

Навчальна дисципліна «Утримання і ремонт автомобільних доріг і аеродромів»

Тема: Т.1.1.1. «Експлуатаційний стан автомобільних доріг» (6 годин)

1. Вимоги які ставляться до експлуатаційного стану автомобільних доріг і їх обґрунтування. Показники, що характеризують транспортно-експлуатаційні якості дороги
2. Водно-тепловий режим земляного полотна, дорожнього одягу; його вплив на міцність і стійкість земляного полотна, дорожнього одягу.
3. Види деформації і руйнування земляного полотна та покриттів
4. Взаємодія автомобіля з дорогою і його вплив на стан дорожнього покриття.
5. Методи визначення міцності дорожнього одягу. Випробування пробними статичними навантаженнями одягу через жорсткий штамп, статичними навантаженнями одягу колесом розрахункового автомобіля, квазістатичними навантаженнями одягу (з використанням установок безперервного контролю типу УНК КАДІ), динамічними навантаженнями одягу (з використанням установок динамічного навантаження типу УНД МАДІ)
6. Методи визначення зчірних якостей покриття проїзної частини.
7. Методи визначення рівності проїзної частини.
8. Оцінка стану автомобільної дороги з врахуванням вимог забезпечення безпеки руху. Оцінка пропускної здатності автомобільної дороги, рівень її завантаження та виявлення місць заторів
9. Класифікація робіт з експлуатаційного утримання автомобільних доріг загального користування.
10. Класифікація робіт з ремонтів автомобільних доріг загального користування
11. Працездатність доріг та дорожніх споруд. Термін служби доріг і дорожніх споруд. Шляхи підвищення надійності та терміну служби автомобільних доріг і дорожніх споруд.

Основні терміни:

1.Справність - це відповідність всім вимогам нормативно-технічної документації.

2. Працездатність – здатність виконувати задані функції.

3. Довговічність – це тривалість зберігати працездатність до того часу поки не наступить граничний стан.

4. Граничний стан – це такий стан, коли експлуатація неможлива через невиконання вимог безпеки.

Основні поняття

1. Рівність – один з основних показників, що характеризує зручність руху по дорозі і впливає на швидкість автомобілів

2. Піщана пляма – пляма, яка утворилася на покритті після розрівнювання диском з гумовою накладкою круговими рухами 25 см^3 після фракції 0,16-0,315 мм.

4.Матеріал лекцій

4. Оцінка шорсткості поверхні органо-мінеральних покриттів методом піщаної плями

Рівність поверхні покриття та зчеплення його з колесом автомобіля за інших ідентичних проектних характеристик є головними параметрами, що зумовлюють комфортність руху. Коефіцієнт зчеплення значною мірою визначається шорсткістю поверхні покриття. Вимірювання параметрів шорсткості точковими методами пов'язано зі значними витратами часу на обробку та розшифровку результатів випробувань. Неперервні методи оцінки шорсткості можливі тільки за наявності складної та дорогої електронної техніки.

На теперішньому етапі розвитку систем контролю якості дорожнього одягу та поверхні покриття необхідно прагнути до використання методів, що визначаються простотою, доступністю та достатньою розрізнявальною здатністю.

Методи визначення зчіпних якостей покриття проїзної частини

Кількісною мірою зчіпних якостей проїзної частини є коефіцієнт зчеплення шини з її поверхнею ϕ . Його визначають як відношення

максимальної горизонтальної реакції покриття до нормальної сили, що діє на колесо. Під час оцінювання забезпечення необхідних зчіпних якостей фактичне значення коефіцієнта ϕ зіставляють із мінімально допустимим або обчислюють відносний коефіцієнт зчеплення і визначають відповідність його встановленим обмеженням.

Усі наявні методи визначення зчіпних якостей проїзної частини доріг поділяють на чотири групи:

- >- побічні;
- > локальної оцінки зчіпних якостей;
- > визначення зчіпних якостей за допомогою динамометричних причепів;
- > методи, в яких випробувачем зчіпних якостей проїзної частини в безпосередньо автомобіль.

Методи першої групи ґрунтуються на непрякій оцінці зчіпних якостей проїзної частини за параметрами шорсткості. При цьому використовують гіпотезу, що чим вища шорсткість, тим більший і коефіцієнт зчеплення.

До основних параметрів шорсткості проїзної частини належать:

- > середня висота шорсткості (висота від нижніх западин до вершин виступів);
- > середній крок мікропрофілю (середня відстань між виступами мікропрофілю);
- >-середній кут вершин виступів;
- > умовний кут шорсткості.

Серед методів визначення параметрів шорсткості покриття найширше практичне застосування мають метод піщаної плями та методом з використанням голчастого приладу ПКШ-5.

Метод піщаної плями дає змогу визначити середню висоту шорсткості. Якщо відомий об'єм чистого сухого теку V (см³), розподілити на шорсткій поверхні за допомогою шкребка до заповнення всіх впадин мікропрофілю, а після цього виміряти площу утвореної «піщаної плями» F (см²), то середня висота шорсткості становитиме (мм):

$$h = \frac{10V}{F}$$

Випробування повторюють не менш ніж тричі, і за середню висоту шорсткості беруть середнє арифметичне з одержаних значень.

Метод із використанням голчастого приладу копіювання шорсткості ПКІП-5 дає змогу визначити всі основні параметри шорсткості проїзної частини. Прилад (рис. 3.16) складається з

базової пластини і поворотної робочої рамки з плоскою касетою голок 1, створеною ригелем рамки та притискною планкою 2. В комплект приладу входить прозорий шаблон для вимірювання середньої висоти шорсткості та еластична стрічка для вимірювання довжини мікропрофілю на базовій ділянці приладу.

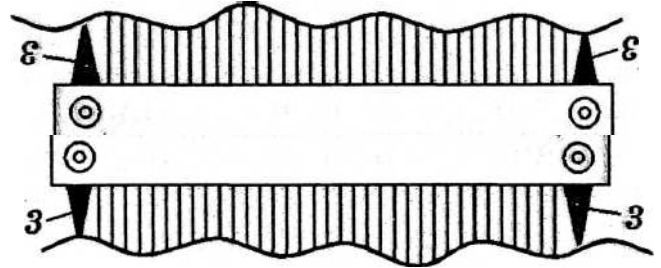


Рис. 3.16. Схема мікропрофілографа голчастого типу ПКІП-5

Перед початком випробувань робочу рамку приладу повертають до упору в бік базової пластини і відтисканням притискної планки вирівнюють голки в касеті. Після цього прилад ставлять на попередньо очищене покриття, повертають робочу рамку до упору в покриття опор 3 і відтискають притискну планку. Голашв касеті, переміщуючись під дією власної ваги, упираються в покриття, займаючи положення відповідно до його мікропрофшю. Притискну планку відпускають і рамку повертають у попереднє положення. Скопійований касетою голок мікропрофіль готовий для аналізу.

Середній крок мікропрофілю визначають діленням базової довжини касети приладу l (см) на $h-1$, де h — число вершин виступів.

