



Міністерство освіти і науки України

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені
ПЕТРА ВАСИЛЕНКА**

Факультет технологічних систем і логістики

Кафедра транспортних технологій і логістики

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА ІНФРАСТРУКТУРА

**Методичні вказівки
до проведення практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми здобуття освіти
зі спеціальності 275 Транспортні технології (за видами)**

**Харків
2020**

Міністерство освіти і науки України
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені ПЕТРА ВАСИЛЕНКА
Факультет технологічних систем і логістики
Кафедра транспортних технологій і логістики

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА ІНФРАСТРУКТУРА

Методичні вказівки
до проведення практичних занять
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
денної та заочної форми здобуття освіти
зі спеціальності 275 Транспортні технології (за видами)

Затверджено рішенням
Науково-методичної ради
ФТСЛ ХНТУСГ
Протокол № 2
від 16.10. 2020 р.

Харків
2020

Схвалено
на засіданні кафедри транспортних технологій і логістики
Протокол № 1 від 27.08.2020 р.

Рецензенти:

Ларіна Т.Ф. д. е. н., професор, завідувачка кафедри агрологістики і управління ланцюгами постачань Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка

Шевченко С.А. д.т.н., доцент кафедри дерево оброблювальних технологій та системотехніки лісового комплексу Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка

А 22 Автомобільні дороги та інфраструктура : метод. вказівки до проведення практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ден. та заоч. форми здобуття освіти зі спец. 275 Транспортні технології (за видами) / ХНТУСГ ; авт.-уклад.: О. В. Кутья. – Харків : [б. в.], 2020. – 48 с.

Мета видання – вивчення здобувачами вищої освіти основних відомостей про будівництво, експлуатацію, техніко-економічних показників якості автомобільних доріг, умови утримання та види і причини виникнення деформацій і руйнувань доріг.

Методичні вказівки призначені здобувачам першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми здобуття освіти зі спец. 275 Транспортні технології (за видами).

УДК 625.7/.8(072)

Відповідальний за випуск: В. А. Войтов, д-р техн. наук, проф.

ВСТУП

Практична робота 1. Типи дорожніх покриттів	5
Практична робота 2. Сили, що діють від колеса автомобіля на дорожнє покриття	8
Практична робота 3. Види деформацій дорожнього покриття і руйнувань дорожнього одягу	14
Практична робота 4. Вимір рівності дорожнього покриття	18
Практична робота 5. Визначення прогину дорожнього одягу	24
Практична робота 6. Слизькість і шорсткість дорожнього покриття	29
Практична робота 7. Утримання автомобільних доріг	35
Практична робота 8. Екологічний благоустрій міських територій	38

ТИПИ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

1. Загальні положення

Дорожній одяг повинен мати необхідний запас міцності, щоб протягом нормативного терміну служби витримувати вплив багаторазових повторюваних навантажень від автомобілів і кліматичних факторів (зміна температури, вологості й т.п.). Покриття, що безпосередньо сприймає вплив коліс автомобілів і природних факторів, повинне мати високу міцність, бути зносо-і термостійким, рівним і шорсткуватим і забезпечувати безпечний рух автомобілів із заданою швидкістю при мінімальному опорі руху. Покриття не повинне порохити, воно повинне забезпечувати надійне зчеплення з колесами автомобілів. Підстава дорожнього одягу сприймає навантаження від покриття, розподіляє й передає її на земляне полотно. У нежорсткому одязі підстава звичайна є основним несучим шаром, що забезпечують її загальну міцність і твердість. Класифікація дорожніх одягів і покриттів наведена в табл. 1, класифікація підстав наведена в табл. 2.

Додатковий шар підстави призначений для подальшого розподілу навантаження на земляне полотно, для відводу надлишкової води, що надходить із верхнього шару земляного полотна, і для запобігання дорожнього одягу від деформації морозного обдимання. Для нього застосовують пористі морозостійкі матеріали (пісок, щебені, шлаки і т.д.).

Таблиця 1

Класифікація дорожніх одягів і покриттів

<i>Дорожні одяги</i>	<i>Тип покриття, матеріал і способи його укладання</i>
Капітальні	Удосконалені покриття із сумішей:
	гарячих асфальтобетонних
	цементобетонних
Полегшені	Легкі типи покриттів із сумішей:
	а) гарячих асфальтобетонних
	б) холодних асфальтобетонних
	в) органомінеральних з рідкими органічними в'язкими; з рідкими органічними в'язкими разом з мінеральними; із грузлими, у тому числі емульгованими органічними в'язкими; з емульгованими органічними в'язкими разом з мінеральними; з кам'яних матеріалів і ґрунтів, оброблених бітумом по способу змішання на дорозі або методами просочення; з кам'яних матеріалів, оброблених органічними в'язкими методом просочення; чорного щебенів, приготовленого в установці й покладеного по способу заклинки; пористої й високопористої асфальтобетонної суміші з поверхневою обробкою; міцного щебенів з подвійною поверхневою обробкою
	г) цементобетонних
Перехідні	Покриття перехідного типу:
	із щебенів міцних порід, улаштовані по способу заклинки без застосування в'язких матеріалів; із ґрунтів і маломіцних кам'яних матеріалів, укріплених в'язкими; брукового й
Нижчі	із щебеночно-гравійно-пісчаних сумішей; маломіцних кам'яних матеріалів і шлаків; ґрунтів, укріплених або поліпшених різними місцевими матеріалами; деревних матеріалів і ін.

Типи підстав дорожніх одягів

Підстави	Призначення
Цементобетонні, товщиною не менш 15 див	Основний шар підстави для капітальних дорожніх одягів
З мінеральних матеріалів (гравійних, щебених і ін.), оброблених в'язкими в установках і на дорозі, шаром не менш 5 див	Верхній шар підстави для капітальних дорожніх одягів
З мінеральних матеріалів, не оброблених в'язкими, шаром не менш 15 див	Нижні шари підстави для капітальних дорожніх одягів; верхні шари підстави для полегшених дорожніх одягів
Із ґрунтів, укріплених органічними в'язкими, шаром не менш 5 див	Верхній і нижні шари підстав на дорогах III і IV категорій
Із ґрунтів, укріплених мінеральними в'язкими, шаром не менш 12-15 див	
Із ґрунтів, укріплених добавками різних речовин	Підстави на дорогах IV категорії

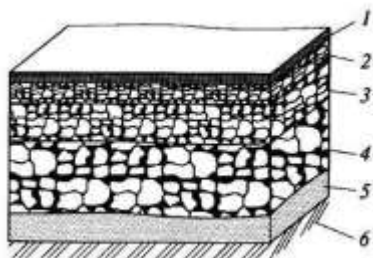


Рис. 1. Дорожній одяг:

1 - шар зношування; 2 - верхній шар дорожнього покриття; 3 - нижній шар дорожнього покриття; 4 - підстава; 5 - додатковий шар; 6 - ґрунт, що підстиляє

Верхній шар дорожнього покриття завдяки рівній поверхні забезпечує необхідні транспортно-експлуатаційні якості дороги. Верхній шар дорожнього покриття зазнає безпосередньому впливу коліс транспортних засобів і атмосферних факторів, тому його влаштовують із міцних кам'яних матеріалів із застосуванням в'язких.

При малій інтенсивності руху дорожні покриття влаштовують із місцевого ґрунту. Для підвищення міцності на дорожніх покриттях зі слабких кам'яних матеріалів, називаний захисним.

