерения упругой деформации одежды применяют вибрографы, записывающие результаты испытания на специальную бумажную ленту, или датчики перемещений с фиксацией деформации с помощью осциллографа. По значениям деформаций рассчитывают модуль упругости дорожной одежды.

#### Изношенность покрытия

Изношенность или износ покрытия – уменьшение толщины покрытия в процессе эксплуатации автомобильной дороги.

Износ асфальтобетонных и цементобетонных покрытий измеряют при помощи износомеров и реперов.

#### Определение изношенности покрытия износомером

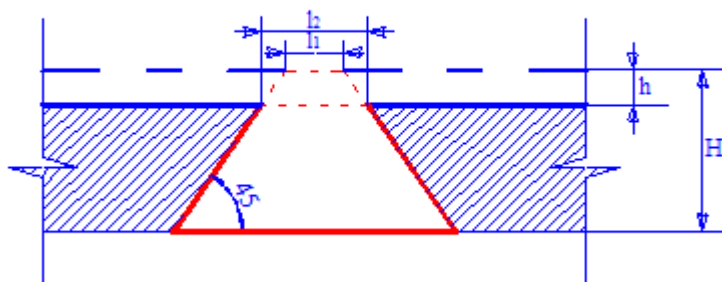


В покрытие предварительно закладывают реперы – стаканчики из латуни. Во избежание засорения стаканчики закрывают резиновой пробкой.

Износ определяется по формуле:

$$h = h_1 - h_2$$

Определение изношенности покрытия с помощью репера



Усечённый конус из мягкого металла (латуни или алюминия) устанавливают в покрытие при строительстве.

По измерениям видимой длины пластины после строительства ( $l_1$ ) и видимой длины пластины при эксплуатации ( $l_2$ ) определяют величину износа:

$$h = \frac{l_2 - l_1}{2}$$

Располагая данными о фактическом износе покрытия  $h_T$  за  $T$  лет и предельно допустимом истирании  $h_0$ , определяют коэффициент изношенности покрытия:

$$K_{\text{изн}} = \frac{h_T}{h_0}$$

Определение износа покрытия расчётным методом

Среднее значение уменьшения толщины покрытия в год (износ покрытия) можно определить по формуле М. Б. Корсунского:

$$h = a + \frac{b \times N}{1000}$$

где:  $a$  [мм] – параметр, зависящий в основном от погодоустойчивости покрытия и климатических условий;

$b$  [мм/млн. тонн брутто] – показатель, зависящий от качества материала покрытия, состава и скорости движения.

Для последующих годов, износ увеличивается в геометрической прогрессии:

$$h_T = at + \frac{bN (kq)^T - 1}{1000kq - 1}$$

где:  $T$  – год эксплуатации;

$N$  [авт/сут] – интенсивность движения в исходном году;

$k$  [1] – коэффициент, учитывающий изменения в составе потока

$k = 1,05-1,07$ ;

$q$  [1] – показатель ежегодного роста интенсивности.

Покрытия	$a$ , мм	$b$ , мм/млн. тонн брутто	$h_0$ , мм с учётом равномерности истирания
Асфальтобетонное	0,4-0,6	0,25-0,55	10
Щебёночные, гравийные, обработанные вязкими органическими вяжущими, восстанавливаемые:			
-двойной поверхностной обработкой	1,3-2,7	3,5-5,5	25
-одиночной поверхностной обработкой	1,4-2,8	4,0-6,0	12
Щебёночные:			
-из прочного камня	4,5-5,5	15,0-20,0	40
-из слабопрочного камня	5,5-6,5	19,0-25,0	50
Гравийные:			
-из прочного гравия	3,0-4,0	16,0-22,0	50
-из слабопрочного гравия	4,0-6,0	22,0-30,0	70

Средние значения  $a$  и  $b$  принимают для дорог, расположенных в зоне умеренного увлажнения (3 дорожно-климатические зоны) и построенных из каменных материалов, удовлетворяющих требованиям стандарта.

Для дорог с усовершенствованными покрытиями в зоне избыточного увлажнения (2 дорожно-климатические зоны) принимают верхние пределы, а для дорог с сухим климатом (4 и 5 дорожно-климатические зоны) – нижние пределы значений  $a$  и  $b$ .

Для дорог с щебёночными и гравийными покрытиями в зоне избыточного увлажнения принимают нижние пределы, а в районах с сухим климатом – верхние пределы  $a$  и  $b$ .

Если ширина проезжей части превышает 7м, значение  $b$  уменьшают на 15 %, а если она меньше 6 м, увеличивают на 15%.

#### Методика визуальной оценки состояния дорожной одежды

Визуальная оценка состояния дорожной одежды является способом получения предварительной информации, позволяющей выявить места, подлежащие детальной документальной оценке прочности.

Визуальную оценку проводят один раз в год ранней весной до начала периода ослабления дорожной одежды.

Оценку выполняет группа в составе: инженер (руководитель группы), техник и водитель автомобиля.

Визуальную оценку производят в процессе проезда автомобиля со скоростью, позволяющей фиксировать имеющиеся на покрытии дефекты (10 – 20 км/ч).

Результаты осмотра заносят в журнал визуальной оценки состояния дорожной одежды. Для каждой полосы движения в отдельности выставляются средние баллы частного (с примерно одинаковым состоянием покрытия) и однотипного (протяжённостью от 100 до 1000 м) участков автомобильной дороги.

- Без дефектов и отдельных трещин – 5 - 4,5
- Редкие трещины – 4,5 - 3,5
- Частые трещины – 3,5 - 2,5
- Сетка трещин, небольшая колейность – 2,5 - 1,5
- Просадки, значительная колейность, проломы – 1,5 - 0,5

Отдельные трещины – трещины разного направления, обычно расположенные друг от друга на значительном расстоянии (не менее 10 м).

Редкие трещины – поперечные и косые, не связанные между собой трещины (среднее расстояние между соседними трещинами 1 – 4 м).

Частые трещины – поперечные и косые трещины с ответвлениями, иногда связанные между собой, но, как правило, не образующие замкнутых фигур (среднее расстояние между соседними трещинами 1 – 4 м).

Сетка трещин – трещины произвольного очертания, образующие замкнутые фигуры, расположенные в разных местах проезжей части.

Колейность – плавное искажение профиля покрытия, локализованное на полосах наката.

Просадки – резкие искажения профиля покрытия, имеющие вид впадин с округлыми краями, на асфальтобетонном покрытии часто сопровождаются сеткой трещин.

Проломы – полное разрушение дорожной одежды с резким искажением профиля покрытия, на асфальтобетонном покрытии сопровождаются сеткой трещин в прилегающих зонах покрытия.

По величине среднего балла устанавливают целесообразность детального обследования с использованием специального оборудования на участке: для дорог 1 категории –  $B_{cp} \leq 3,5$ ; для дорог 2 категории –  $B_{cp} \leq 3,0$ ; для дорог 3-4 категории –  $B_{cp} \leq 2,5$ .

Методы и приборы учёта движения транспортных средств на автомобильных дорогах

Учёт движения должен проводиться не реже:

- на международных дорогах – 2 раза в год;
- на дорогах республиканского и местного значения 1 раз в месяц;
- на подходах к городам – 4 раза в год.

При проведении учёта допускается как периодический (выборочный), так и непрерывный сбор информации об интенсивности и составе транспортного потока.

Периодический сбор информации проводится с помощью автоматических счётчиков, включаемых на время учёта или визуально, если счётчики вышли из строя, или учётные пункты не оборудованы счётчиками.

Периодический сбор информации должен проводиться 4 раза в квартал:

- в первый месяц квартала два раза: в один рабочий и выходной дни;
- во второй и третий месяцы квартала: по одному разу в рабочий день.



На опорных учётных пунктах периодический сбор информации о движении с помощью автоматических счётчиков должен проводиться во все учётные дни в течение 24 часов.

Визуальный периодический сбор информации проводится при отсутствии или выходе из строя автоматических счётчиков в те же учётные дни.

По данным непосредственного учёта должны быть составлены зафиксированные в журналах сведения о размерах и составе движения. В журнале должны быть также зафиксированы начало и конец участка автомобильной дороги, относящегося к учётному пункту, номер и вид учётного пункта, а также дата учёта.

При кратковременном визуальном учёте движения на автомобильных дорогах необходимо фиксировать время начала и окончания наблюдений и все проходящие через выбранный створ автомобили с указанием их марок.

На учётных пунктах могут использоваться как стационарные, так и переносные автоматические счётчики движения.

Стационарные счётчики устанавливаются в помещениях, расположенных в зоне учётных пунктов, и могут служить как для непрерывного, так и для периодического сбора информации путём объезда учётных пунктов по утверждённому графику.

Переносные счётчики подключаются к детекторам транспорта, постоянно уложенным на учётных пунктах или временно укрепляемым на дорожном покрытии.

#### Контрольные вопросы.

1. Какими методами определяется шероховатость покрытия?
2. Как определяется фактическая прочность дорожной одежды?
3. Как оценивается изношенность покрытия автомобильной дороги?
4. Виды трещин дорожной одежды?

### **Лекция 6.**

#### **Цели и задачи работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог.**

##### План:

1. Виды ремонта дорожной одежды
2. Понятие- реконструкция, капитальный ремонт автомобильной дороги.
3. Понятие- содержание автомобильных дорог.
4. Критерии назначения ремонтов автомобильных дорог.

Ключевые слова: виды и состав работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог, результаты диагностики, дорожные сооружения, ремонт автомобильных дорог, критерии назначения ремонта дороги, зимнее содержание автомобильных дорог, озеленение автомобильных дорог.

Основным документом для установления видов работ по ремонту и содержанию является «Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан за № 226 от 1 ноября 2006 г «О совершенствовании организации и обеспечения контроля качества строительства и эксплуатации автомобильных дорог общего пользования».

Классификация устанавливает виды и состав работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования, которыми следует руководствоваться при определении направлений использования средств, планировании расходов на ремонт и содержание автомобильных дорог и дорожных сооружений на них и организации дорожных работ.

Классификация предусматривает следующие виды работ по ремонту и содержанию дорог: капитальный ремонт, ремонт и содержание, своевременное и полное выполнение которых необходимо, чтобы сохранять транспортно-эксплуатационное состояние дороги в течение всего срока эксплуатации на уровне, обеспечивающем установленные для данной категории требования к потребительским свойствам дороги.

Протяжённость автомобильных дорог, подлежащих ремонту, в целом по сети государственных автомобильных дорог общего пользования по областям на основании результатов диагностики и оценки состояния дорог и дорожных сооружений с учётом действующих межремонтных сроков службы дорожных одежд и покрытий.

Требуемый вид ремонта, состав и объёмы работ по ремонту каждой автомобильной дороги и участка дороги, а также по каждому дорожному сооружению устанавливаются на основании результатов диагностики и оценки их фактического состояния, инженерных изысканий, испытаний и обследований, ведомостей дефектов и других документов, содержащих оценку фактического состояния дорог и дорожных сооружений в объёме, позволяющем сопоставить это состояние с критериями назначения соответствующего вида ремонта.

В соответствии с “Порядком распределения расходов по соответствующим предметным статьям и подстатьям Экономической классификации бюджетов Республики Узбекистан Бюджетной классификации Республики Узбекистан”, расходы на содержание и ремонт автомобильных дорог и дорожных сооружений относятся к категории “Текущих расходов бюджетов”, а расходы на проведение капитальных ремонтов – к категории “Капитальные расходы бюджетов”.

Дорожные сооружения – это сооружения, являющиеся конструктивными элементами дороги: искусственные сооружения (мосты, путепроводы, эстакады, трубы, тоннели, и др.), защитные сооружения (снегозащитные лесонасаждения, постоянные снегозащитные заборы, шумозащитные и ветрозащитные устройства, устройства для защиты дорог от снежных лавин, обвалов, оползней и др.), элементы обустройства дорог (остановочные площадки и павильоны для пассажиров, площадки для отдыха, специальные площадки для остановки и стоянки автомобилей и др.)

Потребительские свойства дороги – это совокупность её транспортно-эксплуатационных показателей, непосредственно отвечающих интересам пользователей. К потребительским свойствам относятся: скорость, непрерывность, безопасность и удобство движения, пропускная способность и уровень загрузки движением, способность пропускать автомобили и автопоезда с разрешёнными для движения по дорогам общего пользования осевыми нагрузками, общей массой и габаритами, экологическая безопасность, эстетические и другие свойства.

Реконструкция дороги – это увеличение её пропускной и несущей способности путём изменения на отдельных участках плана и продольного профиля, коренного переустройства дорожной одежды, земляного полотна и дорожных сооружений, как правило, с переводом в более высокую категорию, при которой параметры и характеристики дороги повышаются до уровня, позволяющего при возросшей и прогнозируемой на перспективу интенсивности движения обеспечить нормативные требования к потребительским свойствам дорог и дорожных сооружений на период до очередной реконструкции.

Капитальный ремонт автомобильной дороги – комплекс работ, при котором производится полное восстановление и повышение работоспособности дорожной одежды и покрытия, земляного полотна и дорожных сооружений, осуществляется смена изношенных конструкций и деталей или замена их на более прочные и долговечные, в необходимых

случаях повышаются геометрические параметры дороги с учётом роста интенсивности движения и осевых нагрузок автомобилей в пределах норм, соответствующих категории, установленной для ремонтируемой дороги, без увеличения ширины земляного полотна на основном протяжении дороги.

Задача капитального ремонта состоит в полном восстановлении и повышении транспортно-эксплуатационного состояния дороги до уровня, позволяющего обеспечить нормативные требования в период очередного капитального ремонта при интенсивности движения, соответствующей расчётной для данной категории дороги, при повышении которой необходима реконструкция дороги с переводом в более высокую категорию.

Критерием для назначения капитального ремонта является такое транспортно-эксплуатационное состояние дороги, при котором прочность дорожной одежды снизилась до предельно-допустимого значения или параметры и характеристики других элементов дороги и дорожных сооружений не удовлетворяют возросшим требованиям движения настолько, что невозможно или экономически нецелесообразно приводить их в соответствие с указанными требованиями посредством работ по ремонту и содержанию.

Ремонт автомобильной дороги – комплекс работ по воспроизводству её первоначальных транспортно-эксплуатационных характеристик, при котором производится возмещение износа покрытия, восстановление и улучшение его ровности и сцепных качеств, устранение всех деформаций и повреждений дорожного покрытия, земляного полотна, дорожных сооружений, элементов обстановки и обустройства дороги, организации и обеспечения безопасности движения.

При этом под первоначальными понимаются транспортно-эксплуатационные характеристики и потребительские свойства дороги и дорожных сооружений в момент сдачи в эксплуатацию после строительства, реконструкции или капитального ремонта.

Задача ремонта состоит в восстановлении транспортно-эксплуатационного состояния дороги и дорожных сооружений до уровня, позволяющего обеспечить выполнение нормативных требований в период до очередного ремонта при интенсивности движения, не превышающей расчётную для данной категории дороги.

Критерием для назначения ремонта дороги является такое состояние дорожного покрытия, при котором его ровность и сцепные качества снизились до предельно-допустимых значений или когда на других элементах дороги и дорожных сооружениях накопились деформации и разрушения, устранение которых работами по содержанию дороги невозможно или экономически нецелесообразно.

Содержание автомобильной дороги – выполняемый в течение всего года (с учётом сезона) на всём протяжении дороги комплекс работ по уходу за дорогой, дорожными сооружениями и полосой отвода, по профилактике и устранению постоянно возникающих мелких повреждений, по организации и обеспечению безопасности движения, а также по зимнему содержанию и озеленению дороги.

Задача содержания состоит в обеспечении сохранности дороги и дорожных сооружений и поддержании их состояния в соответствии с требованиями, допустимыми по условиям обеспечения непрерывного и безопасного движения в любое время года.

Зимнее содержание дороги – работы и мероприятия по защите дороги в зимний период от снежных отложений, заносов и лавин, очистке от снега, предупреждению образования и ликвидации зимней скользкости и борьбе с наледями.

Озеленение дороги – работы по созданию лесных насаждений и посеву трав в полосе отвода, необходимых для защиты от снежных и песчаных заносов, ветровой и водной эрозии, для эстетического и архитектурно-художественного оформления дороги, а также работы по уходу за элементами озеленения.

#### Контрольные вопросы.

1. Какие цели предусматриваются ремонтом и содержанием автомобильной дороги?
2. На какие виды делятся ремонтные работы автомобильных дорог?
3. Что понимается под реконструкцией, капитальным ремонтом автомобильных дорог?
4. По какому критерию назначается реконструкция работы?

### Лекция 7. "Содержание дорог летом и осенью"

#### План:

1. Содержание земляного полотна и полосы отвода.
2. Содержание проезжей части.
3. Содержание обстановки дороги, зданий и сооружений дорожной и автотранспортной службы.

Ключевые слова: система водоотвода, содержание проезжей части, обочин и откосов, содержание обстановки дороги, содержание зданий и сооружений, дорожной и автотранспортной службы, снегозащитные насаждения.

#### Содержание земляного полотна и полосы отвода

Система водоотвода. Проводят систематические работы по обеспечению беспрепятственного пропуска воды по водоотводным сооружениям с регулярной заблаговременной прочисткой боковых водоотводных канав, с вырубкой кустарника, скашиванием травы и удалением посторонних предметов в водоотводных сооружениях. Ликвидируют начинающиеся размывы земляного полотна.

Подготовка системы водоотвода к зимнему периоду включает закрытие щитами отверстий труб и малых мостов, чтобы не допустить забивания их снегом при метелях и последующего обледенения, а также расчистку канав и русел небольших водотоков у искусственных сооружений.

Содержание откосов и обочин включает систематическую планировку и утюжку, заравнивание ям колеи и других углублений.