Середню висоту шорсткості визначають за виразом

$$h = \frac{10S}{l} \text{ мм}$$

де S — площа між лінією мікропрофілю та лінією, що з'єднує вершини виступів, см^2 .

Середній кут шорсткості

$$a_m = \arctg \frac{l}{l_1} \text{ (град),}$$

де l_1 — довжина мікропрофілю на базовій довжині касети, мм.

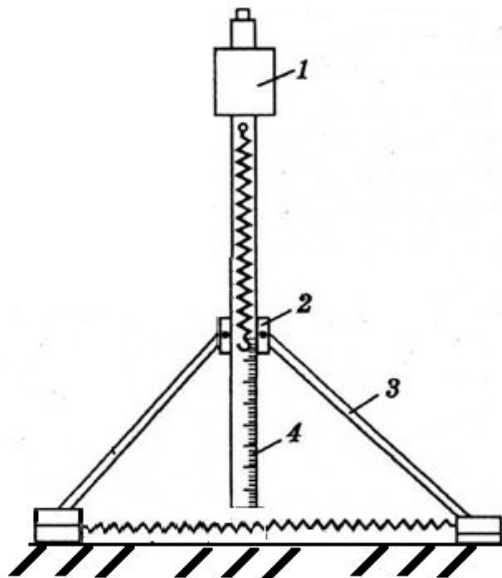
Методи другої групи ґрунтуються на оцінюванні зчіпних якостей покриття за результатами визначень коефіцієнта зчеплення в окремих локальних місцях проїзної частини.

До найбільш поширених із цієї групи методів належать методи в використанні маятникового приладу МП-3, приладу ударної дії ППК-2 та приладу КСР КАДІ.

Оцінювання зчіпних якостей проїзної частини **маятниковим приладом МП-3** полягає в реєструванні втрати кінетичної енергії вільно падаючого маятника внаслідок тертя контактної пластини по поверхні покриття на фіксованій ділянці їх взаємодії.

У процесі вільного падіння маятника контактна пластина взаємодіє з покриттям, у результаті чого маятник втрачає частину кінетичної енергії і відхиляється в бік секторної шкали на певний кут, величина якого залежить від кількості втраченої енергії, тобто від ступеня шорсткості поверхні покриття. Значення цього кута зчитують зі шкали в місці зупинки пасивної стрілки і за тарувальним графіком приладу встановлюють місцеве значення коефіцієнта зчеплення. Випробування проводять за мокрого стану покриття по сму- накату і повторюють в одному створі дороги кілька (не менше трьох) разів.

Метод із використанням приладу ППК-2 ґрунтується на ви- користанні енергії падаючого вантажу для переміщення імітаторів шин 6



(рис. 3.17). Під час падіння вантаж 1 із фіксованою енергією ударає по муфті 2, яка змушує штовхаючі тяги 3 долати опір пружини 5, а імітатори шин 6 — ковзати по поверхні покриття. За фіксованої енергії удару відстань ковзання імітаторів буде тим меншою, чим вищу шорсткість матиме покриття. Кінцеве переміщення імітаторів, яке зумовлюється слизькістю проїзної частини, визначають за шкалою 4 на опорній штанзі, яка градуирована в одиницях коефіцієнта зчеплення.

Рис. 3.17. Прилад для визначення ковзання імітаторів шин

Метод із використанням приладу КСР КАДІ принципово ві- зниться від розглянутих вище. Він полягає у визначенні коефіцієнта зчеплення в локальному місці за коефіцієнтом тертя ковзання вимірювального колеса приладу по поверхні покриття. Для цього до приладу додаються тарувальні криві, за допомогою яких здійснюється таке

визначення. Сам прилад є двоколісним візком із рукояткою, одне колесо якого в момент випробування повністю гальмується оператором. Візок із загальмованим колесом рівномірно переміщують по проїзній частині зі швидкістю 3 — 4 км/год. Значення фактичного коефіцієнта тертя ковзання зчитують зі шкали приладу.

Серйозними недоліками методів другої групи є недостатнє моделювання реального процесу взаємодії в зоні контакту колеса з проїзною частиною та місцевий характер самого визначення коефіцієнта зчеплення.

Методи третьої групи ґрунтуються на застосуванні динамометричних причепів, які буксирують автомобілі, і використовують єдину методологічну основу: за коефіцієнт зчеплення береться коефіцієнт тертя першого роду між шиною та поверхнею покриття, який визначають як відношення максимальної горизонтальної реакції покриття T в режимі ковзання по ньому шин до вертикального навантаження на колесо G :

$$\varphi = \frac{T}{G}$$

Один із таких причепів є шарнірною паралелограмною конструкцією, що забезпечує незмінність вертикального навантаження під час гальмування, оснащеною м'якою підвіскою та гідравлічним амортизатором із системою зволоження покриття в зоні контакту колеса в момент випробування. Вимірювальним колесом слугує шкочовне легкового автомобіля, яке знаходиться під навантаженням.

Коефіцієнт зчеплення вимірюють на кожній смузі руху за швидкості автомобіля-лабораторії 60 км/год в умовах зволоженої проїзної частини (за товщини плівки води не менш ніж 1 мм) повним гальмуванням вимірювального колеса установки. На кожній ділянці виконують не менше трьох вимірювань. Якщо різниця між вимірюваннями перевищує 0,05, роблять додаткові дослідження. За коефіцієнт зчеплення на ділянці беруть середнє арифметичне з трьох — п'яти вимірювань.

Методи четвертої групи відбивають реальні умови взаємодії автомобіля з проїзною частиною у разі негайного гальмування. Вони дуже прості, не потребують використання спеціального обладнання і забезпечують вимірювання коефіцієнта зчеплення з достатньою для практики точністю. Ці якості методів і забезпечили їх значне поширення.

Визначення коефіцієнта зчеплення за довжиною гальмівного шляху полягає в тому, що кінетична енергія автомобіля, який вільно рухається, за повного гальмування його коліс поглинається робо-

тою гальмівної сили, інтенсивність якої залежить від зчіпних якостей проїзної частини.

Нехай автомобіль масою m , що рухається з вимкненим двигуном зі швидкістю v_0 , внаслідок негайного гальмування знижує швидкість до v_1 на шляху завдовжки L . Початкова кінетична енергія автомобіля $\frac{mv_0^2}{2}$ при цьому знижується до $\frac{mv_1^2}{2}$. Очевидно, що різниця цих енергій поглинається роботою гальмівної сили як тертя першого роду, тобто

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = mgl\varphi.$$

де φ - коефіцієнт шин із покриттям.

У разі гальмування до повної зупинки $v_1 = 0$ маємо

Цей вираз покладено в основу методу визначення коефіцієнта зчеплення за довжиною гальмівного шляху.

Для визначення довжини гальмівного шляху автомобіль оснастріляльним пристроєм, який залишає позначку з крейди на یتті в момент початку гальмування. За відсутності пристрою

$$L=1.09l_{\text{сер}}$$

де $l_{\text{сер}}$ - середня для чотирьох коліс довжина видимого на покритті сліду гальмування.