Підстава - несуча частина дорожнього одягу, що влаштовується з кам'яних матеріалів або ґрунту, укріплених в'язким. Підстава разом з дорожнім покриттям передає тиск від транспортних засобів на розташовані нижче додаткові шари, а при їхній відсутності - безпосередньо на ґрунт земляного полотна.

Додаткові шари розташовують між підставою й ґрунтом земляного полотна. Додатковий шар підстав може бути дренавальним, вирівнюють, противозапилюючим, морозозащитним.

Верхній шар земляного полотна, або ґрунт, що підстиляє, являє собою ретельно ущільнений шар, на якому влаштовують дорожній одяг. ґрунт, що підстиляє, повинен бути досить міцним; у ряді випадків його зміцнюють в'язким.

Усі конструкції дорожніх одягів прийнято підрозділяти по опорі вигину на тверді (цементобетонні) і нежорсткі.

По конструкції шари дорожнього одягу бувають із сипучих матеріалів, ущільнених котками й рухом транспортних коштів, що набирають міцність у результаті ущільнення й розвитку сил тертя окремі частки, що втримують, у шарі; з асфальтобетонних і цементобетонних сумішей, що утворюють моноліт після укладання, ущільнення й твердіння; збірні цементобетонні покриття із плит.

Важливою характеристикою дорожнього одягу є її технологічність, тобто властивість, що дозволяє використовувати найбільш економічні технологічні приймання, комплексну механізацію й потоковий метод.

На дорогах I, II категорій (у ряді випадків III і IV) улаштовують удосконалені дорожні покриття капітального типу цементобетонні (монолітні й збірні); асфальтобетонні із сумішей, що укладаються в гарячому стані; бруківки із бруківки й мозаїки на бетонному або кам'яній підставі; із сумішей підібраного состава, оброблених бітумом, із застосуванням міцного щебенів і грузлого бітуму.

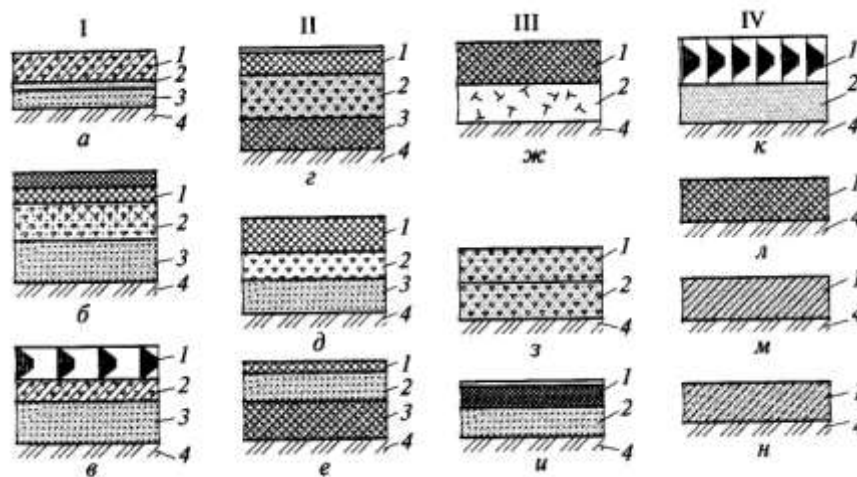


Рис. 2. Конструктивні шари одягів для автомобільних доріг I (а - в), II (г - е), III

(ж - і), IV (до - н) категорій:

а - цементобетонні монолітні й збірні; б - асфальтобетонні з гарячих і теплих сумішей; в - бруківки із бруківки, мозаїки на кам'яному або бетонній підставі; г - щебеневі з міцних щебених матеріалів підібраного состава з мінеральним порошком або без нього, оброблені в змішувачі грузлими органічними в'язкими; д - щебеневі (гравійні), оброблені по способу просочення; е - з холодного асфальтобетону; ж - із ґрунтів, оброблених в установці грузлим бітумом; з - щебеневі (гравійні), жужільні; и - ґрунтові й з місцевих слабких матеріалів, оброблених органічними в'язкими; до - бруківки з бруківки або колотого каменю; л - ґрунтові, укріплені місцевими кістяковими матеріалами (гравієм, щебенями й ін.); м - ґрунтові підібраного гранулометричного состава; н - ґрунтові неукріплені; 1 - дорожнє покриття; 2 - підстава; 3 - додатковий шар підстави; 4 - ґрунтова підстава

Суміші готують в асфальтосмесительных установках на асфальтобетонному заводі.

На дорогах III-V категорій при стадійному будівництві й на дорогах II, III категорій улаштовують удосконалені полегшені дорожні покриття: з гарячих асфальтобетонних сумішей, що укладаються в розігрітому стані (крім I дорожньо-кліматичної зони); з холодних асфальтобетонних сумішей, що укладаються в холодному стані; просочення, що влаштовуються по способу, напівпросочення, змішання на дорозі.

До вдосконалених полегшених віднесені також дорожні покриття з міцного щебенів (не утримуючого зерен дрібніше 5 мм), обробленого бітумом (дьюгтем) в установці, а також способом просочення або напівпросочення; з великоуламкових матеріалів (з

розміром фракцій до 40 мм); з піщаних або супіщаних ґрунтів, оброблених бітумною емульсією із цементом з обов'язковим пристроєм поверхневої обробки.

На дорогах IV, V категорій, а при будівництві дорожніх одягів у кілька стадій і на дорогах III - V категорій на першій стадії застосовують дорожні покриття перехідного типу:

- щебеневі, гравійні, жужільні, не оброблені в'язким;
- із ґрунтів і місцевих маломіцних кам'яних матеріалів, оброблених в'язкими з добавкою або без добавки активних речовин;
- бруківки із брукового й колотого каменю.

Дорожні покриття нижчого типу влаштовують на дорогах V категорії й на внутрішньокар'єрних дорогах при стадійному пристрої дорожніх одягів і на дорогах IV категорії при першій черзі будівництва. До дорожніх покриттів нижчого типу ставляться ґрунти, укріплені або поліпшені різними місцевими кістяковими матеріалами, покриття лежневі, бревенчаті, суцільні й колійні.

Контрольні питання:

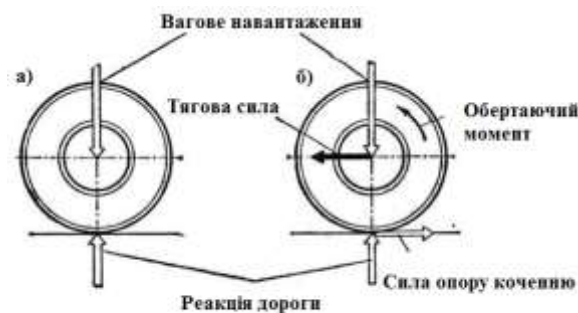
1. Навіщо потрібний верхній шар дорожнього покриття?
2. Що така підстава?
3. Шари дорожнього одягу
4. Що таке технологічність?
5. Конструктивні шари одягів для автомобільних доріг різних категорій

Практична робота 2

СИЛИ, ЩО ДІЮТЬ ВІД КОЛЕСА АВТОМОБІЛЯ НА ДОРОЖНЄ ПОКРИТТЯ

Теоретичний матеріал

На автомобіль, що рухається, діє ряд сил, частина з яких спрямована по осі руху автомобіля, а частина — під кутом до цієї осі. Умовимося називати перші із цих сил поздовжніми, а другі бічними.



Мал.1. Схема сил діючих на ведуче колесо.
а — стан нерухомості; б — стан руху

Поздовжні сили можуть бути спрямовані як по ходу, так і проти ходу руху автомобіля. Сили, спрямовані по ходу руху, є, що рухаються й прагнуть продовжити рух. Сили, спрямовані проти ходу руху, є силами опору й прагнуть зупинити автомобіль.