Содержание полосы отвода предусматривает: уничтожение или скашивание сорных трав; вырубку кустарника; уборку мусора; уход за резервами и кавальерами; улучшение стока воды с полосы отвода планировкой отдельных участков и приданием им уклона; ликвидацию застоя воды в пониженных местах; ликвидацию рвов, ям и прочих неровностей; проведение противопожарных мероприятий; недопущение устройства мусорных ям и свалок; уничтожение сорняков.

#### Содержание проезжей части

Содержание дорог в летний и осенний периоды заключается в систематическом уходе за дорожной одеждой с целью поддержания её в чистоте и порядке, предотвращении и ликвидации небольших повреждений.

Содержание дорог с усовершенствованными покрытиями. Очистка от пыли и грязи и мойка их с помощью поливочных машин. При выходе вяжущего на поверхность покрытия в жаркий период необходимо присыпать такие места каменной мелочью,

высевками или крупнозернистым песком. Обеспыливание производится при помощи поливомоечных машин или механических щёток.

Осенью содержание дорог с различными типами покрытий сводится к подготовке к зимнему периоду – удалению грязи и мусора, заделке трещин, проведению мероприятий по обеспечению водонепроницаемости дорожных одежд и поверхностного стока.

Устраняют выбоины, отдельные трещины, бугры и наплывы, обломы и неровности кромок. При устранении выбоин, и других аналогичных им повреждений соблюдают общую технологическую последовательность, которая включает подготовку повреждённого места, приготовление, укладку и разравнивание ремонтных материалов (смесей), их уплотнение.

Содержание асфальтобетонных покрытий. В качестве ремонтных материалов применяют горячие и холодные асфальтобетонные смеси, литой асфальтобетон, щебёночные и гравийные материалы, обработанные органическим вяжущим, влажные органоминеральные смеси.

Ремонт покрытий с применением горячих асфальтобетонных смесей производят в сухое и тёплое время года, когда температура не ниже + 10° С. Литой асфальтобетон, влажные органоминеральные смеси допускается применять и при пониженных температурах воздуха: литой асфальтобетон до – 5° С, влажные органоминеральные смеси до – 10° С.

Ремонтируемое место подготавливают в следующем порядке: границы выбоин оконтуривают прямыми линиями, захватывая на 3 – 5 см неповреждённую часть покрытия; небольшие выбоины, близко отстоящие друг от друга, объединяют в одну, старый асфальтобетон удаляют, выбоину очищают и при необходимости просушивают; её дно и стенки подгрунтовывают жидким битумом по норме 0,3 – 0,5 л/м<sup>2</sup>.

После подготовки, выбоину заполняют ремонтным материалом с учётом запаса на уплотнение. При глубине выбоины менее 5 см, смесь укладывают в один слой; более 5 см – в два.

Смесь в небольших изолированных одна от другой выбоинах уплотняют электро- или пневмотрамбовками, ручными виброкатками, а значительные площади – катками с гладкими вальцами массой 4 – 10 тонн.

При ремонте покрытий литым асфальтобетоном – уплотнение не требуется.

При заделке выбоин глубже 5 см, когда удаляют не только верхний, но и нижний слой асфальтобетона, порядок работы не меняется. В нижний слой укладывают крупнозернистую смесь и уплотняют, затем укладывают верхний слой из мелкозернистой асфальтобетонной смеси и уплотняют. Температура в момент укладки горячих смесей должна быть не менее 160° С.

При заделке выбоин часто применяются горелки инфракрасного излучения. После очистки и разметки, покрытие разогревают до 140 – 170° С. Корку пережженного асфальтобетона удаляют, на разогретую и очищенную поверхность укладывают асфальтобетонную смесь и уплотняют катками массой 10 – 12 тонн.

Мелкие выбоины (до 1,5 – 2 см) на площади более 1 м<sup>2</sup> заделывают по способу поверхностной обработки с применением мелкого щебня (очистка, подгрунтовка, распределение, уплотнение).

Трещины в асфальтобетонных покрытиях шириной 3 – 5 мм заливают среднегустеющими или медленногустеющими жидкими битумами при помощи заливщика швов (температура битума 160 – 170° С).

Трещины более 5 мм тщательно очищают металлическими щётками и сжатого воздуха, проливают жидким битумом и заполняют битумной мастикой (смесь битума, минерального порошка, резиновой крошки и асбестовой крошки). Температура битумной мастики должна быть 150 – 170° С.

Шелушение, сплошную сетку трещин на небольших участках перекрывают поверхностной обработкой. Сплошную сетку трещин, возникшую из-за неустойчивости основания, как и места пониженной прочности, вырубает и устраивают новую поверхностную обработку.

Устранение волн и наплывов осуществляют предварительным нагревом горелками и укаткой катками массой 18 – 25 тонн поперёк волн, срезкой и последующим устройством поверхностной обработки.

К содержанию цементобетонных покрытий относят заделку швов и трещин, повреждений кромок у швов, граней плит и отдельных раковин, ликвидацию местных просадок, вспучиваний плит, заделку отдельных участков с шелушением поверхностного слоя бетона.

Трещины до 5 мм предварительно расчищают и продувают сжатым воздухом и заливают жидким битумом или дёгтем при температуре 80 – 100° С. Волосные трещины покрывают тонким защитным слоем, для чего поверхность очищают, разливают жидкий битум, рассыпают щебень или крупный песок и уплотняют лёгкими катками. Широкие трещины подгрунтовывают жидкими битумами и заполняют мастиками или герметиками.

Деформационные швы ремонтируют по той же технологии, что и широкие трещины, применяя компрессоры и заливщики швов.

Раковины, мелкие выбоины, отдельные очаги шелушения плит заделывают цементно- и полимербетонными смесями (на эпоксидных смолах), а также смесями на промышленном жидком стекле. В отдельных случаях допускается применять асфальтобетонные смеси.

Ремонт покрытия с помощью цемента- или асфальтобетонных смесей (в том числе литых), а также смесей на жидком стекле надо выполнять в тёплое время года, когда температура воздуха не ниже +5° С. Полимербетонные смеси применяют при температуре воздуха не ниже +15° С.

Чтобы ускорить твердение ремонтного цементобетона, при его приготовлении используют высокоактивные дорожные цементы марки не ниже 500, а также в воду добавляют хлористый или азотнокислый кальций.

Летом выполняют гидрофобизацию цементобетонных покрытий, путём нанесения растворов кремнийорганических соединений.

Содержание дорог с переходными покрытиями. Наметание каменной мелочи и высевок на покрытие, уборка катуна и обеспыливание водой. Весной и осенью переходные покрытия приходится очищать от грязи, заносимой колёсами с обочин, а также отводить воду, если она задерживается в местных понижениях проезжей части. Гравийные покрытия выравнивают профилировкой автогрейдерами или утюжкой металлическими утюгами.

Обеспыливание гравийных покрытий осуществляют способом пропитки и смешения материала с обеспыливающими веществами на дороге. Для обеспыливания применяют технический хлористый кальций, техническую соль сильвинитовых отвалов и другие технические соли в сухом состоянии или в виде растворов.

Выбоины на щебёночных и гравийных покрытиях заделывают с применением холодного чёрного щебня или гравия и влажных органоминеральных смесей. В любом из указанных способов подготавливают ремонтируемое место, включая обрубку (раскировку) краёв выбоин, очистку, обрабатывают очищенную поверхность органическим растворителем, затем при помощи краскопультов или распылителей наносят нагретый до 60 – 80° С жидкий битум. Затем выбоину заполняют ремонтным материалом и уплотняют его.

Ямочный ремонт производят при температуре воздуха не ниже +5° С, холодным способом при температуре не ниже + 10° С.

При использовании ВОМС, края и дно выбоины лишь немного увлажняют. ВОМС – жидкое или разжиженное органическое вяжущее с увлажнённым минеральным материалом, минеральным порошком и активатором (воздушная известь или цемент).

Органоминеральные смеси можно применять при положительной температуре не выше +30° С, и при отрицательной – не ниже –10° С.

Для ямочного ремонта эффективны малогабаритные разогреватели с горелками инфракрасного излучения, входящие в состав дорожного ремонтёра.

На подъёмах, в местах остановки транспортных средств, у подъездов к пересечениям в одном уровне может возникнуть волнистость. Устранение отдельных волн, наплывов,

сдвигов можно осуществлять раскаткой, выравниванием и срезкой. Для этого покрытие в жаркую погоду нагревают с помощью горелок инфракрасного излучения и сразу же раскатывают тяжёлыми (10 – 20 тонн) катками с жёсткими вальцами или срезают автогрейдером

Содержание грунтовых и грунтово-улучшенных дорог. Интенсивное и частое профилирование проводят для устранения образовавшихся ям, колеи и других неровностей. Утюжка – профилактическое мероприятие, проводимое заранее, до образования крупных неровностей, когда грунт имеет оптимальную влажность. При интенсивных дождях или в периоды распутицы проезд по грунтовым дорогам целесообразно закрывать.

Содержание обстановки дороги, зданий и сооружений дорожной и автотранспортной служб

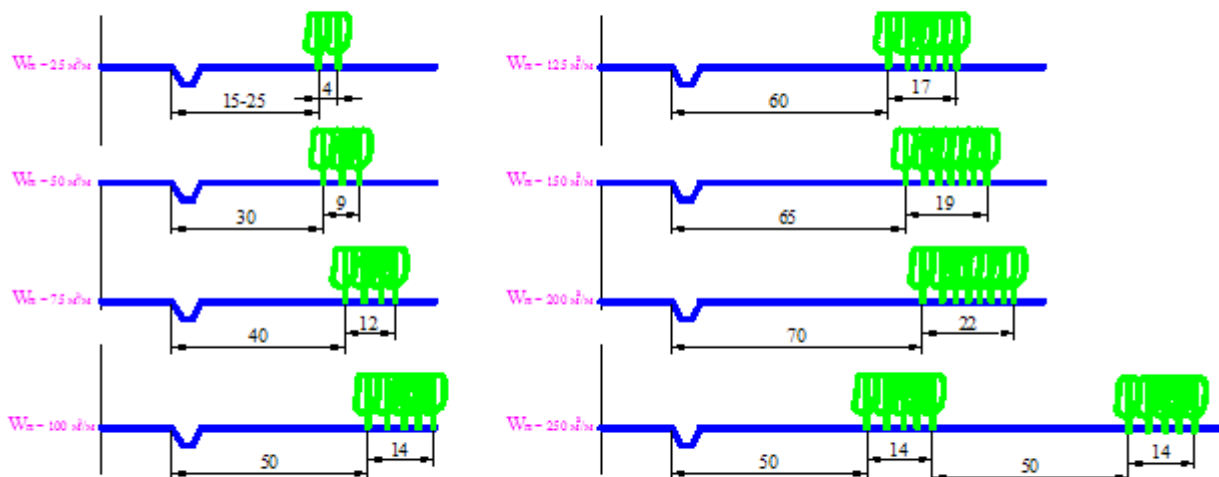
В состав работ по содержанию дорожных ограждений и сигнальных столбиков входит периодический осмотр, замена и мелкий ремонт неисправных элементов, подтягивание креплений, очистка от пыли и грязи, мойка и окраска.

Содержание дорожных знаков состоит в очистке от пыли и грязи, окраски тыльной стороны и поверхности стоек, выпрямлении или замене щитков и стоек, подтягивании болтов, замене источников света.

К содержанию дорожных зданий и сооружений относят: устранение небольших дефектов кровли; утепление окон и дверей; периодическую побелку и покраску зданий, вспомогательных построек, заборов; систематическую уборку территории приусадебных участков, подъездных путей от основной дороги к зданиям, проездов и пешеходных дорожек; укрепление лестниц и перил, устранение повреждений электропроводки.

Снегозащитные насаждения

Снегозащитные насаждения должны удовлетворять следующим основным требованиям: их конструкция и размещение должны соответствовать объёму приносимого к дороге снега; расстояние от дороги до посадок должно быть достаточным, чтобы снежный шлейф не мог выйти на дорогу; насаждения надо закладывать с минимальным отводом земельной площади и затратами.



Декоративные насаждения

В состав декоративных насаждений входят: основные декоративные посадки вдоль дорог; посадки на разделительных полосах, у развилок, пересечений, примыканий, искусственных сооружений, комплексов дорожных зданий, автобусных станций, площадок отдыха.

Ландшафтный или свободный приём размещения декоративных насаждений состоит в свободном живописном расположении элементов озеленения в увязке с окружающей природой.

Уход за насаждениями

Ведут обработку почвы и защиту от зарастания сорняками. Производят рубки текущего ухода: прочистки, рубки омоложения кустарников и освобождения ценных пород, санитарные рубки.

Контрольные вопросы.

1. Какие работы выполняются в процессе содержания земляного полотна и полосы отвода?
2. Как осуществляется содержание проезжей части?
3. Какие виды работ предусматривает содержание обстановки дорог?

## **Лекция 8. "Зимнее содержание автомобильных дорог"**

План:

1. Способы защиты дорог от снежных заносов.
2. Методы борьбы с зимней скользкостью.
3. Хранение химических реагентов.

Ключевые слова: зимний период, комплекс мер по зимнему содержанию, содержание обстановки дорог, постоянные снегозащитные насаждения, зимняя скользкость, методы борьбы со скользкостью.

Зимнее содержание дорог представляет собой комплекс мероприятий, включающий защиту дорог от заносов, их очистку от снега, борьбу с зимней скользкостью, защиту от лавин и борьбу с наледями.

Зимний период года является самым сложным для эксплуатации дорог и организации движения. Продолжительность его колеблется от 20 суток в южных районах до 260 суток в северных. Зимние условия характеризуются короткой светлой частью суток, низкой температурой воздуха, снегопадами и метелями, формирующими снежные отложения, а также зимней скользкостью.

Комплекс мер по зимнему содержанию включает:

-профилактические меры, цель которых предупредить или максимально ослабить образование снежных и ледяных отложений на дороге (уменьшение снеготранспорта на дорогах, профилактическая обработка покрытий химическими противогололёдными материалами и др.);

-защитные меры, с помощью которых преграждают доступ к дороге снега и льда, поступающего с прилегающей местности (защита от метелевого переноса, снежных лавин и др.);

-меры по удалению уже возникших снежных и ледяных отложений (очистка дорог от снега и льда), а также по уменьшению их воздействия на автомобильное движение (посыпка обледеневшей поверхности дороги фрикционными материалами).

Технология очистки дорог от снега



При патрульной снегоочистке дорогу очищают путём систематических проездов (патрулирования) машин по обслуживаемому участку в течение всего времени, пока продолжается метель или снегопад. К патрульной снегоочистке необходимо приступать как только начинается метель или снегопад.

Очистку следует вести на возможно большей скорости, что способствует увеличению дальности отбрасывания снега. Учитывая это, очистку ведут плужными снегоочистителями. Для удаления снега без образования валов очистку следует вести со скоростью не менее 30 – 35 км/ч. Патрульную снегоочистку можно вести как одиночными машинами, так и отрядом снегоочистителей. Преимущество работы отряда заключается в том, что снег сразу удаляется за пределы дорожного полотна, благодаря чему устраняются препятствия для снеговетрового потока и дорога хорошо продувается.

Удаление снежных валов. Обычно их удаляют роторными снегоочистителями или валоразбрасывателями. Снежные валы часто расположены над кюветом или очень близко к нему, так как полосу расчистки всегда стремятся сделать как можно шире. В этом случае вал сначала сдвигают автогрейдером на проезжую часть, а затем роторным снегоочистителем удаляют его, отбрасывая снег в сторону.

Расчистка от снежных заносов. Для расчистки применяют весь комплекс снегоочистительных машин (плужные и роторные снегоочистители, автогрейдеры, бульдозеры и валоразбрасыватели). В начальной стадии (при толщине снежных отложений 0,2 – 0,3 м), их расчищают плужными снегоочистителями, которые должны работать в комплексе с роторным снегоочистителем, необходимым для удаления валов. Если толщина снежных отложений становится значительной, для расчистки применяют тяжёлые снегоочистительные машины: автогрейдеры, двухотвальные плужные снегоочистители на гусеничном ходу, роторные снегоочистители, бульдозеры.

#### Способы защиты дорог от снежных заносов

Заносимые участки можно защитить от снежных заносов тремя путями: задержать переносимый метелью снег на подступах к дороге и вызвать образование снежных отложений на безопасном расстоянии или в заранее подготовленном месте; увеличить скорость снеговетрового потока над дорогой и предотвратить снежные отложения на дороге; полностью укрыть дорогу от снега с помощью специальных сооружений. Из сооружений, полностью защищающих дорогу от снега применяются только противолавинные галереи.