Визначення коефіцієнта зчеплення за від'ємним прискоренням автомобіля ґрунтується на тому, що сповільнення автомобіля під час гальмування пропорційне інтенсивності витрат ним кінетичної енергії, які внаслідок поглинання енергії роботою гальмівної сили залежать від зчіпних якостей проїзної частини.

Для сповільненого руху

$$v = v_0 - at; S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

де a – від'ємне прискорення

У разі гальмування до повної зупинки

$$v_0 = at; \quad L = \frac{at^2}{2}$$

де T – час руху до повної зупинки.

5. Методи визначення рівності проїзної частини

Рівність проїзної частини значно впливає на зручність руху» стійкість автомобіля, на пов'язану з нею безпеку руху і внаслідок цього — на можливість реалізації тягово-швидкісних та палив&о-економічних якостей автомобілів. Тому рівність проїзної частини має задовольняти певним вимогам і контролюватись як на стада будівництва доріг, так і в процесі їх експлуатації.

У світовій практиці відомо понад 50 методів контролю рівності проїзної частини доріг. Усі їх можна поділити на три групи:

- 1) методи, що ґрунтуються на реєструванні геометричних параметрів нерівностей;
- 2) методи, в основу яких покладено реєстрування **результате** взаємодії автомобіля і дороги, — коливань, переміщень окремих елементів автомобіля та ін.;
- 3) методи, що полягають у використанні приладів інерційних та динамічних перетворювачів профілю їздової поверхні.

До першої групи належать методи, в яких використано триметрові та багатоопорні рейки різних модифікацій, профілографі!, профілометри, нівеліри та ін. Суть їх полягає у реєструванні тим <ші іншим способом геометричних відхилень поверхні проїзної частини від прямої лінії.

Найпоширенішим є **метод безпосередніх дискретних вимірювань мікропрофілю проїзної частини за допомогою триметрової рейки**. В комплект рейки входить також вимірювальним клин із відношенням катетів 1 : 10, на якому нанесено позначиш вздовж більшого катета через 1 см, що дає змогу при встановленні його в просвіт між рейкою та поверхнею покриття вимірювати просвіти з точністю до 1 мм. Під час контролю рівності рейку укладають у поздовжньому напрямку через кожні 30 - 60 м «рейка в рейку» (Залежно від завдання вимірювання) у трьох місцях — на осі та за 1м від крайок проїзної частини, і, користуючись клином, вимірюють просвіти під рейкою в п'ятьох позначених контрольних точках рейки. Результати вимірювань просвітів записують у спеціальний журнал. Під час обробки даних вимірювань встановлюють загальне число просвітів під рейкою та число просвітів певної величини. За цими даними визначають для контрольованої ділянки дороги (наприклад, 1 км) число просвітів кожної величини у відсотках загального числа просвітів. Одержані результати зіставляють з вимогами нормативних документів і складають висновок про відповідність фактичної рівності проїзної частини встановленим вимогам.

Методику контролю рівності триметровою рейкою покладено в основу і в разі використання профілографів, профілометрів та нівелірів: всі ці методи ґрунтуються на виявленні та кількісній оцінці відхилень поверхні проїзної частини від прямої лінії чи площини.

Недоліком методів першої групи крім низької їх продуктивності є те, що геометричні показники рівності не відбивають особливостей взаємодії з ними реальних автомобілів.

Серед методів другої групи найпоширенішим і найпрогресивнішим є метод контролю **рівності проїзної частини з використанням**

поштовхоміра. Цінність і поширення цього методу забезпечили такі його позитивні якості, як дуже висока продуктивність (до 25 км/год), автоматизація реєстрування показників рівності, повне моделювання процесу взаємодії автомобіля нерівностями проїзної частини та простота обробки й аналізу результатів вимірювань.

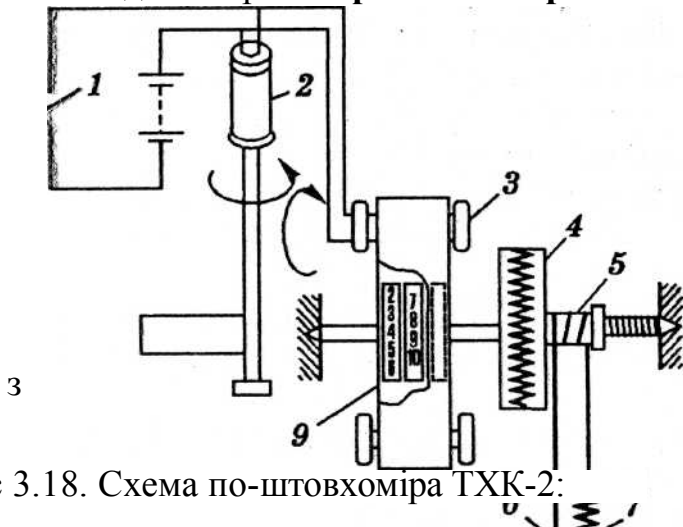
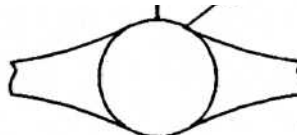


Рис 3.18. Схема поштовхоміра ТХК-2:

1 — кнопка для фіксування відстані; 2, 3 — відповідно перший і другий електродвигуни 4 — храпова муфта 5 — барабан; 6 — гнучкий трос; 7 — натяжна пружина; 8 — задній міст автомобіля; 9 — лінійний механізм

за



показником рівності при цьому є сума прогинів ресор у сантиметрах на 1 км шляху (см/км).

Прогини ресор автомобіля під час його переміщення по дорозі реєструють поштовхоміри конструкцій ХАДІ, КАДІ, ТХК-2 або їх модифікації. На рис. 3.18 наведено поштовхомір ТХК-2 з динамічним перетворювачем мікропрофілю покриття.

Рівність проїзної частини вимірюють проїздами автомобіля-лабораторії, на якому змонтовано поштовхомір, по кожній смузі руху зі швидкістю 50 км/год.

Обробка результатів вимірювань рівності поштовхомір ом полягає в побудові лінійного графіка рівності проїзної частини. Цей графік «є основним документом для планування видів та черговості заходів щодо поліпшення умов руху й підвищення ефективності роботи проїзної частини.

Третя група методів оцінки рівності проїзної частини має загалом незначне поширення, в основному внаслідок складності обладнання та трудомісткості обробки результатів польових вимірювань. Методи ґрунтуються на використанні причіпних рівнемірів, переважно конструкції МАДІ — СоюздорНДІ. Найвідоміший із *шук* — динамічний перетворювач мікропрофілю проїзної частини конструкції МАДІ (рис. 3.19). За його допомогою мікропрофіль записується непрямым методом. Спочатку переміщення контактної колеса *шук* час переїзду через нерівності перетворюються на електричні ссзда-

ли, запис яких потім способом зворотних перетворень перераховують на дорожні нерівності.