На автомобіль, що рухається по горизонтальній і прямій ділянці дороги, діють наступні поздовжні сили:

- тягова сила

- сила опору повітря сила опору коченню

При русі автомобіля в гору виникає сила опору підйому, а при розгоні автомобіля-сила опору розгону (сила інерції).

Тягова сила

Обертаючий момент передається на ведучі колеса.

У передачі крутного моменту від двигуна до ведучих коліс беруть участь механізми трансмісії. Крутний момент на ведучих колесах залежить від крутного моменту двигуна й передаточних чисел коробки передач і головної передачі. У крапці торкання коліс із поверхнею дороги крутний момент викликає окружну силу. Протидія дороги цій окружній силі виражається реактивною силою, переданої від дороги на ведуче колесо. Ця сила спрямована убік руху автомобіля й називається, що штовхає або тяговою силою. Тягова сила від коліс передається на провідний міст і далі на раму, змушуючи автомобіль рухатися. Величина тягової сили тим більше, чим більше крутний момент двигуна й передаточні числа коробки передач і головної передачі. Тягова сила на ведучих колесах досягає найбільшої величини при русі автомобіля на нижчій передачі, тому нижчу передачу використовують при рушанні з місця автомобіля з вантажем, при русі автомобіля по бездоріжжю. Величина тягової сили на ведучих колесах автомобіля обмежується зчепленням шин з поверхнею дороги.

Сила зчеплення коліс із дорогою

Тертя, що виникає між ведучими колесами автомобіля й дорогою, називається силою зчеплення. Сила зчеплення дорівнює добутку коефіцієнта зчеплення на зчіпну вагу, тобто вага, що доводиться на ведучі колеса автомобіля. Величина коефіцієнта зчеплення шин з дорогою залежить від якості й стану дорожнього покриття, форми й стану малюнка протектора шини, тиску повітря в шині.

У легкових автомобілів повна вага розподіляється по осях приблизно нарівно. При цьому зчіпна вага його можна прийняти рівним 50% повної ваги. У вантажних автомобілів при повному їхнім навантаженні зчіпна вага (вага, що доводиться на задню вісь) становить приблизно 60-70% повної ваги.

Величина коефіцієнта зчеплення має велике значення для експлуатації автомобіля й безпеки руху, тому що від нього залежать прохідність автомобіля, гальмові якості, можливість, пробуксовки й замету ведучих коліс. При незначному коефіцієнті зчеплення рушання автомобіля з місця супроводжується пробуксовкою, а гальмування — ковзанням коліс. У результаті автомобіль іноді не вдається торкнутися з місця, а при гальмуванні відбувається різке збільшення гальмового шляху й виникнення замету.

На асфальтобетонних покриттях у жарку погоду на поверхню виступає бітум, роблячи дорогу маслянистою й більш слизькою, що знижує коефіцієнт зчеплення. Особливо сильно знижується коефіцієнт зчеплення при змочуванні дороги першим дощем, коли утворюється ще не змита плівка рідкого бруду. Засніжена або зледеніла дорога особливо небезпечна в теплу погоду, коли поверхня підтає.

При збільшенні швидкості руху коефіцієнт зчеплення знижується, особливо на мокрій дорозі, тому що виступи малюнка протектора шини не встигають продавлювати плівку вологи.

Справний стан малюнка протектора шини має велике значення при русі по ґрунтових дорогах, снігу, піску, а також по дорогах із твердим покриттям, по покритим плівкою бруду або води. Завдяки наявності виступів малюнка опорна площа шини зменшується й, отже, зростає питомий тиск на поверхню дороги. При цьому легше продавлюється грязьова плівка й відновлюється контакт із дорожнім покриттям, а на легкому ґрунті відбувається безпосереднє зачеплення виступів малюнка за ґрунт.

Підвищений тиск повітря в шині зменшує її опорну поверхню, внаслідок чого питомий тиск зростає настільки, що при рушанні з місця й при гальмуванні може відбутися руйнування гуми й зчеплення коліс із дорогою зменшується.

Таким чином, величина коефіцієнта зчеплення залежить від багатьох умов і може змінюватися в досить значних межах. Тому що багато дорожньо-транспортних випадків відбувається через погане зчеплення, то водії повинні вміти приблизно оцінювати величину коефіцієнта зчеплення й вибирати швидкість руху й приймання керування відповідно до нього.

Сила опору повітря

При русі автомобіль долає опір повітря, яке складається з декількох опорів:

- лобового опору (близько 55-60% усього опору повітря)
- створюваного виступаючими частинами-підніжками автобуса або автомобіля, крильми (12-18%)
- виникаючого при проходженні повітря через радіатор і подкапотное простір (10-15%) і ін.
- Передньою частиною автомобіля повітря стискується й розсовується, у той час як у задній частині автомобіля створюється розрідження, яке викликає утвір завихрень.

Сила опору повітря залежить від величини лобовий, поверхні автомобіля, його форми, а також від швидкості руху. Лобову площу вантажного автомобіля визначають як добуток колії (відстань між шинами) на висоту автомобіля. Сила опору повітря зростає пропорційно квадрату швидкості руху автомобіля (якщо швидкість зростає в 2 рази, то опір повітря збільшується в 4 рази).

Для поліпшення обтічності й зменшення опору повітря вітровий скло автомобіля розташовують похило, а виступаючі деталі (фари, крила, ручки дверей) установлюють заподлицю із зовнішніми обрисами кузова. У вантажних автомобілів можна зменшити силу опору повітря, закривши вантажну платформу брезентом, натягнутим між дахом кабіни й заднім бортом.

Сила опору коченню

На кожне колесо автомобіля постійно діє вертикальне навантаження, яке викликає вертикальну реакцію дороги. При русі автомобіля на нього діє сила опору коченню, яка виникає внаслідок деформації шин і дороги й тертя шин про дорогу.

Сила опору коченню дорівнює добутку повної ваги автомобіля на коефіцієнт опору коченню шин, який залежить від тиску повітря в шинах і якості дорожнього покриття. От- деякі значення коефіцієнта опору коченню шин:

- для асфальтобетонного покриття- 0,014-0,020
- для гравійного покриття-0,02-0,025
- для піску-0,1-0,3

Сила опору підйому

Автомобільна дорога складається з підйомів, що чергуються між собою, і спусків і рідко має горизонтальні ділянки великої довжини.

При русі на підйом автомобіль випробовує додатковий опір, який залежить від кута нахилу дороги до обрію. Опір підйому тим більше, чим більше вага автомобіля й кут нахилу дороги. При під'їзді до підйому необхідно правильно оцінити можливості подолання підйому. Якщо підйом нетривалий, його долають із розгоном автомобіля перед підйомом. Якщо підйом тривалий, його долають на зниженій передачі, перемкнувшись на неї в початку підйому.

При русі автомобіля на спуску сила опору підйому спрямована убік руху і є рушійною силою.