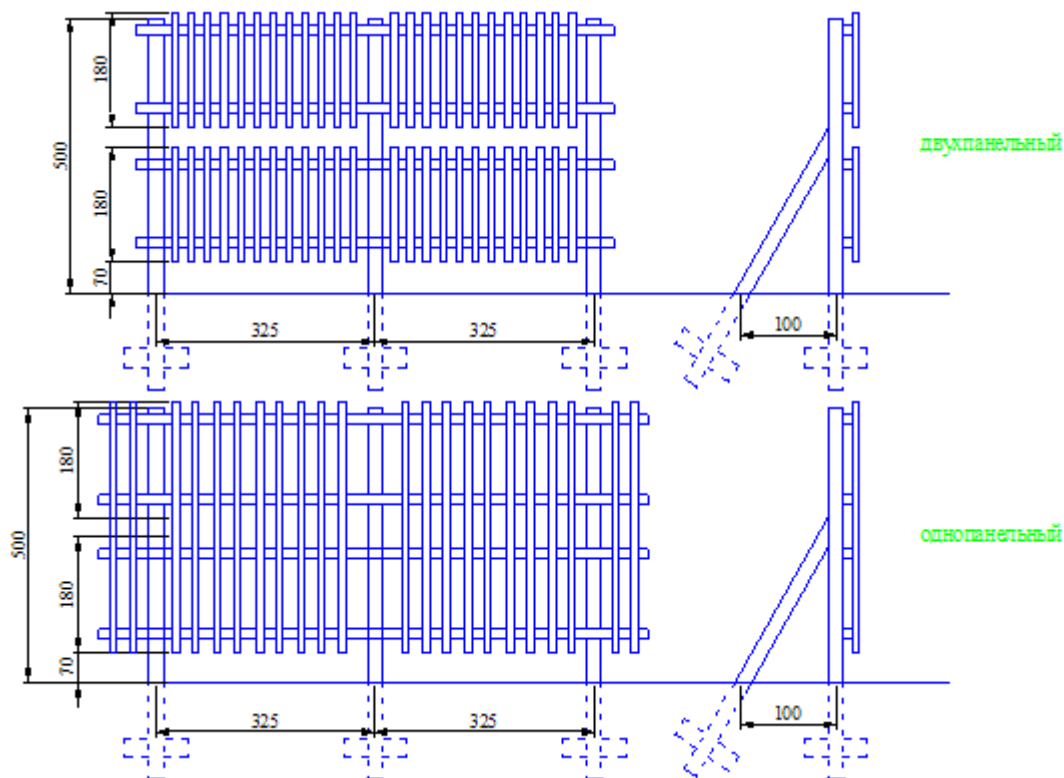
Постоянные снегозащитные сооружения. Самым надёжным и экономичным постоянным средством снегозащиты являются снегозащитные лесонасаждения – основной вид защиты автомобильных и железных дорог от снежных заносов. Однако и они обладают рядом недостатков: для их размещения вдоль дорог необходимы значительные земельные площади; лесные насаждения медленно растут и вступают в работу; они требуют постоянного ухода.

Одна из причин образования снежных заносов – нарушение требований снегозаносимости к параметрам и форме земляного полотна на стадии проектирования или отступления от проектных решений при строительстве. Особенно часто эти нарушения встречаются на участках выемок, поэтому служба содержания дорог в процессе ремонта выполняет работы по приданию земляному полотну обтекаемого профиля, уположиванию откосов, поднятию насыпей и др.

Участки дорог, где нельзя уменьшить снегозаносимость совершенствованием форм земляного полотна, защищают от снежных заносов лесонасаждениями, заборами и другими средствами.

Надёжным средством защиты дорог от снежных заносов являются высокие снегозадерживающие заборы: двухпанельные с просветностью решётки 50% и однопанельные с просветностью решётки до 70 %. Однопанельные заборы применяют как

правило для вторых и третьих рядов многорядных линий заборов, двухпанельные – при устройстве заборов в один ряд или ближайшем к дороге ряду многорядных линий заборов.



В зависимости от направления господствующих метелевых ветров и рельефа местности заборы устанавливают на расстоянии  $h = (15 - 25)H_3$  от дороги, где  $H_3$  – высота забора. Высоту забора определяют исходя из объёма снегоприноса к дороге:

$$H_3 = 0,34\sqrt{W_{с.д}} + H_{п}$$

где:  $H_3$  [м] – высота забора;

$W_{с.д}$  [м<sup>3</sup>/м] – объём снегоприноса;

$H_{п}$  [м] – средняя многолетняя толщина снежного покрова в данной местности;

Заборы выше 5 метров по технико-экономическим соображениям делать не рекомендуется. Если по расчёту требуется большая высота, то устраивают два, три и более рядов заборов. Общая снегосборная способность заборов, поставленных в несколько рядов:

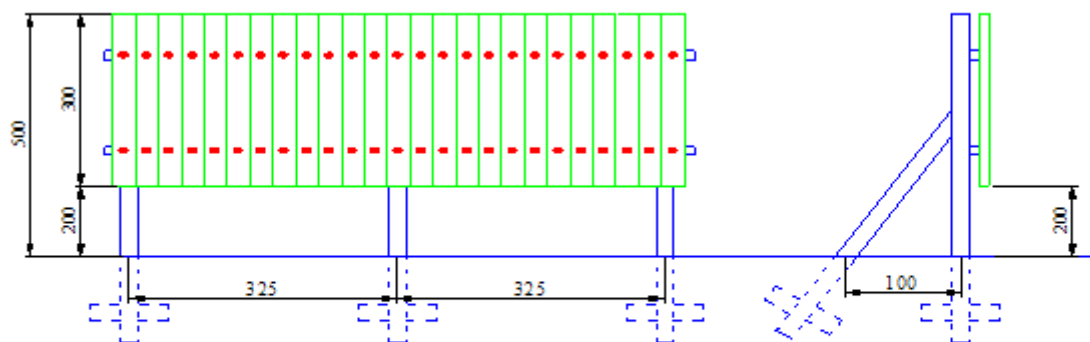
$$W_3 = 0,8(n - 1)H_3l + 8H_3^2$$

где:  $W_3$  [м<sup>3</sup>/м] – общая снегосборная способность заборов;

$H_3$  [м] – высота забора;

$l$  [м] – расстояние между рядами, которое следует принимать  $30 H_3$

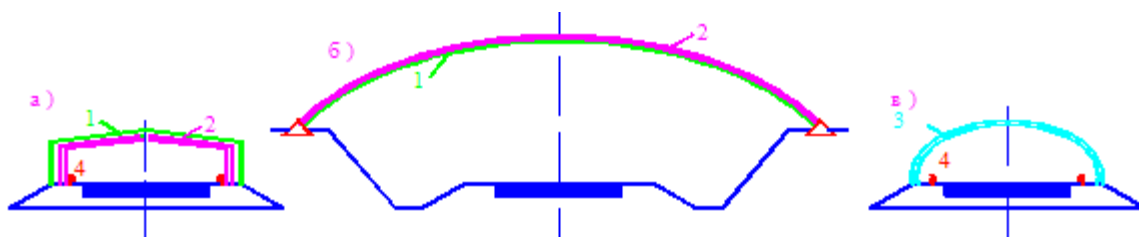
Работа заборов снегопредупреждающего действия основана на увеличении скорости снеговетрового потока в момент прохождения над дорогой, что предотвращает образование на ней снежных отложений. Заборы снегопредупреждающего действия рекомендуются при одновременном соблюдении следующих условий: господствующие ветры направлены под постоянным углом от 50 до 90° к оси дороги; сухой и легкоподвижный снег; объём снегопереноса более 300 – 500 м<sup>3</sup>/м.



Снегопредувающий забор

Защищать заборами снегопредупреждающего действия можно выемки до 5 м, низкие насыпи, нулевые места. Для защиты полувыемок-полунасыпей заборы снегопредувающего действия следует применять, если уклон косогора не превышает  $45^\circ$ . Заборы снегопредувающего действия могут быть из дерева или сборные из железобетона и керамзита.

Снегоизолирующие постоянные сооружения предназначены для полной защиты дороги от снегопадов и метелей. Конструктивно такая снегозащита выполняется в виде галерей в горных районах. Для защиты от метелей и снегопадов можно устраивать лёгкие ограждающие конструкции на наиболее опасных по снегозаносимости участках в виде навесов из полиэтиленовых плёнок, надувных навесов или других лёгких материалов и конструкций.



Снегоизолирующие постоянные сооружения:  
а) на низких насыпях; б) на участках снегозаносимых выемках; в) на нулевых участках или мелких выемках  
1 - железобетонный или деревянный каркас; 2 - прочная полиэтиленовая плёнка или стекловолокнистое полотно; 3 - надувная конструкция; 4 - ограждение

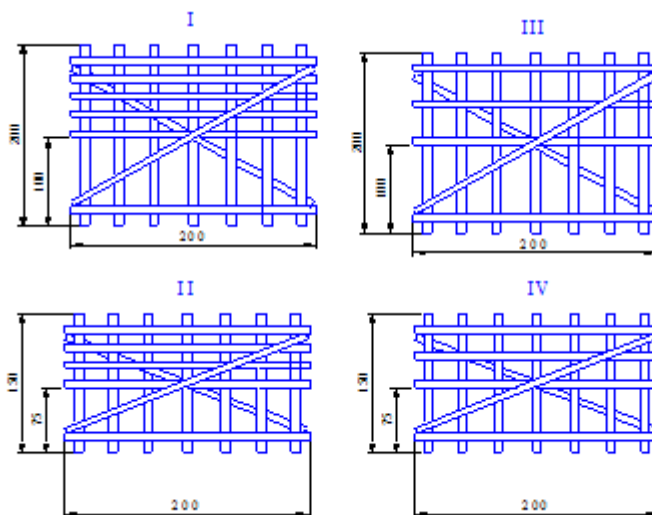
### Временные снегозадерживающие устройства

Простейшие из них снежные стенки или валы, высотой 0,5 – 0,8 м, которые устраивают снегособирающими (риджерами). Лучше работают стенки с разрывами или из отдельных столбов и пирамид. Снежные валы можно устраивать, когда толщина снежного покрова не менее 20 см.

Наиболее распространенным видом защитных устройств из снега являются траншеи, которые выкапывают с помощью двухотвальных снегоочистителей или бульдозеров. Снегозащитные траншеи прокладывают в несколько рядов, параллельно дороге. Число траншей, которые необходимо одновременно иметь для надёжной защиты дороги, зависит от объёма снегопереноса (до  $100 \text{ м}^3/\text{м}$  – не менее 3; до  $200 \text{ м}^3/\text{м}$  – не менее 4; свыше  $200 \text{ м}^3/\text{м}$  – не менее 5). Оптимальное расстояние между траншеями составляет 12 – 15 м. Ближайшая траншея должна быть расположена от дороги не ближе 30 м и не дальше 100 м. После заполнения траншей снегом до половины глубины, их прочищают.

Переносные деревянные щиты – маневренное средство снегозащиты – могут применяться в качестве самостоятельного средства защиты дорог от снежных заносов и как средство усиления посадок и постоянных заборов. Значительно меньше заносятся снегом щиты с неравномерно распределённым наполнителем, при котором решётка сгущена в верхней части и разрежена в нижней. Применяются четыре типа щитов с разреженной нижней частью:

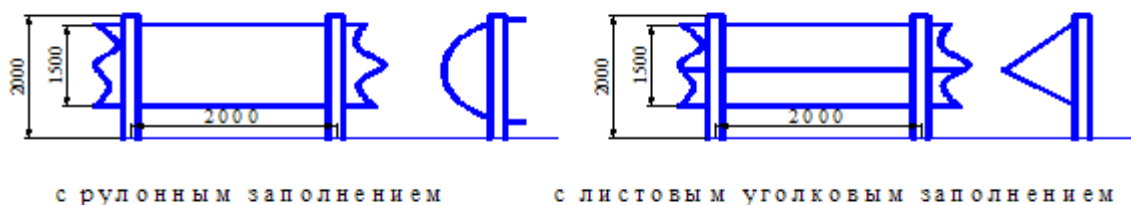
- тип I – щиты высотой 2 м с общей просветностью 50%, просветностью нижней половины 60%, верхней – 40%;
- тип II – щиты высотой 1,5 м с общей просветностью 50%, просветностью нижней половины 60%, верхней – 40%;
- тип III – щиты высотой 2 м с общей просветностью 50%, просветностью нижней половины 70%, верхней – 50%;
- тип IV – щиты высотой 1,5 м с общей просветностью 60%, просветностью нижней половины 70%, верхней – 50%;



Щиты I типа применяют в районах с объёмом снегопереноса более  $100 \text{ м}^3/\text{м}$  и скоростью ветра более 20 м/с; II типа – в районах с объёмом снегопереноса менее  $100 \text{ м}^3/\text{м}$  и скоростью ветра более 20 м/с; III типа – в районах с объёмом снегопереноса более  $100 \text{ м}^3/\text{м}$  и скоростью ветра менее 20 м/с; IV типа – в районах с объёмом снегопереноса менее  $100 \text{ м}^3/\text{м}$  и скоростью ветра менее 20 м/с.

Наряду с деревянными снегозащитными устройствами начинают использовать щиты из пластмассовых материалов. Щиты привязывают к кольям. Расстояние от щита до дороги назначают равным 15 – 20 высотам щита, между рядами в многорядных щитовых линиях – равным 25 – 30 высотам щита.

При объёмах снегоприноса до  $75 \text{ м}^3/\text{м}$  можно применять временные пространственные снегозащитные средства, предложенные кандидатом технических наук В.А. Коломийцем. Они могут иметь рулонное или листовое заполнение. Их устанавливают параллельно оси дороги на расстоянии 30 Н от бровки земляного полотна.



Комплексная снегозащита дорог. Широко применяется комплекс временных и постоянных средств защиты дорог от снежных заносов. Общая снегоёмкость комплексной снегозащиты:

$$W = W_{\text{вр}} + W_{\text{пос}}$$

где:  $W_{\text{вр}}$  – суммарная снегоёмкость временной снегозащиты;  
 $W_{\text{пос}}$  – суммарная снегоёмкость постоянной снегозащиты.

Простейший вид комплексной защиты – сочетание снежных валов и траншей с переносными решётчатыми щитами. При неоднократной перестановке щитов и устройстве траншей за зиму это позволяет задерживать до  $200 \text{ м}^3/\text{м}$ .

Оптимальный комплекс средств защиты определяют на основе расчёта общей (абсолютной) и сравнительной экономической эффективности.

#### Методы борьбы с зимней скользкостью

Зимняя скользкость включает в себя все виды снежно-ледяных образований на поверхности дороги, приводящие к снижению коэффициента сцепления: различные виды естественного обледенения, которые в метеорологии объединяют понятием гололедицы, и искусственное обледенение в виде снежного наката.

Меры борьбы. Все мероприятия по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах можно разделить на три группы по целевой направленности: мероприятия, направленные на снижение отрицательного воздействия образовавшейся зимней скользкости (повышение коэффициента сцепления колеса с дорогой путём россыпи фрикционных материалов); мероприятия, направленные на скорейшее удаление с поверхности ледяного или снежного слоя с применением химических, механических, тепловых и других методов; мероприятия, направленные на предотвращение образования снежно-ледяного слоя или ослабления его сцепления с покрытием.

Фрикционный метод является основным методом снижения отрицательного воздействия зимней скользкости. Суть его состоит в том, что на поверхность ледяного или снежно-ледяного слоя рассыпают песок, мелкий гравий, отходы дробления, золу, шлак и другие абразивные материалы размером частиц не более 5 – 6 мм без примеси глины. Россыпь производится пескоразбрасывателями или другими машинами. В РФ наибольшее применение получил песок. Расход песка на неопасных участках от 200 до  $700 \text{ г}/\text{м}^2$ , или около  $0,3 - 0,4 \text{ м}^3$  на  $1000 \text{ м}^2$  покрытия, на опасных – спусках, перекрёстках, кривых малого радиуса – нормы расхода удваивают. Недостатками метода является быстрое удаление

материала с поверхности покрытия. Целесообразно применять подогретый абразивный материал, проникающий в корку льда, и создающий более устойчивую шероховатость.

Химико-фрикционный метод заключается в смешении абразивного материала с твёрдыми хлоридами  $\text{NaCl}$ ;  $\text{CaCl}_2$ . Песчано-солевую смесь приготавливают на базах, путём смешения фрикционных с кристаллической солью в отношении 90:10 по весу. Песчано-солевые смеси распределяют пескоразбрасывателями или комбинированными дорожными машинами. Нормы расхода: на неопасных участках от 100 до 400 г/м<sup>2</sup>, или 0,1 – 0,2 м<sup>3</sup> на 1000 м<sup>2</sup> покрытия, а на опасных 0,3 – 0,4 м<sup>3</sup>.

Комбинированный химико-механический метод состоит в распределении по снежному накату твёрдых или жидких хлоридов, которые расплавляют и ослабляют снежно-ледяной слой, после чего рыхлую массу убирают плужными или плужно-щёточными очистителями, а при их отсутствии – автогрейдерами. Расход твёрдых хлоридов на 1 мм слоя замёрзшей воды колеблется от 15 до 90 г/м<sup>2</sup>, жидких – от 0,08 до 0,15 л/м<sup>2</sup> в зависимости от вида хлорида и температуры воздуха. И.В. Филиппов предложил устраивать перед распределением хлоридов канавки в снежном накате, глубиной до 2 – 5 см и шириной до 6 см. Расход снижается на 40%.

Химический способ борьбы с зимней скользкостью заключается в применении для плавления снега и льда твёрдых или жидких химических веществ, содержащих хлористые соли. Физическая сущность взаимодействия хлористых солей с ледяной поверхностью состоит в гидратации ионов хлора молекулами воды. Этот процесс сопровождается выделением тепловой энергии. Однако при плавлении льда образуются растворы, которые могут замёрзнуть и стать причиной нового обледенения покрытия.

Для снижения интенсивности коррозии металлических деталей автомобилей, в хлоридную среду добавляют замедлители коррозии – ингибиторы (гексаметофосфат натрия, одно- или двухзамещённый фосфат натрия и суперфосфат).

Способы предупреждения образования и профилактики зимней скользкости включают гидрофобизацию покрытий, введение в верхний слой покрытия хлоридов (физико-химический способ) и профилактическую россыпь и розлив хлоридов.

Гидрофобизация заключается в нанесении водоотталкивающих веществ на покрытие. На гидрофильной поверхности вода растекается и замерзает в виде сплошного слоя льда, который прочно скрепляется с поверхностью покрытия. На гидрофобной поверхности угол растекания жидкости значительно больше, вода быстро стекает с поверхности и лёд вообще не образуется или образуется в виде отдельных капелек. Сцепление такого льда в 3 – 4 раза меньше. В качестве гидрофобизирующих применяются кремнийорганические соединения.