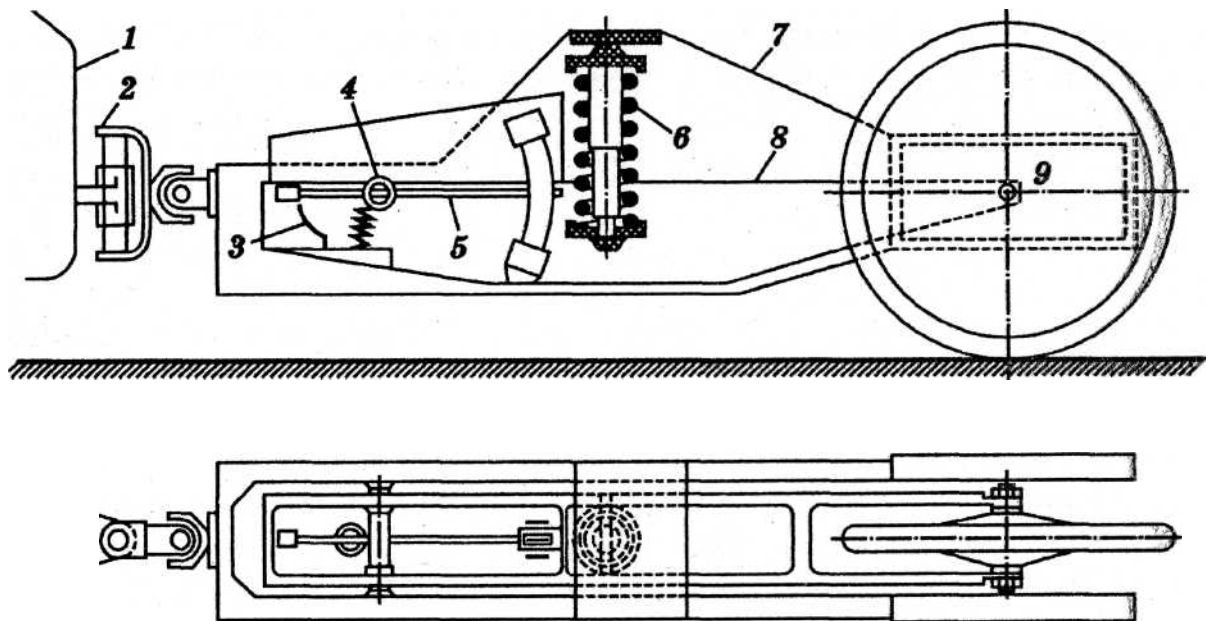


Рис. 3.19. Схема поштовхоміра з динамічним перетворювачем мікропрофілю:

1 — буксирний автомобіль; 2 — шарнірне зчіпне обладнання; 3 — датчик тисцю-сних переміщень маятника; 4 — вісь обертання маятника; 5 — повільний маятник; 6 — амортизатор, що гасить коливання; 7 — зовнішня рама (ферма); III — внутрішня ферма; 9 — вантаж

Очевидно, це пояснюється тим, що високі швидкості руху, близькі до розрахункових, не спостерігаються в реальних умовах, а витрати на їх забезпечення дуже великі.

Розрахункову швидкість під час розроблення проекту реконструкції дороги в багатьох країнах беруть меншою, ніж у разі проектування нової дороги. Це спричинено тим, що дороги проходять в умовах забудови і ландшафту, що історично склалися. Так, у ФРН і Англії вважаються, що розрахункова швидкість руху в разі реконструкції доріг має бути не більшою ніж 80км/год.

Нормативний документ на проектування автомобільних доріг в Україні (ДБН В.2.3.4-2000 «Автомобільні дороги») не розділяє вимог до елементів доріг, які будують, і які реконструюються.

1.Вимоги до транспортно-експлуатаційного стану доріг

Технічний рівень і експлуатаційний стан доріг мають відповідати вимогам, що ставляться до основних транспортно – експлуатаційних показників доріг. До них належать: міцність дорожнього одягу, рівність покриття, коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з покриттям.

Міцність дорожнього одягу – це несівна здатність дорожнього

одягу, яку оцінюють еквівалентним модулем пружності E .

Кількісно міцність дорожнього одягу характеризують коефіцієнтом запасу міцності.

$$K_m = \frac{E_\phi}{E_n}$$

де E_ϕ – фактичний модуль пружності, МПа;

E_n - потрібний модуль пружності, МПа.

Фактичний модуль пружності дорожнього одягу визначаються на певній ділянці дороги експериментальними вимірюваннями за реального навантаження розрахунковим автомобілем з подальшим обчисленням за формулою

$$E_\phi = \frac{pD(1-\mu^2)}{l_{\text{пр}}}$$

Де p – питомий тиск колеса розрахункового автомобіля, МПа;

D - діаметр сліду колеса розрахункового автомобіля, см;

$l_{\text{пр}}$ - пружний прогин під колесом розрахункового автомобіля, см;

μ - коефіцієнт поперечно розширення матеріалу (коефіцієнт Пуассона), для асфальтобетону $\mu = 0,25 \dots 0,30$.

Характеристики розрахункових автомобілів наведено в таблиці 1.12

Таблиця 1.12. **Характеристики розрахункового автомобіля**

Транспортний засіб	Найбільше статистичне навантаження на вісь, тс	Середній питомий тиск на покриття МПа	Площа контакту колеса, см ²	Розрахунковий діаметр сліду колеса автомобіля, см	
				Нерухомого	Рухомого
Автомобіль					
Групи А	10,0	0,6	835	33	37
Групи Б	6,0	0,5	600	28	32
Автобус					
Групи А	11,5	0,6	960	34	39
Групи Б	7,0	0,5	700	30	34

Міцність дорожнього одягу визначають для розрахункового, тобто найсприятливішого для роботи дороги періоду року. Для України розрахунковий період збігаються з весняним, коли спостерігається найбільша вологість ґрунту земляного полотна.

Початок розрахункового періоду орієнтовно збігаються з датою

переходу температури повітря через 0°C навесні.

Потрібний модуль пружності дорожнього одягу $E_{\text{потр}}$ визначаються залежно від зведеної до розрахункового автомобіля інтенсивності руху $N_{\text{розр}}$ за номограмою. За відсутності даних про інтенсивність руху мінімально необхідний модуль пружності можна визначити залежно від категорії дороги

Таблиця 1.13. Залежність модуля пружності від категорії дороги

Категорія дороги	Розрахункова зведена інтенсивність руху на одну смугу, од/добу	Потрібний модуль пружності, МПа		
		Капітальний	Полегшений	Перехідний
I	500	230	-	-
II				-
III	250	220	180	-
IV	70	180	160	65
V				50
	(70)	-	125	
	(50)	-	100	

Для оцінки відповідності показників міцності дорожнього одягу умовами руху потрібно відносити їх до гранично допустимих значень.

Рівність покриття є одним з основних показників, що характеризує зручність руху по дорозі і впливає на швидкість автомобіля і транспортну роботу дороги загалом.