Сила опору розгону

Частина тягової сили при розгоні затрачається на прискорення обертових мас, головним чином маховика колінчатого вала двигуна й коліс автомобіля. Для того щоб автомобіль почав рухатися з певною швидкістю, йому необхідно подолати силу опору розгону, рівну добутку маси автомобіля на прискорення. При розгоні автомобіля сила опору розгону спрямована убік, зворотну руху. При гальмуванні автомобіля й затримці його руху ця сила спрямована убік руху автомобіля. Бувають випадки, коли при різкому розгоні вантаж

або пасажери падають із відкритого кузова, із сидінь мотоцикла, а при різкому гальмуванні пасажери вдаряються

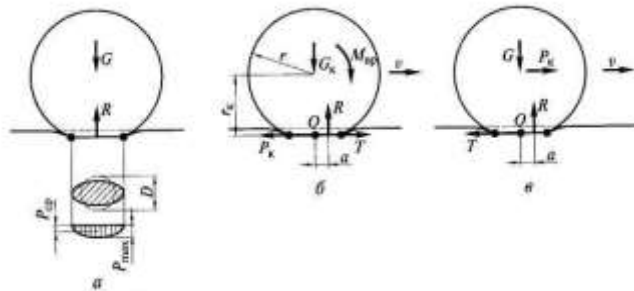
о лобове скло або про передній борт автомобіля. Для того щоб таких випадків не було, необхідно, плавно збільшуючи частоту обертання колінчатого вала двигуна, долати силу опору розгону й плавно здійснювати гальмування автомобіля.

Центр ваги

На автомобіль, як і на будь-яке інше тіло, діє сила ваги, спрямована вертикально вниз. Центром ваги автомобіля називають таку крапку автомобіля, від якої вага автомобіля розподіляється рівномірно у всіх напрямках. В автомобіля центр ваги розташовується між передньою й задньою віссю на висоті близько 0,6 м для легкових і 0,7-1,0 м для вантажних. Чим нижче розташований центр ваги, тем стійкіше автомобіль проти перекидання. При завантаженні автомобіля вантажем центр ваги піднімається в легкових автомобілів приблизно на 0,3-0,4 м, а у вантажних на 0,5 м і більш залежно від роду вантажу. При нерівномірному укладенні вантажу центр ваги може також зміститися вперед, назад або убік, при цьому будуть порушуватися стійкість автомобіля й легкість керування.

При русі автомобіля по дорозі в зоні контакту шини колеса з дорожнім покриттям виникають динамічні вертикальні, поздовжні й поперечні дотичні сили, значення яких залежить від типу автомобіля, шини колеса, навантаження, природно-кліматичних умов і т.п.

На нерухоме колесо діє тільки одна сила - вага автомобіля, що доводиться на це колесо. Особливістю автомобільного колеса є його еластичність. Під дією вертикальної сили колесо деформується (мал. 2, а), у місці контакту радіус колеса менше, чим в інших частинах колеса, що не стикаються з дорожнім покриттям.



Мал. 2. Схема сил, що діють на дорожнє покриття:

- a - нерухоме колесо; b - ведуче колесо; v - ведене колесо;
- D - розмір плями контакту колеса з дорожнім покриттям;
- P_{sr}, P_{max} - відповідно середній і максимальний прогин дорожнього полотна;
- G - вага автомобіля;
- R - сила реакції;
- G_k - вага автомобіля, що доводиться на колесо;
- M_{vp} - обертаючий момент;
- T - сила тертя;
- r_k - відстань від центру колеса до поверхні дорожнього покриття;
- R - радіус колеса;
- P_k - окружна сила; v - швидкість руху автомобіля

Відсоток опору кочення досить-таки залежить від стрімкості машини і при звичайній швидкості витрачається від 25% до 30% енергії пального. При більш інтенсивному русі автомобіля, відсоток досить низький.

Цей опір залежить від деяких факторів:

- Структури механізму машини.
- Сили дії (тиск повітря в покритті).

- Температурних показників.
- Продуктивності (навантаження).
- Стрімкості руху машини.
- Технічного стану поверхні дороги.

Найбільш важливі причини, від яких залежить опір коченню:

Конструктивність розміру та обсягу шин:

- число шарів;
- конфігурація ниток корду;
- товщина;
- стан протектора.

Фактори, що впливають на зниження даного опору:

- Менша кількість шарів оболонки корду.
- Корпуленція протектора.
- Використання матеріалів із синтетичних основ.
- Збільшення діаметра покришки.

Експлуатаційні моменти сильно впливають на причину протидії коченню. Справа в ті, що з підвищенням сили дії повітря (тиску) в шині, а також її температурних параметрів, протидія коченню зменшується. Найменше протидія (опір) коченню має ділянка при навантаженні, подібною з номінальної, що при збільшенні ступеня деформації шини зменшується.

Опір коченню на магістралях з досить щільним покриттям, багато в чому залежить від характеру і параметрів ухабистості доріг, що визначає деформації покришки і, звичайно ж, підвіски, а, отже, зайву витрату енергії. Зайва робота або додаткові витрати на нерівний ґрунт і видавлювання вологі і сльоти, які перебувають у ділянці контакту колеса з дорогою, зазвичай пов'язано з рухом досить делікатним опорних площинах.

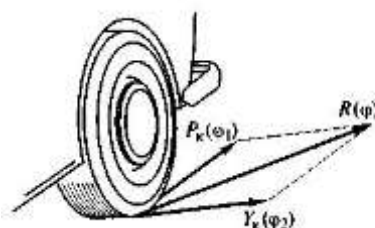
Якщо швидкість автомобіля дорівнює 50 км/год, то опір кочення є постійним.

При швидкості більше 100 км/год проявляється сильне збільшення протидія кочення. Це обумовлено тратою енергії на коливання і удари, що відбуваються в гумі під час високої швидкості руху.

Коефіцієнт опору коченню зростає зі збільшенням швидкості руху, тому що кінетична енергія колеса при наїздах на нерівності прямо пропорційна квадрату швидкості кочення. Практично значення f залишається постійним до швидкості руху 50 км/год для певного типу дорожнього покриття:

Тип дорожнього покриття	f
Цементобетонне й асфальтобетонне...	0,01...0,02
Щебеневе, оброблене в'язким.....	0,02...0,025
Щебеневе, не оброблене в'язким.....	0,03...0,04
Рівна суха ґрунтова дорога.....	0,03...0,06

Розрізняють наступні значення коефіцієнтів зчеплення (мал. 2): φ - при русі площини кочення без ковзання й буксування; φ_1 - при русі в площині кочення при ковзанні й буксуванні (коефіцієнт поздовжнього зчеплення);



Мал. 3. Сили, що діють на дорожнє покриття на криволінійних ділянках:

P_k - окружна сила (сила тяги); Y_k - поперечна сила; R - сила реакції; φ - коефіцієнт зчеплення; φ_1 - коефіцієнт поздовжнього зчеплення; φ_2 - коефіцієнт поперечного зчеплення, φ_2 - при бічному заметі (коефіцієнт поперечного зчеплення).

Між цими коефіцієнтами зчеплення є наступні залежності:

$$R = G \varphi; R^2 = P_k^2 + Y_k^2;$$

$$Gk^2 \varphi^2 = Gk^2 \varphi_{12} + Gk^2 \varphi_{22}; \varphi^2 = \varphi_{12} + \varphi_{22},$$

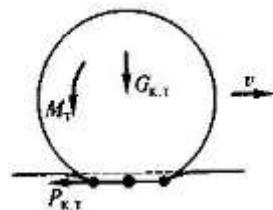
де Y_k - поперечна сила.

При гальмуванні колеса автомобіля часто виникають більші дотичні зусилля (мал. 4.3).

Сила гальмування становить

$$P_{к.т.} = \varphi G_{к.т.},$$

де $G_{к.т.}$ - вага автомобіля, що доводиться на гальмуючі колеса, H .