Физико-химический метод заключается в придании поверхности покрытия гидрофобных свойств путём введения в состав материала соответствующих химических веществ. Возможно использование асфальтобетонных покрытий с добавками верглимита, изготовленного на основе хлористого кальция. Покрытия, изготовленные с добавкой верглимита, плавят снег и лёд. В Гипродорнии разработана технология строительства верхнего слоя покрытия из асфальтобетонной смеси, в которую добавляют твёрдый хлористый натрий – до 5 % от массы вяжущего. При этом температура смерзания льда с покрытием снизилась до – 18° С, а прочность сцепления льда с покрытием уменьшилась в 10 раз.

Профилактический метод борьбы со скользкостью заключается в распределении противогололёдных материалов до образования на поверхности покрытия гололедицы и снежного наката. За 30 – 60 минут до образования гололедицы по поверхности

покрытия распределяют твёрдые или жидкие хлориды (расход от 5 до 20 г/м<sup>2</sup>). В Москве применяются автоматизированные системы распределения противогололёдных материалов по данным сигнализаторов гололедицы.

Тепловые способы борьбы с гололедицей: конвективный, когда плавление льда осуществляется тепловой струёй, обогревающей поверхность покрытия, и кондуктивный, когда покрытие обогревается теплоносителем, заложенным в дорожную одежду.

Базы хранения противогололёдных материалов.

Для эффективной борьбы с зимней скользкостью необходимы специализированные базы хранения, переработки и погрузки противогололёдных материалов. Базы устраивают для химических реагентов, для фрикционных материалов, комбинированные (на которых хранятся и те и другие материалы).

Объём хранения зависит в основном от климатических условий и значения обслуживаемых дорог. Базы химических противогололёдных реагентов рассчитывают объёмы хранения от 350 до 700 тонн для дорог различных категорий и различных климатических условий.

Размещают у источников получения (железнодорожных станций, пристаней, скважин для добычи рассолов). Базы фрикционных материалов размещают у карьеров или около дорог. Объём хранения фрикционных материалов от 1000 до 2000 м<sup>3</sup>.

По техническому уровню сооружений, организации хранения, транспортных и погрузочных операций базы могут быть капитальными высокомеханизированными или упрощённого типа с передвижными средствами механизации.

Твёрдые химические реагенты хранят в закрытых помещениях в деревянных или кирпичных складах, хлористый натрий – навалом, хлористый кальций – в бумажных или полиэтиленовых мешках. Пол склада делают и покрывают асфальтобетоном или пластмассой. Металлические конструкции перекрытия окрашивают, чтобы защитить от коррозии.

Жидкие хлориды хранят в цистернах или бетонных резервуарах. Цистерны вместимостью 50 тонн устанавливают на площадках с твёрдым покрытием, соединяя несколько цистерн (до 8 – 10 и более) в единую батарею с помощью трубопроводов, позволяющих производить перекачку из одной цистерны в другую, а также подавать рассол в распределители жидких хлоридов.

На базах противогололёдных материалов, помимо хранения и погрузки, выполняются также операции по приготовлению материалов и улучшению их свойств. Фрикционные материалы приходится смешивать с солью, а химические реагенты – между собой и с ингибиторами.

На базах упрощённого типа операции по смешиванию выполняют на открытых площадках с помощью бульдозеров, экскаваторов, автогрейдеров, самоходных погрузчиков и других машин. Базы капитального типа имеют комплекс стационарного оборудования для выполнения всех технологических операций.

Контрольные вопросы:

1. Как осуществляется защита дорог от снежных заносов?
2. Какими методами осуществляется борьба с зимней скользкостью?
3. Как осуществляется хранение химических реагентов?

## **Лекция 9. "Весеннее содержание автомобильных дорог"**

План.

1. Содержание земляного полотна и полосы отвода.
2. Содержание проезжей части.
3. Содержание искусственных сооружений.
4. Особенности содержания дорог в горной местности.

Ключевые слова:

Система водоотвода, снегоочистка покрытия, подготовительные работы, основные работы, заключительные работы, борьба с оползнями, защита от обвалов, защита от солей, борьба с песчаными заносами.

Содержание земляного полотна и полосы отвода

Система водоотвода. Весной необходимо подготовить систему водоотвода к пропуску талых вод, очистить от снега боковые канавы.

Содержание откосов и обочин включает полное удаление с них снега, скашивание травы, удаление кустарника и посторонних предметов, систематическую планировку, заравнивание ям, колеи и других повреждений.

Снегоочистка покрытия, откосов и обочин земляного полотна препятствует пучинообразованию. Предотвращение пучин достигается прокопкой осушительных воронок на обочинах. Воронки роют с обеих сторон пучинистого участка в шахматном порядке (ширина 0,2 – 0,3 м, глубина равна толщине дорожной одежды). Дну воронок придают продольный уклон 40 – 50 промилле. Воронки способствуют быстрейшему оттаиванию земляного полотна и его осушению.

В случае развития процесса пучинообразования необходимо предохранить покрытие от разрушения путём ограничения скорости и состава движения по автомобильной дороге либо устройством “подушки”, распределяющей воздействие от колёс автомобилей из котельного шлака, несмёрзшегося сухого песка или гравийно-песчаной смеси слоем 10 – 15 см. На подушку укладывают деревянные щиты или временное колеиное покрытие.

Борьбу с пучинами полностью прекращают, когда грунт земляного полотна полностью просохнет. С проезжей части убирают настилы, щиты, шлак и песок, засыпают осушительные воронки на обочинах, восстанавливают локальные повреждения покрытия.

В конце весны устраняют повреждения земляного полотна: засыпают промоины, исправляют бровки, убирают оплывший грунт с откосов выемок и насыпей, подсыпают и укрепляют обрушившиеся откосы.

Содержание полосы отвода в весенний период заключается в обеспечении стока талых вод и отвода их от автомобильной дороги.

Содержание проезжей части

В весенний период все типы покрытий после схода снега очищают от грязи, песка, пыли и материалов, применяемых для борьбы с зимней скользкостью. На одеждах с переходными типами покрытий проезжую часть очищают в самый короткий срок (3 – 5 дней).

После установления тёплой и сухой погоды проводят мероприятия по устранению повреждений, аналогичные работам в осенний и летний периоды.

Содержание искусственных сооружений

При содержании искусственных сооружений регулярно проводят текущие, периодические и специальные осмотры, организуют безопасное движение по ним в любое время года, поддерживают чистоту, а также обеспечивают сохранность сооружения в период пропуска интенсивного водного потока и стихийных бедствий.

После прохода паводковых вод проводят очередные текущие осмотры мостов и труб. Малые мосты и трубы дополнительно осматривают после сильных и продолжительных ливней, когда возможен подъём уровня водотока; в районах



искусственного орошения водопропускные трубы и дюкеры осматривают также перед началом поливов, один раз в месяц во время поливов и после их окончания.

В содержании элементов мостового полотна входят удаление пыли и грязи с проезжей части и тротуаров, устранение повреждений с поверхности бордюров, парапетных ограждений, замена мастики в деформационных швах.

У железобетонных мостов устраняют поверхностные дефекты балок, диафрагм, плит, узлов сопряжения, стыков, заделывают трещины, защищают от коррозии арматуру и бетон.

При содержании металлических мостов предупреждают появление и развитие коррозии металла путём обеспечения водоотвода, очистки конструкции от грязи и ржавчины, окраски мостов; подтягивают болты и заменяют заклёпки в креплениях; контролируют появление трещин и других деформаций в элементах моста.

## Особенности содержания дорог в горной местности

Борьба с оползнями. Регулируют поверхностный и подземный сток.

Для обеспечения поверхностного стока: планируют откосы и склоны; устраивают водоотводные и нагорные каналы, водосборные лотки; высевают траву и высаживают кустарники. Регулирование подземного стока применяют для перехвата или понижения грунтовых вод.

Регулирование подземного стока применяют для перехвата или понижения уровня грунтовых вод. С этой целью выполняют горизонтальный дренаж (сплошные разрезы, траншейный дренаж с трубами и др.); вертикальный дренаж (буровые скважины и шахты, дренажные колодцы) и комбинированный дренаж (с элементами горизонтального и вертикального).

Изменяют рельеф склона с целью уменьшения его крутизны или придания очертания, способствующего устойчивости.

Возводят удерживающие сооружения: подпорные стены; контрбанкеты и контрофорсы; анкерные конструкции; забивные и буронабивные сваи с ростверком и без него; комбинированные свайные конструкции.

Повышают устойчивость грунтов оползневых склонов (цементация, смолизация, силикатизация, обжиг грунтов через скважины форсунками, покрытие торкрет-бетоном, набрызгобетоном и др.)

Защита от обвалов. Меры по защите от скальных обвалов делят на профилактические и защитные. Профилактические: очистка склонов и откосов с удалением неустойчивых глыб и обломков скального грунта; заблаговременное обрушение неустойчивых скальных массивов; уменьшение крутизны откосов и склонов. Защитные: возведение поддерживающих сооружений; закрепление с помощью анкеров и свайных конструкций; защита от выветривания склонов и откосов; применение улавливающих сооружений и устройств, противообвальных галерей.

Защита от селей. Предотвратить опасность образования селевых потоков возможно путём: сохранения и развития древесной, кустарниковой и травянистой растительности на селеопасных склонах; пропашки и поперечной обработки склонов для замедления стока; улучшения водоотвода с расчисткой водоотводных и селеотводящих каналов и лотков: ускорением снеготаяния зачернением снега.

Борьба с песчаными заносами. Движение песков возможно приостановить установкой защитных щитов. Прекратить движение песков можно закрепляя их растительностью. Ширина закрепления составляет от 25 до 150 метров в зависимости от подвижности песков.

Подвижные пески можно временно закреплять (для создания защитной корки, предохраняющей посадки и посевы от выдувания в первоначальный период зарастания

песков), распределяя вязущие (фиксаторы). Для этого применяют медленно распадающиеся битумные эмульсии.

Контрольные вопросы:

1. Как осуществляется содержание земляного полотна и полосы отвода?
2. Как осуществляется содержание проезжей части?
3. Как осуществляется содержание искусственных сооружений?
4. Какие особенности имеет содержание дорог в горной местности?

## **Лекция 10. Влияние состояния дорожного покрытия и погодных-климатических факторов на транспортные качества дороги.**

План

1. Надежность и проезжаемость автомобильных дорог.
2. Ровность покрытия.
3. Скользкость и шероховатость покрытия.
4. Погодно-климатические факторы и транспортные качества дороги.

Ключевые слова: надежность дороги, отказ, капитальный ремонт, ровность, проезжаемость, измерение ровности, шумовые полосы, трясущие полосы, скользкость, климатические факторы, весенний период, осенний период.

Под надежностью автомобильной дороги понимают вероятность обеспечения среднегодовой технической скорости транспортного потока, близкой к оптимальной в течении нормативного срока (межремонтного периода между капитальными ремонтами дорожной одежды) службы дорожной одежды. Количественно надежность дороги выражается числом автомобилей в составе потока, движущихся со скоростью не ниже оптимальной, отнесенным к общему числу автомобилей.

Можно говорить о надежности отдельных элементов дороги: дорожной одежды, геометрических элементов, искусственных сооружений. Поэтому понятие надежности автомобильной дороги включает надежность отдельных ее элементов. В настоящее время наиболее детально разработаны вопросы надежности для дорожных одежд. Основой этого подхода является учет случайных изменений прочного состояния дорожной одежды.

Уменьшение надежности начинается после расчетного срока службы  $T_{сл}$  дорожной одежды. При росте интенсивности по геометрической прогрессии расчетный год определяют по формуле:

$$t_p = 1 + \frac{1}{\lg g} \cdot \lg \left( \frac{1}{T_{сл}} \cdot \frac{g^{T_{сл}} - 1}{g - 1} \right)$$

где  $g$  - знаменатель геометрической прогрессии, описывающий рост интенсивности движения от года к году;

$T_{сл}$  - срок службы, годы.

Надежность тесно связана с понятием отказа, под которым понимают событие, характеризующее потерю работоспособности или выход из строя элемента какой-либо системы.

Для дорожной одежды под отказом понимают снижение расчетной прочности за период менее предусмотренного расчетом. В общем случае отказ дорожной одежды - это событие, при котором нарушается возможность транспортного потока выполнять

определенную удельную работу (в тонно-километрах за час или сутки). Отказ дорожной одежды может возникнуть при снижении ее прочности, ухудшении ровности, сцепных качеств покрытия дороги. Учитывая, что появление отказов дорожной одежды происходит не сразу, а по мере ее эксплуатации, мероприятия по улучшению состояния дорожных одежд следует выполнять стадийно.

В момент необходимости капитального ремонта дорожное покрытие достигает своих предельных технических характеристик, когда дальнейшая эксплуатация дороги становится невозможной, т.е. возникает отказ. Этот момент характеризует нижний предельно допустимый уровень надежности.

После исчерпания возможности конструкции обеспечивать требуемые эксплуатационные характеристики на основе ремонтов и содержания необходим перевод этой конструкции в новое качественное состояние на основе реконструкции, т.е. устройства более капитального покрытия.

В соответствии с теорией надежности при не резервированных системах, какой является автомобильная дорога с одной проезжей частью, надежность дороги в целом оценивается надежностью ее составных элементов (дорожной одежды и покрытия, искусственных сооружений, земляного полотна, геометрических элементов).

Более узким понятием является проезжаемость дороги. Под проезжаемостью автомобильной дороги понимают возможность проезда одиночных автомобилей различных типов с минимально допустимой скоростью в различные периоды года.

Ровность является одним из основных показателей, характеризующих удобство движения по дороге и оказывающих решающее влияние на скорость автомобилей и транспортную работу дороги в целом.

Плохое состояние покрытия дороги значительно ухудшает условия движения: появляются вредные для водителя и автомобиля вибрации, существенно усложняются условия работы водителя, так как он длительное время вынужден следить за состоянием проезжей части, часто изменять траекторию движения, тормозить и разгоняться. Все это отвлекает его внимание от других важных с точки зрения безопасности движения, элементов дороги и автомобиля. Поэтому ухудшение ровности приводит к повышению аварийности.

Существуют три группы приборов для измерения ровности поверхности дорожных покрытий: приборы для оценки ровности поверхности покрытий (рейки различных конструкций), приборы, позволяющие измерять продольный профиль дорожных покрытий (профилографы), приборы, основанные на оценке динамического воздействия покрытия на автомобиль (толчкомер, акселерометр).

Ровность измеряют при строительстве с помощью рейки длиной 3 м. Максимальный просвет под такой рейкой допускается не более 5 мм.

Наиболее распространенный прибор для измерения ровности - толчкомер, впервые предложенный в 30-х годах проф.А.К.Бируля.

Основными причинами происшествий на участках дорог с неудовлетворительной ровностью являются взаимное столкновение автомобилей, движущихся на малой дистанции, при резком торможении переднего автомобиля перед неровностью (или выбоиной), а также столкновение автомобилей при внезапных заездах на полосу встречного движения при объезде неровностей.

Возможны также происшествия в ночное время вследствие ослепления водителей отражением света от поверхности воды, заполняющей неровности.

Практика показывает, что при очень высокой ровности покрытия водители склонны к превышению безопасных скоростей движения. Поэтому в настоящее время наряду с решением, проблемы обеспечения высокой ровности покрытия, ставится задача разработки мероприятий по предупреждению водителей о превышении безопасной скорости движения.

Одним из таких мероприятий является устройство шумовых и трясущих полос.

Поддержание ровности дорожного покрытия позволяет существенно снизить расходы, как на ремонт автомобилей, так и на ремонт дорожной одежды.

Скользкость дорожного покрытия - важнейшая характеристика транспортно-эксплуатационного состояния дороги. Критерием скользкости покрытия является коэффициент сцепления. Недостаточное сцепление шины колеса с покрытием является, как правило, первопричиной дорожно-транспортных происшествий с тяжелыми последствиями. Статистика показывает, что вследствие низкого значения коэффициента сцепления в весенний и осенний периоды происходит до 70% всех происшествий, в летний период 30%. Вместе с тем коэффициент сцепления оказывает малозаметное влияние на скорости движения. Так, снижение скорости при увлажнении покрытия не превышает 10-12 км/ч. Проведенные в США опыты на участке автомобильной магистрали показали, что после увлажнения покрытия средние скорости движения изменились незначительно и уменьшились всего на 3-5 км/ч. Наиболее резкое снижение скорости (на 20 км/ч) наблюдается при появлении гололеда, когда водители особо осторожны.

Автомобильные дороги, как транспортные сооружения, работают при постоянном воздействии погодных-климатических факторов и движения. Наиболее значительно изменяются транспортно-эксплуатационные качества дорог по сезонам года.

В зимний период на условия движения оказывают решающее влияние снежные заносы, гололед, туман, низкая температура, короткая продолжительность светлого времени суток.

Близкими по влиянию на транспортные качества дорог являются осенний и весенний периоды. Для осеннего периода характерно переувлажнение земляного полотна и дорожной одежды, неожиданное появление короткого временного гололеда, большое количество осадков, туманы. В этот период значительно загрязняется проезжая часть, что приводит к резкому снижению коэффициента сцепления шины колеса с дорожным покрытием, разрушаются обочины, уменьшается эффективная ширина проезжей части.

Весенний период характерен резкими колебаниями температуры в течение суток и резкими переходами от сухой погоды к дождливой. В это время в связи с переувлажнением низа дорожной одежды снижается ее несущая способность, что требует ограничения движения тяжелых автомобилей.

Особенно подвержены влиянию различных природных факторов автомобильные дороги, проходящие в сложных условиях рельефа местности. На дорогах проходящих, в горной местности часто возникают туманы, обвалы, снежные лавины, селевые потоки. Это вызывает необходимость разработки специальных мероприятий по обеспечению возможности проезда по дорогам с учетом неблагоприятных природных явлений. Для этого строят снегозащитные галереи, селедуки, проектируют поперечный профиль дороги, при котором обеспечивается наибольшая устойчивость земляного полотна. Характерным является резкое колебание температуры, приводящее к разрушению дорожных покрытий. В образовавшиеся трещины попадает вода, которая, замерзая еще больше разрушает покрытие.