Поганий стан покриття дороги значно погіршує умови руху: з'являються шкідливі для водія коливання і вібрації, істотно погіршуються умови роботи водія, бо він має постійно **стежити** за станом покриття, часто змінювати траєкторію руху, гальмувати і набирати швидкість. Все це відволікає його увагу від інших важливих з погляду безпеки руху елементів дороги та автомобіля. Тому погіршення рівності покриття призводить до підвищення аварійності на дорозі. Рівність покриття характеризується , величиною просвіту між *поверхнею* покриття і триметровою рейкою h (мм) або сумарною величиною стиснень ресор автомобіля ш проїзду ділянки дороги завдовжки 1 км, що визначається поштовхоміром, s (см/км) Між цими характеристиками існує кореляційна залежність

$$S = 20 + 7.1h^{1.7}$$

Рівність покриття істотно впливає на швидкість руху. У міру погіршення рівності знижується швидкість автомобілів усіх типів. Ці

залежності можна описати рівняннями.

- для легкових автомобілів

$$v = 70,0 - 0,016s$$

- для вантажних автомобілів

$$v = 55,0 - 0,023s$$

де s — показ поштовхоміра, см/км.

Основними причинами дорожньо-транспортних пригод на ділянках доріг із незадовільною рівністю покриття є взаємне зіткнення автомобілів, які рухаються на малих дистанціях, в разі різкого гальмування переднього автомобіля перед нерівністю, а також зіткнення автомобілів у разі раптових виїздів на смугу зустрічного руху при об'їзджанні нерівностей.

У нічний час дорожньо-транспортні пригоди можливі внаслідок осліплення водіїв відбитим світлом фар від поверхні *води, що заповнила нерівність*. Кінцевим результатом погіршення рівності покриття є збільшення собівартості автомобільних перевезень, яка залежить від рівності покриття:

Показ штовхоміра, см/км	20	100	250	500
1000				
Відносна собівартість перевезень, %	100	111	127	156
227				

За тривалої експлуатації покриттів, покази поштовхоміра яких перевищують 500 см/км, починається прогресуюче погіршення їх рівності, з'являються вибоїни, осідання, проломи та інші руйнування.

Вимоги до рівності покриттів встановлюють за мінімумом зведених витрат автомобільного транспорту на перевезення вантажі» та дорожніх організацій на ремонт і утримання дорожніх покриттів.

Допустимі значення рівності проїзної частини доріг, що здаються в експлуатацію, наведено в табл. 1.14.

Таблиця 1.14. Показники рівності автомобільних доріг різних категорій

		Допустимі значення рівності, см/км
I — II	Асфальтобетон	80
	Цементобетон	100
III	Асфальтобетон	100
	Цементобетон	130
	Щебенева, оброблене зв'язниками	200
IV-V	Щебенева необроблене бруківка	250

Кількісно рівність покриття оцінюють *коефіцієнтом рівності*:

$$K_p = \frac{S_{\phi}}{S_{\text{доп}}}$$

де S_{ϕ} — фактичне значення рівності покриття за поштовхоміром, см/км;
 $S_{\text{доп}}$ — допустиме значення рівності покриття, см/км.

За значення $K_p < 0,5$ рівність покриття дороги відмінна і ремонтні заходи, спрямовані на поліпшення рівності, на найближчий період не плануються. За $K_p = 0,5 \dots 1,0$ рівність добра і ремонтні роботи можуть плануватися на кінець розрахункового періоду, за $K_p = 1,0 \dots 1,6$ рівність задовільна, ремонтні роботи плануються на найближчі 1- 2 роки; за $K_p < 1,6$ рівність покриття незадовільна, потрібен терміновий ремонт.

Зчеплення колеса з покриттям — один із найважливіших чинників, що впливає на безпеку руху. Недостатнє зчеплення колеса з покриттям є, як правило, першоосовною дорожньо-транспортних пригод із тяжкими наслідками. Статистика засвідчує, що через низьке зчеплення колеса з покриттям у весняний і осінній періоди стається до 70 % усіх дорожньо-транспортних пригод, у літній період — до 30 %. Критерієм зчеплення колеса з покриттям є *коефіцієнт зчеплення* ϕ .

Опорний конспект

1. Вимоги які ставляться до експлуатаційного стану.

До основних транспортно-експлуатаційних показників дороги відносять:

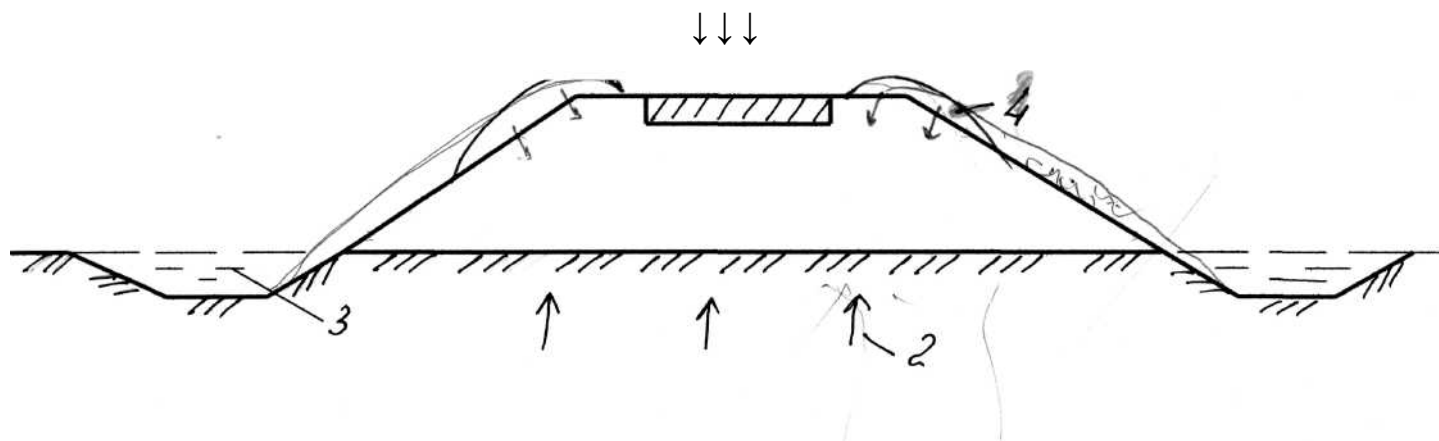
1. Швидкість руху
2. Пропускна здатність
3. Рівність завантаження
4. Непереривність руху
5. Безпека руху
6. Вантажопідіймальність автомобілів
7. Допустиме осьове навантаження

Основні вимоги до покриття і дорожнього одягу:

1. Міцність дорожнього одягу.
2. Рівність покриття.
3. Коефіцієнт зчеплення колес автомобіля з покриттям.

Водно-тепловий режим земляного полотна, дорожнього одягу і його вплив на міцність і стійкість земляного полотна і дорожнього одягу.

- 1- Опади
- 2- Грунтові води



- 3- Опади
- 4- Грунтові води
- 5- Вода в кюветах
- 6- Талі води.

Водно-тепловий режим - це закономірна зміна, на протязі року, вологи і температури в шарах дорожнього одягу і в ґрунті земляного полотна.