Мал.4. Сили, що діють на дорожнє покриття при гальмуванні:

$G_{к.т.}$ - вага автомобіля, що доводиться на гальмуючі колеса; $M_{т.}$ - гальмуючий момент; $P_{к.т.}$ - сила гальмування; v - швидкість руху автомобіля

Стан дорожнього покриття	Умови руху	Коефіцієнт зчеплення φ (при швидкості руху 60 км/ч)
Сухе, чисте	Особливо сприятливі	0,7
Те ж	Нормальні	0,5
Вологе, брудне	Несприятливі	0,3
Зледеніле	Особливо несприятливі	0,1...0,2

Бічні дотичні сили виникають при русі по криволінійних ділянках доріг, при обгонах, бічному заметі, при сильному поперечному вітрі, при наявності великого поперечного ухилу проїзної частини. Дія дотичних сил у зоні контакту шини колеса з дорожнім покриттям приводить до стирання й деформації дорожнього покриття й стиранню шини.

Контрольні питання:

- Що таке:
 - Тягова сила
 - Сила зчеплення коліс із дорогою
 - Сила опору повітря
 - Сила опору коченню
 - Сила опору підйому
 - Сила опору розгону

- Центр ваги
- 2. Які сили діють на варте колесо?
- 3. Які сили діють на ведене колесо?
- 4. Від чого залежить опір коченню? Коефіцієнт опору коченню.
- 5. Які сили діють на дорожнє покриття на криволінійних ділянках?
- 6. Які сили діють на дорожнє покриття при гальмуванні?
- 7. Що таке коефіцієнт зчеплення?
- 8. Бічні дотичні сили.

Практична робота 3

ВИДИ ДЕФОРМАЦІЙ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ І РУЙНУВАНЬ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Теоретичний матеріал

При проектуванні дорожнього одягу розміри кожного шару вибирають із урахуванням місцевих матеріалів, можливих навантажень і природно-кліматичних умов прокладення дороги. Усі розрахунки виконують для середніх умов, тому можливі відхилення від розрахункових умов, що приводять до втрати міцності дорожнього одягу, деформацій і руйнуванню.

Руйнування можуть бути викликані низькою якістю виконання робіт, недостатнім або неправильним обліком гідрогеологічних умов, застосуванням матеріалів низької якості. Велике значення в забезпеченні стійкості дорожнього одягу має своєчасний ремонт зруйнованих ділянок дорожнього покриття. Поява залишкових (необоротних) деформацій, вчасно не ліквідованих, приводить до значних руйнувань, як під дією руху автомобілів, так і під впливом природно-кліматичних факторів.

Основними видами деформацій і руйнувань дорожнього одягу є:

деформації й руйнування, викликані безоднями, що відбуваються у весняний період при відтаванні ґрунту земляного полотна на ділянках з несприятливими умовами водовідводу й захисту земляного полотна від температурних впливів. Причинами таких руйнувань можуть бути помилки в оцінці перспективної інтенсивності руху й навантажень, неякісні матеріали і їх неоднорідність, погане ущільнення земляного полотна й дорожнього одягу, а також перезволоження земляного полотна;

втрати міцності дорожнього одягу, викликані безперервним впливом коліс автомобілів і природно-кліматичних факторів. На втрату міцності великий вплив виявляють помилки, допущені при проектуванні, будівництві й експлуатації дорожнього одягу, а також температурні деформації;

осідання нежорстких дорожніх одягів у вигляді западин, що виникають у результаті місцевих осідань недоущільненого ґрунту або шарів дорожнього одягу. Особливо часто цей вид деформації з'являється на в'їздах на міст, у місцях прокладки під існуючими дорогами водопропускних труб і трубопроводів;

наскрізні тріщини, характерні для цементобетонних покриттів, коли на них утворюються осідання. Тріщини з'являються найчастіше в місцях осідань земляного полотна й пов'язані з несвоєчасним ремонтом дорожнього одягу;

пролами - руйнування дорожнього одягу у вигляді довгих прорізів по смугах накату коліс. Такі руйнування характерні для дорожніх одягів перехідного типу при проході дуже важких автомобілів і зниженні несучої здатності підстави дорожнього одягу.

Руйнуванню всієї конструкції дорожнього одягу передують деформації й руйнування дорожніх покриттів.

Дорожнє покриття є самою верхньою частиною дорожнього одягу, на який безпосередньо діють колеса автомобілів і природно-кліматичні фактори.

Основними видами руйнувань дорожнього покриття є:

зношування (стирання), що представляє собою зменшення товщини дорожнього покриття за рахунок втрати їм матеріалу в процесі експлуатації під впливом коліс і природно-кліматичних факторів. Зношування відбувається по всій поверхні дорожнього покриття, але найбільше на смугах накату, де проходять колеса автомобілів. Для вдосконалених дорожніх покриттів зношування вимірюють у міліметрах, на які зменшилась товщина верхнього шару покриття, а для дорожніх покриттів перехідного й найпростішого типу визначають також обсяг втрати матеріалів, $\text{м}^3/\text{км}$;

шелушіння - оголення поверхні дорожнього покриття за рахунок відділення поверхневих тонких плівок і лусочок матеріалу покриття, зруйнованого впливом води й морозу. Такий вид дефекту найбільш характерний для твердих дорожніх одягів, де відбувається відшарування цементного розчину з поверхні дорожнього покриття з наступним оголенням великого заповнювача. Такі руйнування в основному відбуваються при частому заморожуванні й відтаванні дорожнього покриття, особливо при використанні хлоридів для попередження ожеледі;

викрошування - руйнування дорожнього покриття за рахунок втрати їм окремих зерен гравійного й щебеневого матеріалу. Таке руйнування відбувається на дорожніх покриттях усіх типів у результаті втрати зв'язки між зернами матеріалу. Причиною викрашування можуть бути погане перемішування матеріалу і його укладання в дощову або холодну погоду;

обламування крайок - руйнування дорожніх покриттів (особливо нежорстких) у місцях сполучення їх з узбіччями при переїзді важких автомобілів через крайку. Обламані крайки проїзної частини можуть бути причиною дорожньо-транспортних випадків;

хвилі - деформація асфальтобетонних покриттів, що володіють пластичністю. Хвилі з'являються під дією дотичних сил у зоні контакту шини колеса з дорожнім покриттям;

гребінка - руйнування гравійних і щебених покриттів під дією руху важких вантажних автомобілів. Гребінка являє собою часте повторення виступів і западин;

зрушення - деформації, які відбуваються при дії дотичних сил від колеса автомобіля. Зрушення є причиною відсутності зв'язки верхнього шару дорожнього покриття з нижнім;

вм'ятини - поглиблення в пластичних дорожніх покриттях, що з'являються при проходженні по них гусеничних машин або автомобілів у жарку погоду;

тріщини - деформації, звичайно викликувані різкими температурними змінами. Сітка тріщин з'являється на дорожньому покритті як результат недостатньої міцності підстави або покриття;

колії, які утворюються на щебених або гравійних покриттях при вузькій проїзній частині в результаті багаторазового проходу автомобіля по одній смузі, а також на асфальтобетонних покриттях у результаті видавлювання колесами автомобіля через недостатньої зсувостійкості асфальтобетону;

вибої - поглиблення з порівняно крутими краями, що утворювалися в результаті місцевого руйнування матеріалу дорожнього покриття. Причиною появи вибоїв є, як правило, погана якість будівельних робіт;

ушкодження крайок швів - руйнування крайок швів у вигляді відколів і викрашування бетону в зоні до 15...20 див від шва.