Для дорог, проходящих в равнинных районах, неблагоприятными являются осенний и весенний периоды, особенно для участков с высоким уровнем грунтовых вод.

К существенному снижению транспортно-эксплуатационных качеств приводит уменьшение расстояния видимости в тумане и при интенсивном пылеобразовании в сухой период года.

Происходит снижение скоростей движения, возрастание числа дорожно-транспортных происшествий.

По данным А.П.Васильева, в зимний период эффективно используемая ширина проезжей части составляет: 6-6,6 м на двухполосных дорогах с покрытием шириной 7 м; 8,7 м на трехполосных дорогах с покрытием шириной 1,5 м; 5,5-6,5 м для одного направления с проезжей частью 7 м на четырехполосных дорогах с разделительной полосой.

Исследования Е.М. Окорковой показали, что половина столкновений и опрокидываний происходит при неблагоприятных условиях.

#### Контрольные вопросы

1. Что понимаете под надежностью автомобильной дороги.
2. Из каких элементов складывается надежность автомобильной дороги.
3. Когда начинается уменьшение надежности автомобильной дороги.
4. Как определяется необходимость капитального ремонта автомобильной дороги.
5. Что понимаете под ровностью дороги.
6. Какими приборами измеряется ровность покрытия
7. Какие последствия имеет скользкость покрытия.
8. Чем характеризуется весенний период года по отношению к погодно-климатическим условиям.
9. Какие меры принимаются в зимний период для улучшения ТЭЖД.
10. Как влияют погодно-климатические условия на число ДТП.

#### **Лекция 11. Влияние элементов дорог и средств регулирования на режимы движения автомобилей.**

##### План

1. Качественное состояние потока автомобилей.
2. Режимы движения потоков автомобилей на горизонтальных участках дорог.
3. Влияние элементов дорог на скорости движения.
4. Средства регулирования и скорости движения.

Ключевые слова: коэффициент загрузки движением, коэффициент скорости движения, коэффициент насыщения движением, уровень удобства, плотный поток, снижение скоростей, ширина обочины, радиус кривых в плане, участки подъемов, расстояние видимости, средства организации движения.

С изменением интенсивности движения на дороге резко меняется качественное состояние транспортного потока и условия труда водителей.

Для характеристики различных состояний потока автомобилей и условий движения используют следующие показатели: коэффициент загрузки движением, коэффициент скорости движения, коэффициент насыщения движением, уровень удобства движения.

Коэффициент загрузки движением  $z$  представляет собой отношение интенсивности движения  $N$  к пропускной способности данного участка (или элемента) дороги  $P$ , т.е.

$$Z=N/p; \quad (1)$$

Применение понятия коэффициента загрузки позволяет строить сопоставимые зависимости характеристик движения потока автомобилей от дорожных условий для дорог различных категорий, так как эта величина безразмерная. Коэффициент « $z$ » может принимать любые значения от 0 до 1.

Коэффициент скорости движения  $C$  - это отношение скорости при каком-либо уровне удобства движения  $V_z$  к желаемой скорости в свободных условиях  $V_{ж}$ , которую выбирает водитель для обеспечения высокой комфортабельности поездки:

$$C=V_z/V_{ж}. \quad (2)$$

Значение желаемой скорости в свободных условиях зависит от многих факторов: расстояния до цели поездки, состояния водителя, его квалификации и опыта, состояния дорожного покрытия, геометрических элементов и планировочных решений на дороге.

Коэффициент насыщения движением « $p$ » представляет собой отношение плотности при каком-либо уровне удобства  $g_2$  к максимальной плотности  $g_{max}$ , т.е.

$$p = g_2 / q_{max} \quad (3)$$

Под уровнем удобства движения понимается определенное качественное состояние потока автомобилей, при котором устанавливаются характерные условия труда водителей, условия комфортабельности поездки и эффективности работы автомобилей, а также аварийность. Каждый уровень характеризуется значениями коэффициентов загрузки, скорости и насыщения движением.

Для установления границ уровней удобства движения были проведены экспериментальные исследования с применением ходовой лаборатории, аэрофотосъемки и анализа видеозаписей и киносъемки.

**Уровень удобства А** Этот уровень характеризуется коэффициентами загрузки  $z \leq 0,2$ , скорость  $C \geq 0,9$  и насыщенности  $p < 0,1$ . Обгоны практически отсутствуют, автомобили не взаимодействуют между собой. Поток при уровне А называется свободным.

**Уровень удобства Б.** При этом уровне  $z=0,2 \div 0,45$ ;  $c=0,7 \div 0,9$ ;  $p=0,1 \div 0,3$ . В потоке непрерывно возрастает число быстродвижущихся автомобилей, которые совершают обгоны или вынуждены двигаться пачками за медленно движущимися. Опыты с применением ходовой лаборатории показали, что обгоны невозможны при  $Z=0,45$ . Такой поток называется устойчивым.

**Уровень удобства В.** При этом уровне  $Z=0,45 \div 0,7$ ,  $c=0,55 \div 0,70$ ;  $p=0,3 \div 0,7$ . Характерным является дальнейшее снижение скорости. Поток состоит из отдельных больших групп и пачек. Такой поток носит название неустойчивого.

**Уровень удобства Г,** При этом уровне удобства  $Z=0,7 \div 1,0$ ;  $c=0,55 \div 0,40$ ;  $p=0,7 \div 1,0$ . Движение происходит с остановками вследствие состояния потока, близкого к затору. Скорости всех автомобилей близки между собой, среднее квадратическое отношение значений скоростей небольшие. Этот поток можно назвать насыщенным.

Согласно исследованиям Б.Б. Анохина наименьший расход топлива отмечается при  $Z=0,5 \div 0,6$ .

На горизонтальных участках основное влияние на режим движения оказывают интенсивность, состав и плотность движения. Для установления характера зависимости скорости от интенсивности и состава движения наблюдения проводят на прямых горизонтальных участках, имеющих хорошую ровность.

При плотных потоках данные наблюдений соответствуют кривой нормального распределения.

$$P_i = \frac{P_i^{(\phi)}}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(v^i - v)^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

где,  $P_i$ - Теоретическое значение частот

$P_i^{(\phi)}$  - фактическая частота появления значений скоростей в заданном интервале  $\Delta V$  (обычно  $\Delta V$  принимают равными 5 км/ч);

$\sigma$  - среднее квадратическое отклонение значений скоростей, км/ч.

$V$  - средняя скорость движения всего потока, км/ч;

$V_i$ ; - скорость 1-го автомобиля, км/ч

Скорости легковых автомобилей  $V$ , быстрее, чем скорости грузовых  $V$ ,

$$V_{л}=78,0-0,0385 N; \quad (5)$$

$$V_{гр}=54,2-0,0122N; \quad (6)$$

Более интенсивное снижение скоростей легковых автомобилей связано с большим различием в динамических качествах легковых и грузовых автомобилей. Снижение скорости грузовых автомобилей в основном объясняется влиянием медленно движущихся автомобилей и невозможностью их обгона. При интенсивности движения в двух направлениях более 700 авт/ч разница в скоростях легковых и грузовых автомобилей составляет менее 10 км/ч.

Скорость движения во многом определяется размерами и сочетаниями геометрических элементов автомобильных дорог. Из элементов поперечного профиля наибольшее влияние на скорость движения оказывает ширина проезжей части и обочин.

Исследования, проведенные в Финляндии, показали, следующее влияние ширины обочин на техническую скорость движения (при  $0,5 < b < 2,5$  м);

$$V = 69,0 + 9,86 \text{ (средняя для потока);}$$

$$V_n = 73,0 + 10,56 \text{ (средняя для легковых автомобилей);}$$

Среднее квадратическое отклонение технической скорости;

$$\sigma_v - 12,8 + 2,7b \text{ (при } 0,5 < b < 2,5 \text{ м).}$$

Мгновенные скорости движения зависят от ширины обочины в месте производства замеров, на основе регрессионного анализа получены следующие уравнения.

$$V = 57,0 + 4,76 \text{ (всего потока при } 1,0 < b < 3,5 \text{ м); } V_n = 65,0 + 5,3b$$

(легковых автомобилей при  $1,0 < b < 3,5$  м).

Среднее квадратическое отклонение мгновенных скоростей

$$\sigma = 10,0 + 0,85b \text{ при } 1,0 < b < 3,5 \text{ м.}$$

Существенное изменение скоростей движения наблюдается на участках подъёмов. Значение установившейся скорости, характерной для определённого уклона.

$$V_i = V_0 / (1 + di)$$

где  $V_0$  - начальная скорость при въезде на подъём, км/ч

$d$  - эмпирический коэффициент

$i$  - продольный уклон в долях единицы.

На скорость оказывает влияние также длина подъёма. Наиболее резкое падение скорости наблюдается на первых 200-300 м при уклонах 50 % и более и на первых 600-800 м при уклонах менее 30 %.

Большое влияние на скорости движения оказывают радиусы кривых в плане. Скорости в свободных условиях на кривых с обеспеченной видимостью более 700 м. могут быть определены по уравнениям, предложенным М.Б.Афанасьевым.

Различные исследователи предлагают следующие зависимости средней скорости движения от радиуса кривой в плане:

$$V = 71,2 - 1540/R \text{ (Россия)} \qquad V = 74 - 1540/R \text{ (Болгария)}$$

$$V = 69,3 - 1290/R \text{ (Венгрия)} \qquad V = 74 - 2810/R \text{ (США)}$$

Модальные значения скорости зависят от радиуса кривой в плане:

$$V = 78(1 - e^{-0,01592})$$



Расстояние видимости также является важным фактором, определяющим скорость движения. Возрастая с увеличением расстояния видимости, скорости движения практически стабилизируются при расстоянии свыше 600-700 м.

На дорогах Финляндии наблюдается снижение технической скорости в зависимости от расстояния видимости в соответствии со следующими зависимостями при различных значениях коэффициента корреляции  $r$ :

$$V_n = 88.0 - 0.168 S; \quad (r=0.71);$$

$$V_n = 93.7 - 0/177 P_s; \quad (r=0.71).$$

где  $S$  - расстояние видимости, м;

$P_s$  - количество участков с ограниченной видимостью, %. Мгновенные скорости и среднее квадратическое отношение изменяется по зависимостям:

$$V_n = 69,1 + 0,0215 S; \quad (V=0,64);$$

$$V_d = 73,2 + 0,0232 S; \quad (V=0,65);$$

$$\sigma = 14,7 + 0,0036 S; \quad (V=0,34);$$

На скорость движения на мостах оказывает влияние и интенсивность движения. Отмечено снижение скорости движения по длине моста. А.В.Батковым предложена эмпирическая формула для расчёта скорости движения легковых автомобилей на мосту при низкой интенсивности движения (свободные условия движения):

$$V_0 = 30,625 + 3,125\Gamma - 0,206L + 0,01875\Gamma L$$

где  $\Gamma$  - габарит моста, м ( $7 < \Gamma < 13$  м);  $L$  - длина моста, м.

По данным О.А.Дивочкина, большое влияние на скорость движения оказывают препятствия, расположенные сбоку от дороги. Средняя разница скоростей при расстояниях до деревьев 0,65 м и 3,1 м от кромки проезжей части составляет 11,5 км/ч.

Установка на дорогах средств информации водителей и организации движения вызывает изменение скоростного режима движения потока автомобилей.

Исследование, проведенные С.К.Кашкиным показали, что наиболее действенное влияние на режим движения оказывают дополнительный знак «ограничение скорости 60 км/ч» установленный на одной стойке с предупреждающим-«Прочие опасности», и знак «Прочие опасности», установленной в 100 м перед знаком «Опасный поворот».

В США был испытан знак «Обгон запрещен», установленный в зоне расположения школы. Скорость 85%-ной обеспеченности всех автомобилей снизилась с 40 (до установки знака) до 70 км/ч (после его установки). Исследования, проведенные в США, показали необходимость тщательного анализа условий установки знака «Обгон запрещен». Установка, что запрещать обгон необходимо, если не обеспечена видимость, соответствующая средним требованиям скоростям движения; 51 км/ч - 225 м; 105-112 км/ч - 570 м. расстояние между зонами запрещения обгона должно быть: при скорости 51 км/ч - 75 м, при скорости 98 ÷ 112 км/ч - 135 м.

Большое внимание во всех странах мира уделяется ограничению скоростей движения. Основная цель этого ограничения - снизить аварийность.

## Контрольные вопросы

1. На что влияет изменение интенсивности движения.
2. Как определяется коэффициент загрузки движения.
3. Как определяется коэффициент скорости и значение желаемой скорости.
4. Как определяются уровни удобства А,Б,В и Г.
5. Как определяется кривая нормального распределения.
6. Как влияют геометрические элементы автомобильной дороги на скорость движения.
7. Как влияет подъем дорог на скорость движения.
8. Как влияет радиус кривой на скорость движения.
9. Что понимаете под мгновенной скоростью и как она определяется.
10. Как влияют средства информации на организацию дорожного движения.

## Лекция 12. Оценка безопасности движения на автомобильных дорогах.

### План

1. Анализ данных о дорожно-транспортных происшествиях.
2. Выявление опасных участков на дорогах.
3. Оценка безопасности движения на пересечениях.
4. Изучение аварийных участков.
5. Оценка потерь от ДТП.

Ключевые слова; учет ДТП; классификация происшествий; метод коэффициентов аварийности; метод коэффициентов безопасности; аварийные участки; опасные элементы; обоснование мероприятий; прямые потери; косвенные потери.

Анализ распределения дорожно-транспортных происшествий вдоль дороги и плотности их концентрации позволяет выявить опасные участки и установить степень влияния дорожных условий на аварийность.

В настоящее время существует общегосударственная система учета ДТП на всей сети дорог страны., организацией которой занимается Главное Управление СБДД МВД Республики Узбекистан. Кроме этого, сведения о дорожно-транспортных происшествиях собираются и анализируются всеми дорожными организациями, а также автотранспортными предприятиями.

В Узбекистане принята следующая классификация происшествий по их видам: столкновение транспортных средств; опрокидывание транспортных средств; наезд на препятствие; наезд на пешехода; наезд на транспорт; наезд на велосипедиста; наезд на стоящее транспортное средство; наезд на животное; падение пассажира; прочие происшествия.

Для выявления опасных участков и прогнозирования степени опасности отдельных участков дороги используют методы, предложенные проф. В.Ф. Бабковым: метод коэффициентов аварийности; методы коэффициентов безопасности.

Коэффициентом безопасности  $K_{без}$  называют отношение максимальной скорости движения, обеспечиваемой тем или иным участком дороги  $V$ , к максимально возможной скорости въезда автомобилей на этот участок  $U_{пх}$ :

$$K_{\text{без}} = V/V_{\text{БК}}$$

Участки дорог оценивают по степени опасности для движения, исходя из следующих значений коэффициентов безопасности:

Коэффициент безопасности: <0,4      0,4-0,6      0,6-0,8      >0,8

Характеристика участка дороги: очень опасный    мало опасный    практически опасный, не опасный.

При обследованиях автомобильных дорог строят линейный график изменения коэффициента безопасности на основе линейного графика изменения скорости движения одиночного легкового автомобиля. На этом графике выделяют участки по степени опасности, уделяя особое внимание участкам, где значение коэффициента безопасности менее 0,4. В проектах новых дорог не допускаются участки со значениями коэффициентов безопасности менее 0,8. При разработке проектов реконструкции и капитального ремонта автомобильной дороги следует перепроектировать участки со значениями коэффициентов безопасности менее 0,6.

Степень опасности участка дороги можно характеризовать также итоговым коэффициентом аварийности, который представляет собой произведение частных коэффициентов, учитывающих влияние отдельных элементов плана и профиля дороги

$$K_{\text{ИТ}} = K_1 K_2 \dots K_{19},$$

где, коэффициенты  $K_1 K_2 \dots K_{19}$  - отношение числа дорожно-транспортных происшествий на участке при том или ином значении элемента плана и профиля к числу происшествий на эталонном горизонтальном прямом участке дороги с проезжей частью шириной 7,5 м, шероховатым покрытием и укрепленными обочинами.

Значения частных коэффициентов аварийности приведены в «Указаниях по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» (ВСН 25-97, концерн «Узавтойул»).

При определении значения коэффициента учитывающего влияние радиуса кривой в плане, вводят поправку на наличие виража. Для этого при оценке степени безопасности движения исходят из значения эквивалентного радиуса кривой, допускающей движение с той же скоростью, что и рассматриваемая кривая, но имеющий уклон виража, равный уклону проезжей части на прямых участках.

$$R_{\text{экв}} = \frac{\varphi_{\text{кр}} \pm i_{\text{кр}}}{\varphi_{\text{пр}} + i_{\text{пр}}} R_{\text{кр}},$$

где  $\varphi$  - коэффициент поперечной силы, при расчетах на устойчивость, принимаемый равным коэффициенту поперечного сцепления (примерно 0,6 коэффициента продольного сцепления);

$i$  - поперечный уклон в долях единицы;

Индекс «кр» относится к рассматриваемой кривой, а индекс «пр» к характеристике проезжей части на прилегающем участке.

Для выявления опасных участков строят линейный график итоговых коэффициентов аварийности, на котором наносят сжатый план и профиль дороги с выделением всех элементов, от которого зависит безопасность движения и для которых имеются частные коэффициенты аварийности (продольные уклоны, вертикальные кривые, кривые в плане, мосты, населенные пункты, пересекающиеся дороги и др.).