Розрізняють 4 характерні періоди водно-теплогового режиму:

- 1. Початкове накопичення вологи восени, в цей період W (вологість) досягає 0,7 межі текучості.
- 2. Промерзання, перерозподіл і накопичення вологи в земляному полотні зимою.
- 3. Відтаювання земляного полотна і перезволоження ґрунту весною,
 $W = (0,85 - 1,0)W_m$.
- 4. Просихання земляного полотна літом.

Види деформацій земляного полотна:

- 1. Ями
- 2. Вибойни
- 3. Колії, в яких застоюється вода
- 4. Порушення трав'яного покриву
- 5. Розущільнення
- 6. Недостатній похил узбіччя, який перешкоджає стіканню води
- 7. Промоїни і впадини
- 8. Розмив канав
- 9. Підмив земляного полотна, конусів штучних споруд
- Ю.Пучіння.

3. Види деформацій і руйнувань земляного полотна.

Деформації дорожнього одягу:

- 1. Просадки.
- 2. Витирання і втрата шорсткості.
- 3. Тріщини.
- 4. Раковини.
- 5. Вибойни.
- 6. Відколи кромок плит.
- 7. Відшарування ц/б корки.

8. Шелушіння плит.

Технічний рівень і експлуатаційний стан доріг має відповідати вимогам, що ставляться до основних транспортно-експлуатаційних показників доріг. До них належать:

1. Міцність дорожнього одягу.
2. Рівність покриття.
3. Коефіцієнт зчеплення колес автомобіля з покриттям.

5. Методи визначення міцності дорожнього одягу.

За допомогою універсального дорожнього вимірювального обладнання (УДВО). Принцип вимірювання заключається в вивченні і аналізі взаємодії двох пружних тіл:

- Жорсткий штамп;
- Дорожній одяг.

Міцність дорожнього одягу визначається для найнесприятливішого для роботи дороги періоду року (навесні при 0 ° C).

Потрібний модуль пружності дорожнього одягу визначають залежно від зведеної до розрахункового автомобіля інтенсивності руху:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 кат. - 500 од./добу | E = 230 МПа. |
| 2 кат. - 250 од./добу | E = 220 МПа. |
| 3 кат. - 70 од./добу | E = 180 МПа. |
| 4 кат. - 70 од./добу | E = 125 МПа і 65 МПа. |
| 5 кат. - 50 од./добу | E = 50 МПа. |

Коефіцієнт запасу міцності дає змогу оцінити міцність дорожнього одягу, якщо:

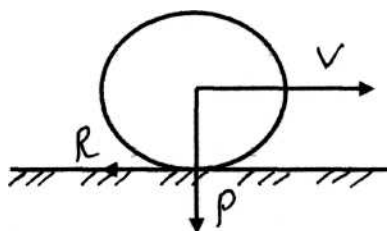
Км\1 - стан незадовільний, необхідно провести капітальний ремонт, тобто посилення дорожнього одягу і укладання додаткового шару а/б.

$K_m = 1$ - належить посилити дорожній одяг з урахуванням руху на перспективу.

$$K_{\text{міц}} = 1$$

$K_m / 1$ - за міцністю стан дорожнього одягу задовільний. $K_{\text{міц}} / 1$

4. Взаємодія автомобіля з дорогою і його вплив на стан дорожнього одягу.



P діє на глибинний шар і викликає прогин шару дорожнього одягу.

Дотична сила R направлена в сторону протилежно руху автомобіля. Дотичні зусилля викликані тертям (при гальмуванні). Вони призводять до виникнення в дорожньому одязі зсувів і розривів.

При наїзді на нерівність виникають коливання частин автомобіля, тиск автомобіля на дорогу буде то зменшуватися то збільшуватися.

При збільшенні швидкості до 100 км/год динамічний коефіцієнт зростає в тричі, потім залишається постійним.

7. Методи визначення рівності покриття:

1. Трьохметровою рейкою. Рівність покриття характеризується величиною просвіту між поверхнею покриття і трьохметровою рейкою, мм. Для а/б - 5 мм, для чорного щебеню - 7 мм.
2. За допомогою поштовхоміра, см/км - це сумарна величина стиснень ресор автомобіля за проїзду ділянки дороги довжиною 1 км. При цьому розрізняють 3 етапи:

1 етап - підготовка до вимірювання.

2 етап - польові вимірювання.

3 етап - обробка результатів, будують графік, якщо > 300 см/км - необхідний капітальний ремонт.

3. За допомогою УДВО. Принцип вимірювання заключається у вимірюванні суми вертикальних переміщень підресорної маси відносно ходової частини УДВО. Рівність покриття вимірюється в сантиметрах переміщень підресорної частини УДВО на один кілометр шляху. Результати вимірювань обробляються портативним комп'ютером.
4. За допомогою нівелювання.

Рівність покриття залежить:

1. Від рівності основи.
2. Від типу і товщини матеріалу.
3. Від технології укладання.

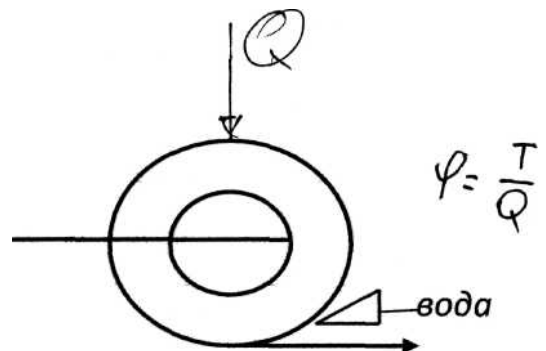
6. Методи визначення зчіпних якостей покриття проїзної частини

Вимірювання коефіцієнту зчеплення за допомогою УДВО. Закладається у вимірюванні гальмівного зусилля заблокованого колеса на зволоженому покритті ($1\text{л}/1\text{м}^2$ поверхні покриття). Методика визначення коефіцієнту зчеплення відповідає існуючим стандартам. Обробка і збереження результатів здійснюється за допомогою портативного комп'ютера.

$$f = 0,1-0,8$$

$$f = 0,1\text{-лід}$$

$$f > 0,8 \text{сухе, шорстке покриття.}$$



$$f = 0,1-0,8$$

$$f = 0,1\text{-лід}$$

$$f > 0,8\text{- сухе, шорсткепокриття.}$$

На безпеку руху суттєво впливає ступінь завантаження дороги.

$$Z = \frac{N_{\text{сез}}}{P_{\text{сезп}}}$$

N - інтенсивність руху в даний період року, приведена до легкового автомобіля.
 $P_{\text{сез}}$ - пропускна здатність.

p - число смуг руху.

Z не повинно перевищувати:

1. 0,5- на під'їздах до аеропорту, морських і річних причалів.
2. 0,6 - на автомагістралях 1 категорії.
3. 0,65 - на в'їздах в місто і на кільцевих дорогах.
4. 0,7-на дорогах 2-3 категорії.
5. 0,75 - на дорогах 4 категорії.