Причини виникнення тріщин

Основними причинами руйнувань покриття у вигляді тріщин є: вплив транспортних навантажень, перепади температур від позитивних до негативних, низькі негативні температури, тріщини й шви в нижчележачих шарах, відмінність теплофізичних властивостей матеріалів шарів суміжних покриттів, нерівномірне ущільнення земляного полотна й шарів дорожнього одягу, утвор безодень, що супроводжується виникненням сітки тріщин у дорожньому одязі.

Залежно від природи тріщини здобувають різні форми:



- відбиті тріщини (мал. 1а): виникають у результаті концентрації напруг в асфальтобетоні над швами й тріщинами підстави при переміщеннях плит і блоків підстави;



- температурні тріщини (мал. 1б): утворюються за рахунок виникнення температурних напруг при охолодженні покриття, як правило, після закінчення декількох років внаслідок старіння бітуму, через що асфальтобетон втрачає свою деформаційну здатність при негативній температурі;



- силові тріщини (мал. 1в): утворюються за рахунок виникнення напруг від дії транспортного навантаження при недостатній несучій здатності підстави й (або) при недостатній міцності асфальтобетону на вигин;



- технологічні тріщини (мал. 1г): виникають у результаті неправильного добору состава асфальтобетонної суміші, порушення технології пристрою шарів і ущільнення суміші, а також у місцях поздовжніх і поперечних сполучень суміжних смуг асфальтобетонного покриття;

- втомні тріщини: виникають переважно у вигляді поперечних тріщин на нижній поверхні дорожнього покриття внаслідок прогину шарів дорожнього одягу, потім протягом 6-12 років залежно від інтенсивності руху й кліматичних факторів проростають на всю товщину дорожнього покриття; можуть також розбудовуватися від поверхні покриття вниз.

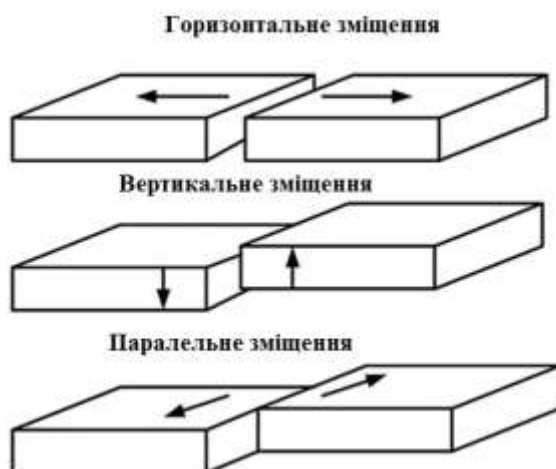


Рис. 1. Види деформацій нижчележачого шару покриття, що сприяють відбитому тріщиновиникненню

В будь-якому випадку основний вплив на роботу дорожніх покриттів і безпосередньо процес утвору тріщин на них виявляють транспортні навантаження й увесь комплекс погодно-кліматичних умов. Під впливом транспортного навантаження асфальтобетонне покриття працює на вигин, максимальні розтягувальні напруги виникають у нижній зоні, а їх величина залежить від товщини покриття, співвідношення модулів пружності покриття й підстави.

В літню, частково осінню й зимову пору року, коли ґрунт земляного полотна має високу твердість, а також у будь-який період для конструкцій з підставами підвищеної твердості, під дією транспорту на підшві монолітного шару ($z = 0$) під центром відбитка колеса, як і на поверхні шару ($z = h$), виникають стискаючі горизонтальні нормальні напруги ($+\sigma_y$) ($e = 0$; $z = 0$) (мал. 3). У весняний період, коли ґрунт земляного полотна перезволожений, у нижній частині покриття (на підшві) виникають розтягувальні напруги ($-\sigma_y$) ($e = 0$; $z = 0$), причому поверхневі розтягувальні напруги ($-\sigma_y$) ($e > e_0$ ($z = h$); $z = h$), як правило, значно менше. При цьому на деякій відстані y_0 ($z = 0$) з'являться стискаючі горизонтальні нормальні напруги ($+\sigma_y$) ($y > y_0$ ($z = 0$); $z = 0$). У той же час на поверхні покриття на відстані $y > y_0$ ($z = h$) завжди виникають поверхневі горизонтальні нормальні розтягувальні напруги ($-\sigma_y$) ($y > y_0$ ($z = h$); $z = h$).

Важливим погодно-кліматичним факторам, що виявляють вплив на працездатність дорожніх одягів, слід віднести температуру й вологість повітря, сонячну радіацію, середню кількість опадів. Вплив перерахованих вище факторів може викликати в асфальтобетонних покриттях розтягання від невірного стиску при охолодженні, деформації від зміни вологості асфальтобетону при частому переході температури через 0°C , вигин покриттів внаслідок нерівномірного підняття при промерзанні й обдиманні ґрунту земляного полотна, а також через неможливість скривлення монолітного покриття при різниці температур угорі й унизу покриття. В результаті добового коливання температур, явища температурного розширення-стиску, впливу на дорожнє покриття сонячного випромінювання в покритті виникають температурні й відбиті тріщини. Температурні тріщини утворюються на всю ширину покриття (поперечні) із чітко вираженим кроком 2-25 м. Їхню появу викликають розтягувальні напруги, що виникають, головним чином, при різких перепадах температури повітря: асфальтобетон стає тендітним, відбувається нерівномірне охолодження конструктивних шарів дорожнього одягу й невірне скорочення покриття при охолодженні.

Основною причиною появи відбитих тріщин називають вплив температурних коливань, що викликають концентрацію температурних напруг у верхньому шарі покриття або посилення, у результаті чого відбувається порушення зчеплення між шарами, або тріщина відбивається у вищележачий шар. У деяких роботах передбачається, що температурні напруги ініціюються швидким охолодженням верхнього шару, що приводить до виникнення критичних розтягувальних напруг, що викликають розвиток тріщин.

Фактор наявності транспортного навантаження впливає на дорожнє покриття в основному у весняний час; фактори охолодження покриття – особливо сильно при різкому зниженні температури, як правило, на початку зими й початку весни. Отже, дія цих факторів збігається за часом року. Однак максимальні розтягувальні напруги від руху виникають у нижній зоні покриття, а від природних факторів – у верхній, що дозволяє зробити припущення про те, що тріщиностійкість за умовами руху не залежить від тріщиностійкості за умовами впливу природних факторів.

Що стосується природних факторів, основним можна назвати розтягання асфальтобетону від невірного стиску при охолодженні. У цьому випадку тріщиностійкість,, забезпечується тільки шляхом регулювання властивостей асфальтобетону відповідно до вимог для відповідних кліматичних умов.

Практична робота 4

ВИМІР РІВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Рівність дорожнього покриття є одним з основних показників, що характеризують зручність руху по дорозі, що й виявляють вирішальне вплив на швидкість руху автомобілів і транспортну роботу дороги в цілому.

При поганому стані дорожнього покриття значно погіршуються умови руху: з'являються шкідливі для водія й автомобіля вібрації, суттєво ускладнюються умови роботи водія, тому що йому тривалий час доводиться відслідковувати стан проїзної частини, часто змінюючи траєкторію руху, здійснюючи гальмування й разгони. Усім цим увага водія відволікається від інших важливих з погляду безпеки дорожнього руху елементів дороги й автомобіля. Тому погіршення рівності дорожнього покриття приводить до підвищення аварійності.

Найпростішим приладом для визначення рівності дорожнього покриття й підстави є триметрова рейка (мал. 1, а).