На графике фиксируют по отдельным перегонам среднюю интенсивность движения по данным учета, проводимого дорожными организациями или установленную при обследованиях дорог. На этом же графике показывают места дорожно-транспортных происшествий. Анализ линейного графика коэффициентов аварийности выполняют одновременно с анализом графика распределения ДТП.

В проектах новых дорог рекомендуется перепроектировать участки, на которых итоговый коэффициент аварийности превышает 15-20. В проектах реконструкции или капитального ремонта дорог в условиях холмистого рельефа предусматривают перестройку участков с  $K_{ит}$  более 25-50 в зависимости от местных условий.

На существующих дорогах и коэффициенте аварийности более 10-20 наносят разметку проезжей части, запрещающий обгон с въездом на полосу встречного движения, при коэффициенте аварийности более 20-40 устанавливают знаки запрещения обгона и ограничения скорости.

Если значение коэффициентов аварийности на смежных участках отличаются сравнительно мало, а возможности быстрого улучшения всей дороги ограничены, при обследованиях необходимо установить очередность улучшения условий движения или перестройки опасных участков. Для этого при построении графиков коэффициентов аварийности дополнительно учитывают тяжесть ДТП. По предложению О.А. Дивочкина, рекомендуется вводить к частным коэффициентам аварийности коэффициенты тяжести, или стоимостные коэффициенты, учитывающие возможные потери экономики от ДТП.

За единицу дополнительных стоимостных коэффициентов принято среднее значение потерь экономики от одного ДТП при различных дорожных условиях.

При выполнении практических расчетов для установления очередности улучшения участков дороги строят линейный график итогового коэффициента тяжести  $M_{т.}$ , равного произведению частных коэффициентов:

$$M_{т.} = m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_{11},$$

По праву к итоговым коэффициентам аварийности вводят при значениях  $K_{ит}$  больше 15. Для полной оценки степени опасности движения по дороге перемножают итоговый коэффициент аварийности и итоговый коэффициент тяжести

$$K_{ит} = K_{ит} \cdot M_{т.}$$

Указанные методы позволяют получить осредненную среднегодовую оценку условий движения на дороге, так как значения большинства частных коэффициентов определены на основании данных об аварийности в среднем за год без учета различия в погодных-климатических условиях, а также сезонных колебаний аварийности, вызванные

изменением состояния дорог и метеорологических условий. Поэтому д.т.н. А.П. Васильев предложил для оценки безопасности движения пользоваться графиками сезонных коэффициентов аварийности учитывающих влияние погодно-климатических условий и сезонов года.

Графики строят для характерных периодов года летнего, осенне-весеннего и зимнего. При этом в значениях частных среднегодовых коэффициентов аварийности, предложенных д.т.н. В.Ф.Бабковым, вводятся поправочные сезонные коэффициенты, учитывающие изменение влияния разных элементов дороги по сезонам года.

Степень безопасности движения на пересечениях в одном уровне зависит от направления и интенсивности пересекающихся потоков движения, числа точек пересечения, разветвлений и слияния потоков-«конфликтных точек», а также от расстояния между ними. Чем большее количество автомобилей проходит через конфликтную точку, тем более вероятны ошибки водителей, приводящие к возникновению ДТП. По предложению Е.М. Лобанова, опасность каждой конфликтной точки оценивают по относительной аварийности (числу ДТП на 10 млн. прошедших автомобилей)

$$g_i = K_i N_i M_i \frac{25}{K_r} 10^{-7}$$

где,  $K_i$  - относительная аварийность конфликтной точки;

$M_i, N_i$  - интенсивность движения пересекающихся в данной конфликтной точке потоков: авт/сутки;

$K_r$  - коэффициент годовой неравномерности движения.

Степень опасности пересечения оценивают показатели безопасности движения  $K_a$ , характеризующим количество происшествий на 10 млн, автомобилей, прошедших через пересечение,

$$K_a = \frac{G 10^7 K_r}{(M + N) 25},$$

где  $G = \sum_{i=1}^{i=n} q$

$q$  - число происшествий за 1 год;

$n$  - число конфликтных точек на пересечении;

$K_r$  - коэффициент годовой неравномерности движения;

$M, N$ , - интенсивности на главной и второстепенной дорогах, авт/сутки.

В зависимости от значения  $K_a$  пересечения по степени опасности классифицируют следующим образом:

$K_a$	$< 3$	3,1-8,0	8,1-12	$> 12$
пересечение	неопасные	мало опасные	опасные	очень опасные

На вновь проектируемых дорогах показатель безопасности на пересечениях в одном уровне не должен превышать 8.

Безопасность движения на пересечениях в разных уровнях зависит от интенсивности потоков автомобилей, проходящие через конфликтные точки, число и степень опасности которых определяются схемой развязки.

Важное место в обследовании автомобильных дорог занимает постоянное изучение наиболее аварийных участков, выявленных путем построения линейных графиков коэффициентов аварийности и безопасности, а также при анализе ДТП. Эти участки должны быть особенно детально обследованы.

Наиболее опасными являются следующие элементы дорог: участки, проходящие через населенные пункты. Эти участки характерны высокой интенсивностью движения транспортных потоков и пешеходов, наличием различных неподвижных препятствий, близко расположенных к проезжей части, наличием стоящих автомобилей, которые не только сужают проезжую часть, но и ограничивают видимость дороги для пешеходов и др. По данным статистики на участках дорог, проходящие через населенные пункты, возникает 20-70% всех ДТП.

Участки с низкими сцепными качествами дорожного покрытия. В течение года количество происшествий на этих участках может колебаться от 30 до 70% всех ДТП;

Участки с затяжными и крутыми подъемами и спусками, на которых число ДТП достигает 7-25%. Наиболее тяжелыми являются происшествия, возникающие при движении на спуске, кривые в плане малого радиуса.

Участки с ограниченной видимостью в плане и продольном профиле. Исследования показали, что вдвое опаснее является недостаточная видимость в продольном профиле.

Мосты и путепроводы с недостаточной шириной проезжей части. На этих участках возникает около 3% всех ДТП, чаще всего в темное время суток.

Для обоснования вида мероприятий по повышению безопасности движения и установления очередности проведения этих мероприятий, на дороге необходима оценка потерь народного хозяйства от ДТП. Необходимо выделить два основных вида потерь: прямые и косвенные.

Прямые (непосредственные) потери включают в себе: потери автотранспортных предприятий, службы эксплуатации дорог и грузоотправителей; затраты Госавтоинспекции и юридических органов на расследование происшествий, медицинских учреждений на лечение потерпевших, предприятий, сотрудники которых стали жертвами происшествий (оплата листков нетрудоспособности, выдача пособий государственных органов социального обеспечения, пенсии) компенсации по страхованию.

Косвенные потери - потери народного хозяйства вследствие временного или полного отключения какого-либо члена общества из сферы материального производства, нарушение производственных связей и социально - моральные потери.

По данным к.т.н. О.А.Дивочкина, суммарные потери от одного ДТП.

$$П = \sum (П_{1i} + П_{2i} + П_{3i} \dots + П_{7i}),$$

где  $П_{1i}$  — затраты на восстановление поврежденных транспортных средств, сум.

$П_{2i}$  — потери, связанные с простоем транспортных средств с момента происшествия до их восстановления, сум;

$P_{3i}$  -- затраты на ремонт поврежденных улиц, инженерных сооружений (направляющих ограждений, технических средств регулирования, перил, мостов, опор путепроводов, дорожных знаков и т.д.), сум;

$P_{4i}$  - потери от порчи грузов в результате происшествий, сум;

$P_{5i}$  - затраты, связанные с нарушением нормальных условий движения в зоне транспортного происшествия (задержки и перепробеги транспортных средств при пропуске их по объезду) и с уборкой части дороги после происшествия, сум;

$P_{6i}$  - потери народного хозяйства от вовлечения человека в ДТП (потеря части национального дохода, расхода на лечение, оплата листков нетрудоспособности, пенсии, пособия и т.д.);

$P_{7i}$  - затраты органов СБД, судов и прокуратуры на обследование, оформление материалов по ДТП, ведение дознания, вызов свидетелей по происшествию, рассмотрение дела в суде и т.д., сум;

$i$  - количество транспортных средств, грузов, людей и т.д., включенных в одно происшествие.

### Контрольные вопросы

1. Где ведется учет ДТП.
2. Для чего производят анализ ДТП.
3. Как определяется коэффициент безопасности дороги.
4. Как выявляются опасные участки дороги.
5. Как определяется степень безопасности на пересечениях.
6. На какие виды делятся пересечения по степени опасности.
7. Как изучаются аварийные участки.
8. Расскажите структуру потерь о ДТП.
9. Расскажите структуру прямых потерь.
10. Расскажите структуру косвенных потерь.

### **Лекция 13. Способы сохранения транспортно-эксплуатационных качеств дороги в разные периоды года.**

#### План

1. Охрана автомобильных дорог и ограничение движения в весенний период.
2. Защита дорог от снега.
3. Повышение сцепных качеств дорожных покрытий.
4. Поддержание высоких транспортных качеств автомобильных дорог в период интенсивных перевозок.

Ключевые слова: правила пользования дорогой, влияние воды, ледяные прослойки, пучинообразование, зимний период, занос снегом, защита от снега, сцепные качества, зимняя скользкость, интенсивные перевозки.

В обеспечении нормальных условий движения большое значение имеет соблюдение правил пользования автомобильными дорогами, охраны дорог и дорожных сооружений. Охрана дорог общего пользования обеспечивается соответствующими дорожными организациями, органами внутренних дел и хокимиятов.

Основное требование этих правил заключается в разрешении движения по автомобильным дорогам только тех транспортных средств, которые обеспечивают безопасность движения, сохранность дорог и дорожных сооружений. Наиболее частым нарушением является выезд на дороги общего пользования гусеничных тракторов, которые разрушают дорожную одежду, покрытия и обочины. Другим примером нарушений является выезд на дороги общего пользования негабаритных сельскохозяйственных машин без специального сопровождения СБД, создающих опасные условия движения и заторы.

Для дорожных сооружений большую опасность представляет движение негабаритных большегрузных транспортных средств. Поэтому правилами предусматривается обязательное согласование маршрута и времени проезда таких транспортных средств.

В земляном полотне дорог, расположенных в районах, для которых характерны зимы с сильными морозами и дождливой осенью, происходит значительное перераспределение влаги. Вода перемещается снизу вверх, от большей температуры (из талых слоев грунта) к меньшей (вниз основания дорожной одежды) и накапливается в виде кристаллов льда. Разность температур колеблется в пределах от 4-6 С выше нуля у уровня фунтовых вод до отрицательных температур в мерзлой зоне грунта.

Вода перемещается в промерзшем грунте следующими нитями: по пленкам, обволакивающим грунтовые частицы, от более теплых частиц к более холодным, путем конденсации на поверхности охлажденных грунтовых частиц водяных паров, по тонким капиллярам. Перемещение влаги, ее накопление в мерзлом грунте, наиболее интенсивно происходит в пылеватых грунтах, имеющие большое количество частиц размером 0,05-0,002 мм. Количество влаги, наполненной в виде льда, зависит от скорости подъема воды к промерзшему грунту.

Ледяные прослойки, которые в течение зимы накапливаются в основании дорожной одежды, вызывают увеличение объема грунта и неравномерное взбугрирование (пучение) поверхности проезжей части. Весной этот лед тает, основание переувлажняется, и дорожная одежда теряет прочность. Проезд тяжелых автомобилей в это время может привести к просадкам, образованию трещин и даже к проломам дорожной одежды.

Пучинообразование обычно происходит при наличии грунта подверженного пучению, его промерзании, интенсивном перемещении влаги. Характерно, что пучина не образуется в случае отсутствия одного из этих факторов.

Обычно работники дорожно-эксплуатационной службы по опыту прошлых лет имеют информацию об участках наиболее подверженных к пучению, их закрывают в первую очередь.

Зимний период наиболее сложен с точки зрения организации движения и всего транспортного процесса. Большие трудности для движения возникают в районах с интенсивными снежными осадками. Отклонение снега приводит к значительному снижению скоростей движения, а на снегозаносимых участках в период больших снежных осадков - к полному прекращению движения.

Чтобы правильно выбирать мероприятия по предупреждению заноса дороги снегом, проводят обследование дорог в зимний период и анализируют данные многолетних наблюдений за снежными осадками, накопленные на метеостанциях.

Существуют три формы снежных осадков -- приводящих к появлению снежного покрова на проезжей части дорог: снегопад без переноса ветром ранее выпавшего снега, метель без выпадения нового снега, снегопад в сочетании с ветром, перемещающим ранее выпавший снег. При второй и третьей формах на дорогах образуются снежные заносы. Их возникновение зависит от следующих факторов: скорости и направления ветра,



количества приносимого ветром снега, рельефа окружающей местности, наличия снегозадерживающей местности, наличия снегозадерживающих препятствий.

Чтобы не допустить заноса дороги снегом, необходима разработка комплекса мероприятий двух видов: направленных на предупреждение заноса и оперативных работ снегоочистке.

Наиболее капитальным является правильное проектирование трассы дороги, по отношению к господствующему зимой направлению ветра.

Наиболее надежно защищают дорогу от снега лесонасаждения.

Важнейшей задачей службы эксплуатации автомобильных дорог является поддержание высоких сцепных качеств дорожных покрытий. Сцепные качества покрытий меняются в течение эксплуатации автомобильных дорог. Поэтому наряду с обеспечением шероховатости нового покрытия применяют методы позволяющие повысить шероховатость находящихся в эксплуатации покрытий.

Высокие сцепные качества новых покрытий обеспечивают применение каркасного (многощепенистого) асфальтобетона (содержание щебня 50-65%). На таком покрытие коэффициент сцепления более 0,5 с втапливанием щебня, обработанного битумом, в мелкозернистый асфальтобетон. В последние годы широкое распространение получило строительство шероховатого покрытия.

Для втапливания используют гранитный щебень размером 18 или 12 мм, обработанный битумом. Расход щебня составляет 12 кг/м<sup>2</sup>. Мелкозернистый асфальтобетон, в который втапливают щебень, имеет следующий состав (в % по массе): щебень размером 9,5 - 15 мм - 30; песок - 51,7; 54,7; минеральный порошок - 7,9; 9,9; битум - 7,4; 8,4. При устройстве этого покрытия принята следующая технология. Сначала укладывают мелкозернистую асфальтобетонную смесь. Следом за укладчиком движется самоходный распределитель щебня, затем катки различной массы уплотняют смесь и втапливаемый щебень.

В США предложена дренирующая шероховатая дорожная одежда, состоящая из трех конструктивных слоев: нижнего водонепроницаемого, укладываемого с большим поперечным уклоном для отвода воды, и двух дренирующих слоев, уложенных без поперечного уклона. Преимуществами этого покрытия являются: быстрое удаление воды из зоны контакта шины с покрытием, предупреждение аквапланирования, высокая шероховатость покрытия, отсутствие брызг при проезде грузовых автомобилей.

В США резкое снижение аварийности на влажном покрытии (в 5 раз) было достигнуто при устройстве шероховатости методом, по которому слой износа укладывали из смеси, содержащей 76% каменного материала размером до 9 мм и 15% битумной эмульсии.

В Германии для получения высокого коэффициента сцепления сразу же после укладки втапливают в горячий асфальтобетон дробленый песок.

Для борьбы с зимней скользкостью покрытия применяют разные методы. Наиболее широко используется россыпь песка с размером частиц 0,2-5 мм, имеющих кубическую форму и острые грани. Могут применяться также топливные дробленые металлургические шлаки, высевка и др. Для предупреждения смораживания частиц песка, предупреждения сбрасывания его с покрытия автомобилями и сдувания ветром добавляют гигроскопические соли (хлористый натрий или хлористый кальций). Расход соли 30-40 кг на 1 м<sup>3</sup> песка. Такая смесь песка с солью хорошо удерживается на проезжей части.

Трудные условия транспортной работы дорог возникают в период интенсивных перевозок при вывозе урожая. Как правило, резкое увеличение интенсивности движения наблюдаются на всей сети дорог, расположенных в сельскохозяйственных районах. Особенностью работы дорог в этих условиях

является то, что элементы дорог не рассчитаны на пропуск интенсивных потоков автомобилей.

Обычно уборочные компании продолжаются короткий период, но к этому периоду должны тщательно готовиться службы эксплуатации дорог и организации движения.

До начала интенсивных перевозок необходимо выполнить следующие мероприятия: улучшить состояние обочин и проезжей части, усилить дорожную одежду и искусственные сооружения, разработать схемы организации движения в местах скопления автомобилей, составить и установить на дорогах маршрутные схемы.

Началу работ по улучшению дорожных условий должны предшествовать обследования маршрутов движения наиболее интенсивных потоков, подъездов к полям и к элеваторам, хлоп пунктам или пунктам сдачи хлопка. Во время этих обследований оценивают: состояние проезжей части, объемы работ в местах наибольших разрушений дорожного покрытия, состояние обочин, потребность в дорожных знаках и т.п.

Важными работами являются устранение неровностей дорожного покрытия, выравнивание обочин и очистка водоотводных и водопропускных сооружений. При устранении ям и выбоин, как правило используют местные материалы. На обочинах ликвидируют клейность, при этом отметка поверхности обочины должна соответствовать отметке проезжей части.

Большое внимание уделяют вопросам организации движения и особенно, размещению указателей направлений движения. Это вызвано тем, что в период уборочных компаний работает много водителей, временно прибывших из других районов страны и не знакомых с местной сетью дорог. Устанавливают указатели направлений движения к элеваторам или хлопкосеющим пунктам, знаки ограничения скорости на участках, где невозможно было по каким-либо причинам отремонтировать дорожное покрытие, знаки указывающие допустимую нагрузку на мостах и др.