В неблагоприємних умовах допускається підвищення ступеню завантаження дороги (Z), але не більше ніж на 10 -15%.

Експлуатаційні коефіцієнти.

Експлуатаційні якості дороги характеризуються: міцністю, рівністю, шорсткістю покриття. Від експлуатаційних показників залежить:

1. Швидкість.
2. Продуктивність транспорту.
3. Собівартість перевезень.

Коефіцієнт зчеплення значною мірою визначається шорсткістю поверхні покриття.

Широко застосовується метод вимірювання шорсткості поверхні за висотою **піщаної плями**.

Суть методу полягає в тому, щоб виміряти середню висоту виступів шорсткості покриття шляхом заповнення западин певним об'ємом піску. На очищену, суху поверхню із каліброваного циліндру висипають 25 см³ піску фракції 0,16 - 0,315мм, а потім круговими рухами за допомогою диску на який накладено гумову накладку розрівнюють, формуючи максимально широке коло з піску. За результатами вимірів взаємоперпендикулярних діаметрів визначають ВПП.

$$\text{ВПП} = \frac{31831}{d^2}$$

Кількість аварій різко зростає при значенні ВПП 0,4см

8. Оцінка безпеки руху на дорогах.

Залежно від рівня завантаженості а/д можна поділити на 4 рівня зручності.

Рівень зручності	Ступінь завантаженості (Z)	Характеристика транспортного потоку
А	0,2	Стан потоку вільний
Б	0,2-0,45	Частково зв'язаний
В	0,45-0,7	Зв'язаний
Г	0,7-1	Насичений, суцільний

Заходи:

А-розмітка проїзної частини, встановлення знаків, улаштування крайової смуги.

Б - укріплення узбіччя, улаштування крайової смуги, поверхнева обробка покриття, улаштування додаткових смуг для обгону завдовжки не менше 300м, а на підйомах не менше 500м.

В-розширення проїзної частини, улаштування смуг для обгону, заборона обгонів в окремі години.

Г-улаштування додаткової смуги руху для обгонів. На підйомах додаткову смугу влаштовувати по всій довжині підйому з похилом понад 40%, на кривих збільшувати радіуси.

Дорожні умови суттєво впливають на безпеку руху, тому дорожньо-експлуатаційні організації і служби руху ведуть систематичний облік і аналіз ДТП.

Кожна ДТП -це є сукупність кількох неблагоприємних факторів.

Через несприятливі дорожні умови відбуваються 10 - 25% ДТП.

Основні фактори:

1. Невідповідність технічних параметрів дороги (недостатня ширина проїзної частини, малий радіус кривих в плані і профілі, вузькі мости).
2. Підвищення слизькості.
3. Забруднення, вибоїни.
4. Незадовільний стан узбіч, з'їздів, мостів, підходів до них.
5. Обмеження видимості.

6. Відсутність огорож і розширень, віражів, розміток, дорожніх знаків.

Методи оцінки безпеки руху:

1. По абсолютному числу аварій на даних ділянках дороги або по кілометровому графіку ДТП. Цей спосіб не враховує інтенсивності руху.
2. По коефіцієнту пригод - по числу ДТП на 1000000 автокілометрів пробігу.

Заходи:

1. $K_{\text{без.}} 0,8$ - укріплення з'їздів, що прилягають до дороги.
2. $K_{\text{без.}} = 0,6-0,8$ - улаштування тротуарів і велосипедних доріжок у населених пунктах.
3. $K_{\text{без.}} = 0,4 - 0,6$ - улаштування шорстких поверхневих обробок, зрізування укосів або вирубування дерев для забезпечення видимості на горизонтальних кривих, улаштування кільцевих розв'язок.
4. $K_{\text{без.}} \leq 0,4$ - регулярний контроль коефіцієнту зчеплення і рівності покриття.

Питання:

1. Назвіть основні транспортно експлуатаційні показники дороги.
2. Назвіть основні вимоги до дорожнього одягу.
3. Що таке водно-тепловий режим?
4. Які джерела зволоження земляного полотна?
5. Назвіть чотири характерних періоди водно-теплогового режиму.
6. Назвіть види деформацій земляного полотна.
7. Види деформацій дорожнього одягу.
8. Які ви знаєте методи визначення міцності дорожнього одягу?
9. При якому коефіцієнті міцності дорожнього одягу потрібний капітальний ремонт?
10. Назвіть методи визначення рівності покриття.
11. Чим характеризується рівність покриття при визначенні її трьохметровою рейкою?
12. Який найпрогресивніший метод контролю рівності проїзної частини і які його позитивні якості?
13. Назвіть методи визначення зчірних якостей покриття.
14. Як визначається величина зношування покриття?
15. Як поділяються автомобільні дороги по рівню зручності транспортного потоку?
16. Які заходи передбачаються для забезпечення безпеки руху при рівні зручності В?
17. Які ви знаєте методи оцінки безпеки руху?
18. При якому значенні коефіцієнту пригод ділянка дороги буде небезпечною

Відповіді:

1. Основні транспортно експлуатаційні показники дороги:

Швидкість руху, пропускна здатність, рівень завантаження, безпека руху, неперерівність руху, вантажопідємність автомобілів.

2. Основні вимоги до дорожнього одягу:

- міцність
- рівність
- зчеплення коліс автомобіля з покриттям

3. Водно-тепловий режим - це зміна на протязі року вологи і температури в шарах дорожнього одягу і в ґрунті земляного полотна

4. Джерела зволоження земляного полотна:

- поверхневі води
- ґрунтові води
- вода що довго застоюлася в кювета
- тала води від снігу неприбраного з укосів

5. Чотири характеристики водно-теплогового режиму:

- 1-початкове накопичення вологи восени.
- 2-накопичення вологи в земляному полотні взимку.
- 3-Відтаювання земляного полотна і перезволоження ґрунту весною.
- 4-Просихання земляного полотна влітку.

6. Види деформацій земляного полотна:

- ями, вибоїни, колії.
- порушення трав'яного покриву
- недостатній похил узбіччя
- розмив водовідвідних каналів
- підлив земляного полотна

- підлив конусів штучних споруд
- пучіння,здимлення.

7.Види деформацій дорожнього одягу:

- просадки,тріщини,раковини.
- витирання і втрата шорсткості
- вибоїни
- відколи кромek плит
- відшарування ц/бетонної корки
- шелушіння плити

8. Методи визначення міцності дорожнього одягу:

- за допомогою універсального дорожнього вимірювального обладнання (УДВО)
- пробним статичним навантаженням
- колесом розрахункового автомобіля

9. При $K_{міц}=0.8$ потрібний капітальний ремонт,при $K_{міц}=1$ стан дорожнього одягу задовільний.