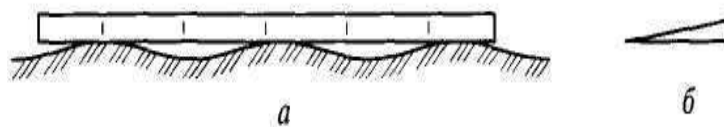


Рис. 1. Триметрова рейка (а) з мірним клином (б)

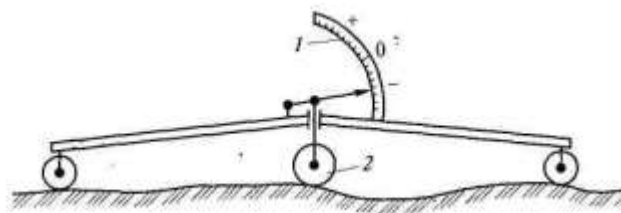


Рис. 2. Пересувна двохопорна рейка ПКР-1:

1 - шкала виміру нерівностей; 2 - колесо-індикатор

Ступінь рівності дорожнього покриття оцінюється по зазору між нижньої площиною рейки, покладеної на проїзну частину, і поверхнею дорожнього покриття. Просвіти під тримеровою рейкою вимірюються за допомогою клина (мал. 1, б) у п'ятьох контрольних крапках, розташованих на відстані 0,5 м від кінців рейки й друг від друга. Місця додатка рейки повинні рівномірно розташовуватися по довжині ділянки вимірів. Загальне число вимірів просвітів під рейкою на ділянці вимірів повинне бути не менш 120. Максимальний просвіт під рейкою допускається не більш 5 мм.

Основним недоліком такого способу визначення рівності дорожнього покриття є висока трудомісткість і недостатня точність.

К більш досконалим приладам виміру рівності дорожнього покриття ставляться двохопорна рейка ПКР-1 (мал. 2) і прилад РК-1 (мал. 3).

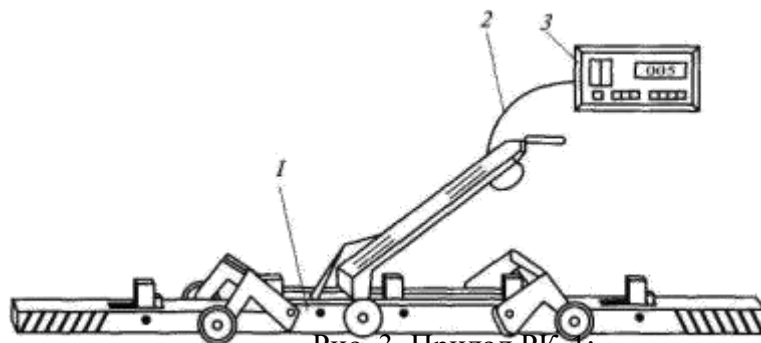


Рис. 3. Прилад РК-1:

1 - вимірювальна рейка; 2 - електричний кабель; 3 - електронний вимірювальний блок

При вимірі рівності дорожнього покриття двохопорна рейка (див. мал. 2) прокочується по проїзній частині й через рівні відстані (звичайно через 1...3 м) реєструються розміри просвітів.

Прилад РК-1 (див. мал. 3) призначений для оцінки рівності дорожнього покриття при прийманні виконаних дорожньо-будівних і ремонтних робіт.

Прилад складається з вимірювальної рейки 1 довжиною 3 м і електронного вимірювального блоку 3, з'єднаного з рейкою за допомогою гнучкого електричного кабелю 2. На рейці встановлено п'ять безконтактних датчиків лінійних переміщень, розміщених уздовж рейки через 50 див. До корпусу рейки прикріплені поворотні кронштейни, на яких установлені колеса. У середині рейки закріплений важіль керування. На задньому колесі встановлений безконтактний датчик для реєстрації пройденого шляху. На лицьовій панелі електронного блоку встановлений двійковий перемикач, що служить для введення значення, що допускається просвіту для даного типу дорожнього покриття шляхом набору цифр.

На контрольованій ділянці дороги рейку переміщують і через певні відстані прикладають до дорожнього покриття. У місці виміру просвітів роблять запис розмірів просвітів на згадку приладу з підсумовуванням їх числа в трьох діапазонах: до граничного значення просвіту, від граничного до дворазового значення й понад це значення.

В приладі передбачена сигналізація при виявленні просвітів понад дворазове значення заданого межі (місце шлюбу дорожнього покриття). Діапазон вимірів дорожніх просвітів становить 0...50 мм.

Рівність дорожнього покриття також може бути обмірювана шляхом підсумовування коливань кузова, що рухається автомобіля щодо його заднього мосту.

Прилади для оцінки рівності дорожнього покриття по сумі стиску ресор називають толчкомірами.

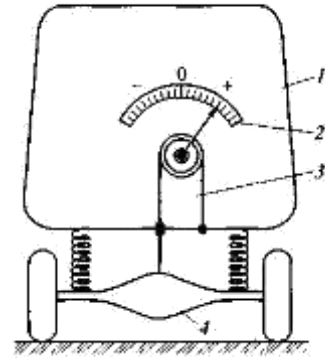
Існують різні конструкції толчкомірів: ТХК-2, ПКРС-2, ТЕД-2М, ИВП-1М др.

Толчкомір конструкції ТХК-2 (мал. 4) установлюють у кузові автомобіля над його заднім мостом.

Коливання ресор через гнучкий трос передаються на барабан рахункового механізму толчкоміра. Рівність дорожнього покриття оцінюють сумарним стиском ресор автомобіля на ділянці дороги довжиною 1 км при постійній швидкості руху 50 км/ч. Реєстрація показань толчкоміра здійснюється на паперовій стрічці друкувального пристрою рахункового механізму, що включається в потрібний момент часу. Продуктивність толчкоміра ТХК-2 170 км/зміна.

Рис. 4. Толчкомір ТХК-2:

- 1 - кузов автомобіля; 2 - шкала виміру нерівностей;
3 - трос; 4 - задній міст автомобіля



За результатами вимірів будують лінійний графік рівності дорожнього покриття (толчкограму).

Установлена стійка кореляційна залежність між показаннями толчкоміра ТХК-2 середнім розміром провіту під триметровою рейкою:

$$S_{ТХК} = 7,1h^{1,7}, \quad (1)$$

де $S_{ТХК}$ - показання толчкоміра, див/км; h - середній розмір провіту під триметровою рейкою, мм.

Динамометрична установка ПКРС-2 (мал. 4.5) складається із причіпного одноколісного приладу, обладнаного датчиком рівності дорожнього покриття й установленого в автомобілі пульта керування.

Виміру роблять у наступному порядку. Включають електроживлення записуючого пристрою, розбудовують швидкість руху автомобіля до 50 км/год до початку контрольованого ділянки, включають записуючий пристрій.

На графіку записуючого пристрою фіксують значення показника рівності дорожнього покриття (у див/км).

У випадку невідповідності постійної швидкості руху автомобіля за якимись причинами значенню 50 км/год отримані при цій швидкості руху, наприклад при 60 км/год, показання приводять до значення показника при швидкості 50 км/год.

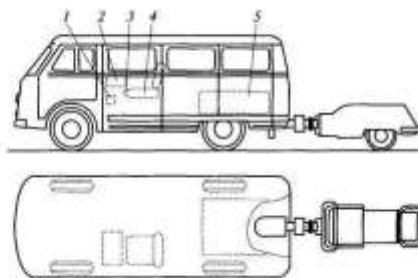


Рис.5. Динамометрична установка ПКРС-2:

- 1 - гальмова педаль причепа; 2 - пульт керування; 3 - важіль водополива; 4 - місце оператора; 5 - бак для води

Результати вимірів порівнюють із мінімально припустимими, у результаті чого виявляють ділянки з незадовільною рівністю дорожнього покриття.