Заблаговременное осуществление указанных выше мероприятий позволяет обеспечить без потерь бесперебойный вывоз урожая.

#### Контрольные вопросы

1. Какими условиями вызвана необходимость охраны автомобильных дорог.
2. Почему ограничивается движение в весенний период.
3. Как обеспечивается защита дорог от снега.
4. Как поддерживаются сцепные качества автомобильных дорог.
5. Как обеспечивается транс, эксплуатац. качества в развитых странах.
6. Какие особенности эксплуатации автомобильных дорог в зимний период.
7. Какие периоды относятся к интенсивным периодам перевозки.
8. Зачем обследуется автомобильная дорога.
9. В чем особенности уборочных компаний.
10. Чем отличается весенний период по сравнению с летним.

## **Лекция 14. Выбор мероприятий, направленных на повышение безопасности движения.**

### **План**

1. Принципы выбора средств и методов организации движения.
2. Выборочные и поэтапные улучшения условий движения.
3. Учет соблюдения требований охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ДТП в уровне удобства А, ДТП в уровне удобства Б, ДТП в уровне удобства В, ДТП в уровне удобства Г. Средства в уровне удобства А, средства в уровне удобства Б, средства в уровне удобства В, средства в уровне удобства Г. Выборочная реконструкция. Неравномерность загрузки движением. Мероприятие по реконструкции. Охрана окружающей среды. Норма шума. Определение шума. Интенсивность и шум. Загазованность. Определение загазованности. Меры снижения загазованности.

Для каждого из четырех уровней удобства движения характерны свои виды дорожно-транспортных происшествий. При уровне удобства А основными причинами происшествий являются повышение скорости, потеря управления, невнимательность водителей. Движение осуществляется в свободных условиях с высокими скоростями. Все это указывает на необходимость широкого применения средств регулирования, предупреждающих водителей об изменяющихся дорожных условиях. Такими средствами являются: разметка проезжей части (в первую очередь ось дороги и кромки проезжей части на опасных участках), установка дорожных знаков, предупреждающих о безопасных скоростях движения, направляющих столбиков. При уровне удобства Б основной причиной дорожно-транспортных происшествий является неправильный обгон. В этих условиях наиболее эффективными мероприятиями являются: ограничение обгонов и организация их проведения разметкой, совершенствования способов информации об этом водителей, регулирование маневров автомобилей, скоростей движения всего потока и отдельных групп автомобилей. В качестве средств регулирования применяют: дорожные знаки, ограничивающие обгон различных групп автомобилей; двойную осевую разметку проезжей части; позволяющую регулировать обгоны; светящиеся предупреждающие указатели и зеркала.

При уровне удобства В, когда основной причиной дорожно-транспортных происшествий является недооценка водителем скорости движения впереди идущего автомобиля и, в отдельных случаях, выбранного материала движения, необходимо применять знаки, рекомендуемые выбор интервала движения, и световое табло, указывающие безопасные скорости движения.

При уровне удобства Г движение потока автомобилей происходит в виде непрерывной колонны. Часто бывают заторы. В этих условиях основным средством предотвращения происшествий является соблюдение водителями безопасного интервала между автомобилями. В качестве средств регулирования, позволяющих оперативно влиять на движение потока автомобилей, применяют: автоматические системы регулирования, световое табло с меняющейся информацией, полное канализованное движение на пересечениях в одном уровне, телевидение.

Для выбора средств регулирования движения с учетом особенностей их применения на дорогах с различными уровнями удобства можно рекомендовать:

- построение линейного графика пропускной способности;
- построение линейного графика коэффициента загрузки;
- выделение характерных уровней удобства движения отдельных участков дороги;
- построение линейных графиков коэффициентов аварийности и безопасности;

- выбор средств организации движения с учетом вышеуказанных уровней удобств;

Неравномерность загрузки движением отдельных участков дорог часто вызывается местными понижениями величины пропускной способности, связанными с несоответствием элементов дороги образованием движения. Рассмотренные выше методы организации движения оказываются в этом случае недостаточно эффективными. Требуется провести выборочную реконструкцию дороги, устранив участки, резко ухудшающие ее транспортно-эксплуатационные качества. Критерием выбора таких мест могут служить кривое изменение скоростей движения на протяжении дороги или построенный на основании расчетов график пропускной способности.

Выборочная реконструкция должна быть направлена на устранение наиболее опасных мест концентрации дорожно-транспортных происшествий по данным СБД и дорожной службы, а также мест заторов и сильных стеснения движения, где пропускная способность дороги недостаточна; на выравнивание эпюры скоростей движения, чтобы значения коэффициентов безопасности были не менее 0,7-0,8, в крайнем случае, 0,6.

Для повышения пропускной способности отдельных участков в целях выравнивания ее на всем протяжении автомобильной дороги рекомендуются следующие мероприятия, назначаемые в зависимости от коэффициента загрузки дороги:

$Z=0,2$  устройство срезок видимости. Устройство виражей на кривых, уширение проезжей части на кривых.

$Z = 0,2 \div 0,5$  уширение узких мостов, укрепление обочин и удаление предметов, зрительно сужающих дорогу. Устройство срезок видимости и увеличение радиусов кривых в плане и профиле. Устройство переходно-скоростных полос на пересечениях в одном уровне.

$Z = 0,5 \div 0,8$  дополнительно к перечисленным выше мероприятиям устройство канализированных пересечений и дополнительных полос на подъемах.

$Z = 0,8 \div 1,0$  аэротрассирование участка с улучшением трассы и увеличением радиусов. На остальных участках перечисленные выше мероприятия.

Большое отрицательное влияние на окружающую среду оказывают автомобилизация и строительство автомобильных дорог. Поэтому вопросам охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов уделяется большое внимание. Работа по охране окружающей среды включает в себя систему организационных и технических мероприятий, направленных на сохранение как органического природо-растительного и животного мира, так и неорганическо-почвенного покрова земли, атмосферы, гидросферы, литосферы.

Игнорирование требований охраны природы при строительстве или эксплуатации автомобильных дорог может привести к нарушению экологического равновесия, появлению эрозии почв, нарушению ландшафта местности, заболачиванию придорожной территории. Транспортный шум нормируют эквивалентным уровнем звука, измеряемым в децибелах А (дБА). В качестве допустимого принимается такой уровень транспортного шума, действие которого длительное время не вызывает изменений физиологических функций, наиболее чувствительных к шуму (нервная, сердечно-сосудистая система, состояние слуха, субъективное самочувствие).

В помещениях жилых домов, больниц, на площадках отдыха расчетный уровень звука  $I$ , не должен превышать следующих значений, (в дБА);

Палаты больниц и санаториев, операционные - 2.

Жилые комнаты квартир - 30.

общежития - 35.

Территории больниц, санаториев, непосредственно

прилегающих к зданию - 35.

Территории, прилегающие к жилым домам - 45.

Рабочие помещения проектных организаций и научно-исследовательских институтов - 50.

Залы аэропортов и вокзалы - 60.

Расчетный уровень транспортного шума в районах, прилегающих к автомобильным дорогам, измеряют на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения на высоте 1,2 м от уровня проезжей части.

В случае, если нет шумомера, уровень транспортного шума (в дБА) может быть спрогнозирован расчетным методом, предложенным П.И.Паскалевым:

$$L_p = L_{\text{трп}} + \Delta L_{\text{тяж}} + \Delta L_{\text{ск}} + \Delta L_{\text{ук}} + \Delta L_{\text{пок}} + \Delta L_{\text{рп}} + \Delta L_{\text{х}} + \Delta L_{\text{зас}}.$$

где  $L_{\text{трп}}$  - расчетный эквивалентный уровень звука;

$\Delta L_{\text{тяж}}$  - поправка на количество грузовых автомобилей;

$\Delta L_{\text{ск}}$  - поправка на отклонение средней скорости;

$\Delta L_{\text{ук}}$  - поправка на продольный уклон;

$\Delta L_{\text{пок}}$  — поправка, учитывающая тип покрытия;

$\Delta L_{\text{рп}}$  - поправка, учитывающая наличие разделительной полосы;

$\Delta L_{\text{к}}$  поправка, учитывающая снижение расчетного уровня звука поверхностным покрытием;

$\Delta L_{\text{зас}}$  -- поправка, учитывающая влияние прилегающей к автомобильной дороге застройки.

Многочисленные наблюдения показывают следующую зависимость уровня звука от интенсивности движения: Интенсивность

движения, авт/ч 50 100 200 700 500 1000 2000 3000

Уровень звука

дБА 65 68 70 72 74 77 78 80

Основными мероприятиями являются: строительство противозумовых экранов; посадка шумозащитных насаждений, использование средств организации движения (снижение скорости движения, уменьшение задержек на пересечениях и их рациональное расположение; распределение потока автомобилей по параллельным маршрутам с целью снижения интенсивности движения; обеспечение постоянной скорости движения); строительство покрытий, при проезде, по которым шум наименьший.

В случаях когда загазованность невозможно измерить непосредственно, среднюю концентрацию окиси углерода (в мг/м) определяют расчетом

$$Q_{\text{CO}} = 0,006 N_{\pi} - 91 g V_n - 0,3 w + 17$$

где,  $N_{\pi}$  - приведенная интенсивность движения, легковых авт/ч;

$V_n$  - средняя скорость потока, км/ч;

$w$  - средняя скорость ветра, м/с;

Концентрация окиси углерода в воздухе не должна превышать 1,0 мг/м.

При большом количестве грузовых автомобилей в транспортном потоке и широком использовании на них дизельных двигателей, важным показателем является уровень задымленности воздуха. Среднее содержание твердых частиц в воздухе (в МГ/м<sup>3</sup>).

$$D = 0,1(N_{\text{гр}} + N_a + N_{\text{пт}}) + 0,03N_{\pi} - 2,5w + 38$$

где,  $N_{\text{гр}}$  - интенсивность движения тяжелых грузовых автомобилей, авт/ч;

$N_a$  - интенсивность движения автобусов, авт/ч;

$N_{\pi}$  - интенсивность движения легковых автомобилей, авт/ч;

$w$  - скорость ветра, м/с.

Основными мероприятиями по снижению уровня содержания СО и задымленности являются: проветривание придорожной полосы путем вырубки просек с учетом

преимущественного направления ветра; уменьшение количества участков резкого торможения и разгона автомобилей; ограничение скорости движения.

Наименьший выброс токсичных компонентов наблюдается при скоростях: грузовых автомобилей 50-60 км/ч; легковых автомобилей 65-75 км/ч.

При обследовании должно быть выявлено также влияние дороги на загрязнение водоемов, наличие пылеулавливающих установок на асфальтобетонном заводе, наличие «диких» съездов собраны данные о химических веществах, используемых для борьбы с гололедом.

Серьезную проблему создает загрязнение почв придорожной полосы свинцом, содержащимся в антидетонационных присадках к бензину.

Источники питья на дороге должны быть соответствующим образом обустроены. В пределах площадок отдыха, расположенных на берегу водоемов не допускается устраивать эстакады для технического обслуживания автомобилей. Необходимо разработать очередность закрытия «диких» съездов с дороги, наличие которых приводит к разрушению растительного покрова и выносу грязи на проезжую часть. В зоне расположения ценных сельскохозяйственных культур, урожайность которых зависит от содержания пыли в воздухе (например, хлопчатник), обочины должны быть укреплены материалами, обработанными вяжущими. Для борьбы с гололедом недопустимо применение химических веществ, отравляющих растительность на прилегающих к дороге территориях (обрезах, разделительной полосе и т.п.).

Только проведение комплекса мероприятий по охране окружающей среды позволит достигнуть положительного эффекта в этой важной работе.

#### Контрольные вопросы

1. В чем заключается уровень удобств А.
2. В чем сущность принципов организации движения.
3. В чем заключаются методы организации движения.
4. К чему приводит неравномерная загрузка отдельных участков дороги.
5. Зачем проводится выборочная реконструкция дороги.
6. Как влияет автомобилизация на окружающую среду .
7. Какие допустимые нормы транспортного шума знаете.
8. Как связана интенсивность движения с уровнем звука.
9. Как определяется загазованность воздуха.
10. Как влияют выбросы на загрязнение почв придорожной полосы.

### **Лекция 15. «Техническая паспортизация автомобильных дорог»**

#### План:

1. Материалы для технического учёта автомобильной дороги.
2. Виды работ для составления паспорта автомобильной дороги.
3. Содержание паспорта автомобильной дороги.
4. Автоматизированная система технической паспортизации.

#### Ключевые слова:

Технический учёт, паспортизация, полевые работы, камеральные работы, качество дорожного покрытия, содержание паспорта, автоматизированная система, видео паспортизация.

Главная цель технического учёта – сбор и систематизация данных для рационального планирования и организации работ по содержанию и ремонту дорог, а также управления дорогами. Технический учёт и паспортизация включает сплошную инвентаризацию, проводимую один раз в 8 – 10 лет, и ежегодную паспортизацию автомобильных дорог.

Технический учёт и паспортизацию проводят, чтобы получить объективную информацию о наличии дорог и дорожных сооружений, об их протяжённости, техническом состоянии для рационального планирования строительства, реконструкции, ремонта и содержания дорог. Техническому учёту и паспортизации подвергают все автомобильные дороги общего пользования (каждую дорогу в отдельности).

Основные элементы дороги, подлежащие техническому учёту, – полоса отвода, земляное полотно, проезжая часть, искусственные сооружения, здания дорожной службы, устройства и обстановки дороги, здания автотранспортной службы.

Техническую инвентаризацию проводят по дорогам, на которые отсутствует технический паспорт или его данные требуют уточнения.

В процессе технической инвентаризации уточняют перечень автомобильных дорог общего пользования, наименование и протяжённость; устанавливают и уточняют их геометрические параметры; определяют типы и состояние покрытий, оценивают прочность дорожных одежд; проводят инвентаризацию мостов, путепроводов, эстакад, труб, тоннелей, галерей и других искусственных сооружений; учитывают служебные, технические и гражданские здания и сооружения; проводят учёт и дают общую оценку инженерных обустройств и обстановки; собирают данные об интенсивности движения и составе транспортных средств; устанавливают балансовую стоимость дорог и сооружений, относящихся к ним.

Материалами технического учёта являются: технический паспорт дороги с линейным графиком; учётные карточки на мосты, путепроводы, трубы, служебные, производственные и жилые здания; учётные ведомости на мосты, тоннели, трубы, переправы, подпорные стены, здания дорожной службы, автобусные остановки, переходно-скоростные полосы, дорожные знаки, ограждения, направляющие устройства, озеленение, тротуары и пешеходные дорожки, съезды, укрепления обочин, коммуникации в пределах полосы отвода; сводная ведомость наличия дорог и сооружений на них; полевой журнал обследования дорожной одежды.

Все материалы технического учёта объединяют в один основной документ (паспорт дороги) – сводный документ с данными о техническом и экономическом состоянии дороги, который содержит все первичные сведения и ежегодные за весь период службы дороги, включая данные о текущих и капитальных ремонтах, о реконструкции.

Паспортизация – это комплекс полевых и камеральных работ по обследованию и измерению дорог и дорожных сооружений, обработке и анализу этих данных с целью составления документов технического учёта.

Общее руководство техническим учётом и паспортизацией автомобильных дорог осуществляют дорожные управления и их подразделения. К проведению технического учёта и паспортизации привлекают научно-исследовательские; проектно-изыскательские и другие специализированные организации по хоздоговорам, заключаемым в определённом порядке.

Работы по техническому учёту и паспортизации разделяют на полевые и камеральные.

К полевым относят натурные обследования и обмер дорог и дорожных сооружений. Натурные обследования делят в свою очередь на первичные и ежегодные. Первичные обследования выполняют не чаще чем через 15 лет или в тех случаях, когда в состоянии дороги произошли такие изменения, выявить которые без натурных обследований невозможно. Ежегодные обследования проводят с целью выявить изменения, произошедшие на дорогах и сооружениях за истёкший год, для того, чтобы внести эти изменения в документы технического учёта и паспортизации по состоянию на 1 января следующего года. Технический учёт и паспортизацию вновь построенных или реконструированных дорог проводят не позднее чем через полгода после утверждения актов государственной приёмочной комиссии.

К камеральным работам относят обработку материалов полевых обследований, на основании которых оформляют следующие документы технического учёта: технический паспорт с линейным графиком; карточки на мосты, трубы, служебные производственные и жилые здания; ведомости наличия и технического состояния мостов, труб, подпорных стен, зданий дорожной службы, автобусных остановок, дорожных знаков, ограждений, озеленения, укрепления обочин и других элементов оборудования дорог; ведомость размеров полосы отвода; сводную ведомость наличия автомобильных дорог и сооружений на них, а также полевой журнал обследования дорожной одежды.

Дорожная организация составляет документы в двух экземплярах (кроме сводной ведомости) на каждую обслуживаемую дорогу или её участок, а карточки на мосты (путепроводы) – в пяти экземплярах.

Паспорт и сводную ведомость формы Э-21 составляют в трёх экземплярах: первый экземпляр паспорта, сводную ведомость формы Э-21 и карточки на мосты (путепроводы) представляют в государственную акционерную компанию «Узавтойул», второй остаётся в дорожном управлении, а третий является обменным. При изменении каких-либо данных технического учёта, дорожная организация ежегодно вносит поправки в документацию, представляемую в дорожное управление, которое корректирует свой и обменный экземпляры паспорта и обменный экземпляр направляет в ГАК «Узавтойул». ГАК «Узавтойул» сверяет его со своим, и высылает в дорожное управление для внесения корректив.

Все технические данные, включаемые в паспорт и документы технического учёта, получают по результатам полевых и камеральных работ. Полевые работы выполняют специализированные отряды, создаваемые дорожными управлениями, организациями и подразделениями.