10.методи визначення рівності покриття:

- трьох метровою рейкою
- за допомогою УДВО
- за допомогою нівелювання

11.Рівність покриття характеризується величиною просвіту між поверхнею покриття і трьох метровою рейкою (для а/б покриття -5мм,для чорно щебеневого покриття -4мм)

12.Найпрогресивніший метод контролю рівності покриття є метод контролю рівності за допомогою поштовхоміра. Його позитивні якості:

- висока продуктивність

- автоматизація реєстрування показників рівності
- простота обробки й аналізу результатів вимірювання

13. Методи визначення зчіпних якостей покриття:

- метод пісчаної плями
- метод з використанням голчастого приладу копіювання шорсткості ПКШ-5
- метод з використанням маятникового приладу МП-3
- з допомогою приладу ударної дії ППК-2
- з допомогою приладу КСР КАДІ
- з допомогою УДВО

14.Знос покриття визначається за допомогою марок-пластин трапецієдальної форми з м'якого матеріалу яка закладається в покриття і стирається разом з ним

15.По рівню зручності транспортного потоку автомобільні дороги поділяються на 4 рівня:

А-стан потоку вільний

Б-стан потоку частково зв'язаний

В-стан потоку зв'язаний

Г-стан потоку насичений,суцільний

16.При рівні зручності В необхідно розширювати проїзну частину,влаштовувати смуги для обгону,забороняти обганяти в окремі години

17.Методи оцінки безпеки руху:

1.по абсолютному числу аварій на даних ділянках дороги або по кілометровому графіку ДТП

2.по коефіцієнту пригод,по числу ДТП на 1000000 автокілометрів пробігу

18. Ділянка дороги буде небезпечною при $K_{\text{пригод}} > 1.2$

Література

1.Кубасов А.У. Чумаков.Ю.Л. Широков.С.Д. “” Строительство,ремонт и содержание автомобильных дорог: Учебник для автомоб-дорожных техникумов. 3-я узд..пере раб. И доп.-М.:Транспорт.1985-336с.

2.ДБН В.2.3-4-2007 Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Видання офіційне із змінами номер:1,2,3. Державний комітет будівництва,архітектури та житлової політики України.Київ 2003

3.Журнали =Дорожня галузь України

Питання:

1. Назвіть основні транспортно експлуатаційні показники дороги.
2. Назвіть основні вимоги до дорожнього одягу.
3. Що таке водно-тепловий режим?
4. Які джерела зволоження земляного полотна?
5. Назвіть чотири характерних періоди водно-теплогового режиму.
6. Назвіть види деформацій земляного полотна.
7. Види деформацій дорожнього одягу.
8. Які ви знаєте методи визначення міцності дорожнього одягу?
9. При якому коефіцієнті міцності дорожнього одягу потрібний капітальний ремонт?
10. Назвіть методи визначення рівності покриття.
11. Чим характеризується рівність покриття при визначенні її трьохметровою рейкою?
12. Який найпрогресивніший метод контролю рівності проїзної частини і які його позитивні якості?
13. Назвіть методи визначення зчірних якостей покриття.
14. Як визначається величина зношування покриття?
15. Як поділяються автомобільні дороги по рівню зручності транспортного потоку?
16. Які заходи передбачаються для забезпечення безпеки руху при рівні зручності В?
17. Які ви знаєте методи оцінки безпеки руху?
18. При якому значенні коефіцієнту пригод ділянка дороги буде небезпечною

Відповіді:

1. Основні транспортно експлуатаційні показники дороги:

Швидкість руху, пропускна здатність, рівень завантаження, безпека руху, неперерівність руху, вантажопідємність автомобілів.

2. Основні вимоги до дорожнього одягу:

- міцність
- рівність
- зчеплення коліс автомобіля з покриттям

3. Водно-тепловий режим - це зміна на протязі року вологи і температури в шарах дорожнього одягу і в ґрунті земляного полотна

4. Джерела зволоження земляного полотна:

- поверхневі води
- ґрунтові води
- вода що довго застоюлася в кювета
- тала води від снігу неприбраного з укосів

5. Чотири характеристики водно-теплогового режиму:

- 1-початкове накопичення вологи восени.
- 2-накопичення вологи в земляному полотні взимку.
- 3-Відтаювання земляного полотна і перезволоження ґрунту весною.
- 4-Просихання земляного полотна влітку.

6. Види деформацій земляного полотна:

- ями, вибоїни, колії.
- порушення трав'яного покриву
- недостатній похил узбіччя
- розмив водовідвідних каналів

- підлив земляного полотна
- підлив конусів штучних споруд
- пучіння,здимлення.

7.Види деформацій дорожнього одягу:

- просадки,тріщини,раковини.
- витирання і втрата шорсткості
- вибоїни
- відколи кромок плит
- відшарування ц/бетонної корки
- шелушіння плити

8. Методи визначення міцності дорожнього одягу:

- за допомогою універсального дорожнього вимірювального обладнання (УДВО)

- пробним статичним навантаженням
- колесом розрахункового автомобіля

9. При $K_{міц}=0.8$ потрібний капітальний ремонт,при $K_{міц}=1$ стан дорожнього одягу задовільний.

10.методи визначення рівності покриття:

- трьох метровою рейкою
- за допомогою УДВО
- за допомогою нівелювання

11.Рівність покриття характеризується величиною просвіту між поверхнею покриття і трьох метровою рейкою (для а/б покриття -5мм,для чорно щебеневого покриття -4мм)

12. Найпрогресивніший метод контролю рівності покриття є метод контролю рівності за допомогою поштовхоміра. Його позитивні якості:

- висока продуктивність
- автоматизація реєстрування показників рівності
- простота обробки й аналізу результатів вимірювання

13. Методи визначення зчіпних якостей покриття:

- метод пісчаної плями
- метод з використанням голчастого приладу копіювання шорсткості ПКШ-5
- метод з використанням маятникового приладу МП-3
- з допомогою приладу ударної дії ППК-2
- з допомогою приладу КСР КАДІ
- з допомогою УДВО

14. Знос покриття визначається за допомогою марок-пластин трапецієдальної форми з м'якого матеріалу яка закладається в покриття і стирається разом з ним

15. По рівню зручності транспортного потоку автомобільні дороги поділяються на 4 рівня:

А-стан потоку вільний

Б-стан потоку частково зв'язаний

В-стан потоку зв'язаний

Г-стан потоку насичений, суцільний

16. При рівні зручності В необхідно розширювати проїзну частину, влаштовувати смуги для обгону, забороняти обганяти в окремі години

17.Методи оцінки безпеки руху:

1.по абсолютному числу аварій на даних ділянках дороги або по кілометровому графіку ДТП

2.по коефіцієнту пригод,по числу ДТП на 1000000 автокілометрів пробігу

18. Ділянка дороги буде небезпечною при $K_{\text{пригод}} > 1.2$

Література

1.Кубасов А.У. Чумаков.Ю.Л. Широков.С.Д. Строительство автомобильных дорог: Учебник для автомоб-дорожных техникумов. 3-я изд..перераб. И доп.-М.:Транспорт.1985-336с.

2.ДБН В.2.3-4-2007 Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Видання офіційне із змінами номер:1,2,3. Державний комітет будівництва,архітектури та житлової політики України.Київ 2003

3.Журнали =Дорожня галузь України