При полевых работах: снимают ситуацию, измеряют протяжённость дороги и её участков с продольными уклонами более допустимых, с радиусами кривых в плане менее допустимых для данной категории, ширину полосы отвода и земляного полотна, протяжённость покрытия каждого типа и ширину проезжей части в местах изменения типа покрытия, толщину дорожной одежды, протяжённость затопляемых, оползневых участков и участков с вечной мерзлотой; определяют грунт земляного полотна, состояние покрытия, объём снегопереноса, границы участков, обслуживаемых первичными дорожными организациями, местоположение и техническое состояние искусственных сооружений и зданий дорожной службы, описывают и измеряют их; собирают данные о количестве и местоположении элементов дорожных инженерных устройств обстановки, озеленения, предприятий автотранспортной службы, коммуникаций, находящихся в пределах полосы отвода, съездов, пешеходных дорожек и тротуаров, укреплений обочин.

Качество дорожного покрытия оценивают по результатам натурального осмотра с учётом проводимых сезонных осмотров или детальных обследований автомобильных дорог. Толщину дорожной одежды определяют на каждом поперечнике в трёх местах, из расчёта три поперечника на 1 километр. Замер с устройством лунок делают только при отсутствии технической документации.

На мостах и путепроводах снимают все основные размеры и габариты, в том числе подмостовые.

Собранные в результате полевых обследований сведения заносят в паспорт автомобильной дороги, представляющий собой книгу в жёстком переплёте размером 297×420 мм

Содержание паспорта автомобильной дороги по разделам:

1. Схема автомобильной дороги (в масштабе не менее 1: 1 000 000);
2. Общие данные об автомобильной дороге (вносят все сведения о ней, предусмотренные соответствующими параграфами);
3. Экономическая характеристика (данные экономических обследований, изысканий, учёта движения, статистических, а также экономических обзоров);



4.Техническая характеристика (наличие и состояние отдельных сооружений и конструктивных элементов автомобильной дороги);

5.Денежные затраты и основные объёмы выполненных работ (данные о финансировании работ по ремонту, содержанию и реконструкции автомобильной дороги с момента ввода её в эксплуатацию).

Основной документ паспорта автомобильной дороги, отражающий её транспортно-эксплуатационное состояние и конструктивные элементы является линейный график автомобильной дороги (в масштабе 1:20 000).

Автоматизированная система технической паспортизации автомобильных дорог и создание банка дорожных данных

Автоматизированная система сбора и обработки информации о параметрах и состоянии дорог имеет целью установить фактический уровень качества дорог, сооружений и дорожного движения. Система должна обеспечивать быстрый и всесторонний сбор информации о техническом состоянии дорог и сооружений.

Основные задачи автоматизированной системы технической паспортизации автомобильных дорог (АСТП АД): обследование и измерение плана трассы, продольного и поперечного профилей, ровности и скользкости покрытия, прочности дорожных одежд; оценка степени разрушения покрытия, состояния земляного полотна и искусственных сооружений, обстановки пути и обустройства; измерение характеристик транспортного потока и условий движения; обработка данных и оценка транспортно-эксплуатационного состояния дорог и сооружений на них; хранение и обновление данных; обеспечение отрасли исчерпывающей информацией об обслуживаемых автомобильных дорогах с подготовкой справок на запросы, данных по статистической отчётности, паспортов автомобильных дорог.

Система должна обеспечивать автоматизированную обработку собранных данных, накопление, хранение и выдачу необходимой информации. В результате накопления информации дорожная служба на различном уровне должна иметь банк данных о состоянии дорог и сооружений на любом участке и возможность их получения.

В общем случае техническая паспортизация как система состоит из двух подсистем: информационно-измерительной (ИИС) и информационно-поисковой (ИПС). Один из недостатков большинства систем паспортизации состоит в том, что решается лишь вторая составляющая система – информационно-поисковая, а сбор информации осуществляется традиционными методами.

Разработка и внедрение таких систем требует значительных средств, подготовленного персонала. Применяются современные передвижные лаборатории по записи геометрических характеристик автомобильных дорог, прочности дорожных одежд (УДН МАДИ, УНК КАДИ, ДИНА), ровности, сцепных качеств и шероховатости покрытий толчкомерами или установками ПКРС.

Постоянно обновляемые сведения о состоянии автомобильных дорог служат основой автоматизированного банка дорожных данных. Под автоматизированным банком понимается организационно-техническая система, представляющая собой совокупность баз данных пользователей, технических (высокопроизводительных ЭВМ) и программных средств формирования и ведения этих баз и специалистов, обеспечивающих функционирование системы. Разработка и использование АБДД (автоматизированного банка дорожных данных) наиболее эффективны, когда одновременно решаются задачи сбора и обработки информации.

Видеопаспортизация автомобильных дорог

В настоящее время для определения параметров геометрических элементов применяют геодезические приборы и инструменты, передвижные лаборатории, аэрофотосъемку и наземную стереофотограмметрическую съемку.

Важность задачи сбора данных о дорожных объектах осознана достаточно давно. Инструментальный контроль параметров дороги должен обеспечить получение объективной и достоверной информации по диагностируемым дорожным объектам. Однако массовое измерение геометрических параметров дорожных объектов оказалось не только трудоемким, но и зачастую просто невозможным.

Во-первых, полное обследование – продолжительный и дорогостоящий процесс. Дорожный знак должен определенным образом устанавливаться относительно перекрестка или пешеходного перехода, разметка – соответствовать элементам продольного профиля дороги и расстояниям видимости, сигнальные столбики и ограждения – высоте насыпи, мостовым переходам, трубам. Следовательно, как полное, так и выборочное обследование дорог связано со сбором значительного объема информации и не может быть выполнено быстро и эффективно.

Во-вторых, инструментальная оценка параметров объектов часто связана с определенными сложностями. Например, жесткое дорожное ограждение достаточно простое сооружение. Однако попытка измерить даже некоторые характеристики ограждений, например, расстояние от проезжей части до ограждения, возвышение криволинейного бруса над кромкой проезжей части, наклон опорных столбиков, качество разметки и окраски, наличие компенсаторов – быстро приводит к объему работ, превышающему все разумные пределы. Не случайно на практике большинство характеристик дорожных объектов определяется не измерительными средствами, а визуально, и наиболее распространенными оценками оказывается соответствие или несоответствие нормативным требованиям. Эти оценки выставляются в полевых условиях довольно субъективно.

В-третьих, работы традиционными методами не на всех существующих дорогах и улицах выполнимы. Зачастую нахождение рабочих на проезжей части и остановка движения недопустимы. При обследовании широких многополосных дорог и площадей не решены проблемы с надежной привязкой объектов и с точностью измерений.

Таким образом, традиционная диагностика и паспортизация дорог и улиц оказывается неприменимой, когда требуется выполнить работы быстро и эффективно, например, при мониторинге дорог и улиц, работе кураторов, больших объемах инспекционных работ. Причины – большая стоимость и трудоемкость, подавляющее преобладание полевых работ над камеральными. Высокая стоимость работ и продолжительность цикла от выдачи задания на обследование до получения результатов превратили диагностику и паспортизацию в инструмент, доступный только состоятельным организациям, но и они пользуются ею в ограниченных масштабах, выборочно, преимущественно на важнейших участках своей дорожной сети.

Решение проблем диагностики потребовало разработки принципиально новых методов. Поэтому применение видео технологии в дорожной отрасли направление новое и интенсивно развивающееся. Информация, получаемая в результате видео обследования дорог и улиц, принципиально отличается от традиционной, предоставляющей пользователю данные исключительно в виде ведомостей, линейных графиков, схем. Эта информация характеризуется:

1. Достоверностью – изображение объекта является документальным подтверждением его наличия и состояния на момент проведения обследований;

2. Полнотой – носитель видеоизображения фиксирует все без исключения объекты и их геометрические параметры, находящиеся в поле зрения объектива видеокамеры;

3. Ясностью – во многих случаях дорожная ситуация наиболее легко, полно, комплексно и адекватно воспринимается в форме видео или статических изображений;

4. Контролируемостью – видео изображение является основным и первичным материалом для камеральной обработки, что позволяет пользователю проводить контрольные измерения и даже повторные обследования.

Видео технологии дают возможность пользователю строить свою техническую политику на новом уровне информационной поддержки.

Система видеопаспортизации дорог позволяет:

1. Существенно увеличить объемы обследований вследствие принципиального снижения стоимости работ при использовании видео технологий;

2. Организовать мониторинг важнейших дорог и улиц путем уменьшения сроков между обследованиями до одного месяца и менее, вследствие высокой производительности ходовой видео лаборатории (до ста километров двух полосных дорог за сутки);

3. Организовать “отлаженную” диагностику, т.е. диагностику с ограниченным объемом камеральных работ, или вовсе без них. Данные с видео материалов пользователь получает только в случае необходимости, выборочно, по необходимым пользователю на текущий момент объектам и адресам, используя, в том числе, собственные средства камеральной обработки видео материалов.

Комплекс НПО “Регион” (г. Москва) обладает следующими техническими параметрами:

1. Скорость движения в рабочем режиме до 80 км/ч
2. Максимальная ширина зоны захвата 15-25 м
3. Точность измерений после обработки 1-2%
4. Точность определения продольного и поперечного уклонов 1-5 ‰
5. Точность определения радиуса кривых в плане 1-5 м
6. Ориентировочная годовая производительность комплекса (2-4-х полосных дорог) до 10 тыс. км.

Подвижная видеолaborатория оснащена тремя основными системами:

1. Видео съемочным оборудованием;
2. Инерциальной гироскопической системой;
3. ПЭВМ со специальными контроллерами ввода и синхронизации данных измерений.

Каждая система конструктивно реализована в виде модулей, что позволяет осуществлять гибкое конфигурирование комплекса в зависимости от решаемых задач.

Видео оборудование (аналоговая запись)

Видео оборудование состоит из специальной видеокамеры с дистанционным управлением параметрами съемки и видеомагнитофона.

Инерциально-гироскопический комплекс

Комплекс является одной из составных частей подвижной видео лаборатории и предназначен для стабилизации видеoinформации и компенсации углов наклонов автомобиля при движении, что позволяет добиться высокой точности измерений. Комплекс позволяет полностью автоматизированным способом измерять курс, продольный и поперечный уклоны платформы автомобиля. Использование датчиков уклона и ускорений позволяет компенсировать дрейф гироскопов.

Проводимые измерения позволяют определять:

- продольный и поперечный уклон дорожной поверхности (макропрофиль дороги);
- радиус закруглений дороги - с точностью от 2 до 0.2 м на дуге длиной свыше 250м;
- мгновенные значения углов ориентирования видео системы относительно поверхности дороги.

#### Видео-измерительная система

Проводимые на экране компьютера измерения дают возможность определять:

- линейные размеры дороги и дорожных объектов (ширина проезжей части, ширина полос движения, ширина обочин, тротуаров, протяженность трещин на покрытии и т.д.);
- высоту вертикально ориентированных элементов дороги (бортовой камень, дорожные знаки, подпорные стены, габарит путепроводов и т.д.);
- адресную привязку элементов дороги и обустройства (разметка, знаки, опоры освещения, остановки и т.д.);
- площадь дорожного покрытия или его отдельных частей (выбоины, заплаты, сетка трещин и т.д.);
- оценку состояния дорожных объектов (“дефектовку” дорожного покрытия, качество содержания элементов).

#### Основные технические характеристики инерциально-гироскопического комплекса

Высокая точность обсчета координат точек поверхности дороги или элементов дорожной обстановки достигается посредством компенсации углов наклона автомобиля при движении и специальными математическими методами расчетов.

Перенос многочисленных и трудоемких работ по измерению реальных дорожных объектов на экран монитора компьютера с возможностью, в случае необходимости, многократного возвращения к интересующему оператору объекту, наглядное изучение динамики изменения параметров объекта на протяжении всего периода мониторинга – свойства, не имеющие аналогов в традиционных методах диагностики и паспортизации.

Высокая точность определения координат точек поверхности дороги или элементов дорожной обстановки достигается посредством компенсации углов наклонов автомобиля при движении с помощью гироскопической системы по специально разработанной методике “опорных точек”. Последняя позволяет определять элементы внешнего ориентирования изображения в результате решения системы дифференциальных уравнений, выражающих зависимость между координатами опорных точек и соответствующих им точек изображения. Расчеты основаны на решении классических и специальных фотограмметрических задач.

Использование современных, высокотехнологических методов видеосъемки дорожных объектов с последующей камеральной обработкой, позволяет существенно повысить производительность и качество диагностических работ по сравнению с традиционными методами.

#### Рабочее место оператора СВПД

Комплекс состоит из двух программно и аппаратно разделенных модулей - персонального компьютера с программным обеспечением и управляемого источника видеосигнала. Такой подход позволяет работать с источником потокового видеосигнала любого качества (в зависимости от поставленной задачи): бытового или профессионального, цифрового или аналогового. Запись на видеокассеты обеспечивает исключительно высокое качество изображения, что позволяет решать практически весь спектр реальных задач дорожной отрасли. В данной конфигурации взаимодействие видеоманитфона и компьютера обеспечивается контроллером оригинальной разработки и соответствующим программным обеспечением.

Перенос многочисленных и трудоемких работ по измерению реальных дорожных объектов на экран монитора компьютера с возможностью, в случае необходимости, многократного возвращения к интересующему оператору объекту, наглядное изучение динамики изменения параметров объекта на протяжении всего периода мониторинга - свойства СВПД, не имеющие аналогов в традиционных методах диагностики и паспортизации. Уникальность системы СВПД - возможность работы с источником

потокowego видеосигнала любого качества (в зависимости от поставленной задачи): бытового или профессионального, цифрового или аналогового. Это позволяет решать широкий спектр реальных задач дорожной отрасли.

Диагностика дорог. Обследование объектов, расположенных в пределах видимости из ходовой лаборатории. Измерительная система позволяет с высокой точностью осуществить привязку дорожных объектов к километражу, определить линейные и площадные размеры объектов обустройства, а также высоту вертикально ориентированных элементов, произвести дефектовку (бальную оценку) дорожного покрытия, оценить характеристики объектов сервиса и т.п. Параметры системы СВПД в полной мере соответствуют требованиям нормативных документов (в частности ВСН 6-90).

Содержание. Оценка текущего состояния дорог, контроль качества работ методом “до и после” по параметрам, согласованным между Заказчиком и Подрядной организацией. Например: окраска павильонов и ограждений, наличие снежного наката на проезжей части, состояние обочин, состояние дорожных знаков и разметки, уборка мусора с придорожной полосы, уполаживание откосов и т.п. Привлекательность СВПД для Заказчика - возможность оперативного документирования дефектов объектов в виде отдельных фотографий при составлении актов состояния контролируемых объектов, сокращение инспекционных выездов кураторов в подрядные организации.

Проектирование. Высокая точность измерений позволяет использовать СВПД для целей проектирования капитальных ремонтов и реконструкции дорог. Работа с видеоматериалами целесообразна при составлении ТЭО, рекогносцировочных работах, для параллельного использования с геодезическими материалами в процессе разработки рабочих чертежей, обосновании эффективности вариантов, авторского контроля строительства.

Мониторинг участков со сложными гидрогеологическими условиями. Система СВПД эффективна для контроля развития неблагоприятных процессов во времени, таких как: развитие карстов, оврагов, оползней, заболачивания прилегающих к дороге участков, работы конструкций искусственных сооружений. Сопоставление изображения последствий воздействия этих процессов на дорогу, с величиной параметров, характеризующих сами процессы, может стать основой для аналитического прогноза состояния участков со сложными условиями.

Контрольные вопросы:

1. Какие материалы необходимы для технического учёта автомобильной дороги?
2. Какие работы выполняются для составления паспорта автомобильной дороги?
3. Какие разделы содержит паспорт автомобильной дороги?
4. Как осуществляется автоматизированная система технической паспортизации?

## Литература

1. В.В.Сильянов. «Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог». М.: Транспорт, 1984, 287 стр.
2. И.С.Содиков «Прогнозирование и управление транспортно-эксплуатационными качествами автомобильных дорог», часть I. Т.: Фан, 1995, 179 стр.
3. И.С.Содиков «Прогнозирование и управление транспортно-эксплуатационными качествами автомобильных дорог», часть II, Т.: Фан, 1999, 131 стр.
4. М.М.Кудрявцев « Оценка транспортно – эксплуатационных качеств автомобильных дорог» Харьков, 2000, 92 стр.
5. К.Х.Азизов «Харакатни ташкил этиш асослари». Т.: Ёзувчи, 2002, ! 84 бет.
6. Ю.Д. Суликов « Эксплуатация автомобильных дорог». Екатеринбург, 2002, 320 стр.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция 1. Воздействие автомобиля на дорогу.....	3
Лекция 2. "Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог".....	7
Лекция 3. "Требования к транспортно-эксплуатационным показателям качества автомобильных дорог".....	12
Лекция 4. "Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог" часть 1.....	19
Лекция 5. "Оценка транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог" часть 2.....	27
Лекция 6. "Цели и задачи работ по ремонту и содержанию автомобильных дорог".....	33
Лекция 7. "Содержание дорог летом и осенью".....	36
Лекция 8. "Зимнее содержание автомобильных дорог".....	40
Лекция 9. "Весеннее содержание автомобильных дорог".....	47
Лекция 10. Влияние состояния дорожного покрытия и погодно-климатических факторов на транспортные качества дороги.....	50
Лекция 11. Влияние элементов дорог и средств регулирования на режимы движения автомобилей.....	53
Лекция 12. Оценка безопасности движения на автомобильных дорогах.....	58
Лекция 13. Способы сохранения транспортно-эксплуатационных качеств дороги в разные периоды года.....	63
Лекция 14. Выбор мероприятий, направленных на повышение безопасности движения.....	67
Лекция 15. «Техническая паспортизация автомобильных дорог».....	70
Литература.....	78