Динамометричний причіп типу ПКРС-2У являє собою, як і установка ПКРС-2, одноколісний причіп, що буксується автомобілем. Завдяки наявності зчіпки, виготовленої у вигляді паралелограма, зовнішня рама причепа постійно зберігає положення, паралельне поверхні дорожнього полотна. Причіп використовують у складі пересувної дорожньої лабораторії КП-514МП або будь-якого транспортного засобу, постачений бортовим комп'ютером. Показник рівності дорожнього покриття визначають по сумарному переміщенню колеса причепа щодо інерційної маси його корпусу на одиницю довжини дороги.

Плюсами електронного толчкоміра з дистанційним керуванням ТЕД-2М (мал. 6) є наступні:

- використання муфти прямого й зворотного ходу, що повністю виключає люфти в порівнянні з іншими толчкомірами;
- використання індуктивного або датчика імпульсів, що дозволяє здійснювати рахунок до 1000 імп./хв;
- використання електронного лічильника імпульсів толчкоміра, зібраного на інтегральних мікросхемах із цифровою індикацією на світловому табло;
- наявність електронного секундоміра (таймера), що синхронно працює з лічильником імпульсів;

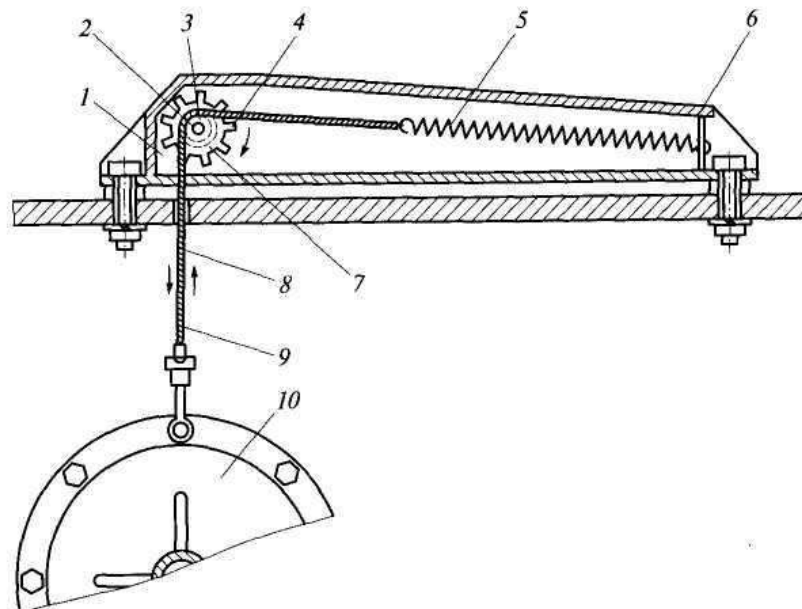


Рис. 6. Толчкомір ТЕД-2М:

- 1 - датчик; 2 - вісь; 3 - муфта прямого й зворотного ходу; 4 - обтюратор; 5 - пружина;
6 - корпус приладу; 7 - приводний барабан; 8 - отвір у днище кузова; 9 - трос;
10 - задній міст автомобіля

- наявність запам'ятовувального пристрою рахунку імпульсів і часу;
- дистанційне керування, що дозволяє операторові перебувати в будь-якій крапці кузова автомобіля.

Толчкомір ТЕД-2М складається із двох основних вузлів: механічної частини датчика імпульсів і електронного лічильника імпульсів з таймером у блоці дистанційного керування.

Механічна частина датчика імпульсів складається із приводного барабана 7, з'єднаного з муфтою 3 прямого й зворотного ходу. Обертання приводного барабана на осі 2 здійснюється під впливом вертикальних переміщень троса 9, один кінець якого закріплено через пружину 5 до корпусу приладу 6, другий - до заднього мосту 10 автомобіля через отвір 8 у днище кузова автомобіля.

При впливі нерівностей на автомобіль, що рухається, відбувається вертикальне переміщення заднього мосту автомобіля щодо кузова, яке фіксується *муфтою* 3 прямого й зворотного ходу шляхом обертання *обтюратора* 4 тільки в одному напрямку. Пелюстки обтюратора проходять у безпосередній близькості від датчика 1, за рахунок чого сигнал з виходу датчика надходить на електронний лічильник. Вертикальне переміщення троса на 1 див дорожнього покриття дає один імпульс на електронний лічильник.

При вимірі рівності дорожнього покриття проїзд автомобіля повинен здійснюватися по смугах накату. Число проїздів по кожній смузі руху (у прямому й зворотному напрямку) повинне становити для доріг I, II категорій три проїзди; III, IV категорій - два проїзди; V категорії - один проїзд.

Недоліком виміру рівності дорожнього покриття толчкомірами типу ТХК-2 ПКРС-2 є одержання з їхньою допомогою тільки загальної суми стиску ресор на ділянці довжиною 1 км. За цими показниками неможливо визначити величину окремих нерівностей.

Загальний аналіз даних про дорожньо-транспортні випадки показує, що з погіршенням рівності дорожнього покриття число дорожньо-транспортних випадків зростає. Однак ріст дорожньо-транспортних випадків спостерігається до деякої межі, потім відбувається різке зниження числа подій внаслідок зменшення швидкості руху автомобілів через погану рівність дорожнього покриття.

Основними причинами дорожньо-транспортних випадків на ділянках доріг з незадовільною рівністю дорожнього покриття є взаємне зіткнення автомобілів, що рухаються на малій дистанції, при різкому гальмуванні переднього автомобіля перед нерівністю (або вибоєм), а також зіткнення автомобілів при раптових заїздах на смугу зустрічного руху при об'їзді нерівностей.

Можливі також дорожньо-транспортні випадки в нічний час внаслідок осліплення водіїв відбитим світлом фар від поверхні води, що заповнює нерівності.

Практика показує, що при дуже високій рівності дорожнього покриття водії схильні до перевищення безпечних швидкостей руху. Тому в цей час поряд з розв'язком проблеми забезпечення високої рівності дорожнього покриття ставиться завдання розробки заходів щодо попередження водіїв про перевищення безпечної швидкості руху.

Одним з таких заходів є пристрій шумових і тремтячих поперечних смуг на небезпечних ділянках доріг.

Шумові поперечні смуги одержують шляхом поверхневої обробки дорожнього покриття битумно-щебеневою сумішшю із крупністю щебенів 5...15 і 15...25 мм. Тремтячі поперечні смуги шириною 0,5...1 м і висотою 5...10 див виконують із асфальтобетону. Використання таких смуг приводить до значного зниження швидкостей руху автомобілів.

Необхідна комбінація створення гарної рівності дорожнього покриття з облаштуваністю дороги, що забезпечують оптимальну емоційну напруженість водія.

Кінцевим результатом погіршення рівності дорожнього покриття є ріст собівартості автомобільних перевезень. Отримана наступна залежність відносної собівартості перевезень від рівності дорожнього покриття:

Показання толчкоміра, см/км	20	100	250	500	1000
Відносна собівартість перевезень, %	100	110	127	156	227

Дорожні покриття	α	β
Удосконалені: капітальні(нежорсткі)	9	60
полегшені	23,5	90
Перехідні:		
оброблені в'язким	47	140
неопрацьовані	110	270

Продовження експлуатації дорожніх покриттів при показаннях толчкоміра, що перевищують 500 див/км, веде до прогресуючого погіршення їх рівності, появи вибоїв аж до руйнування дорожніх покриттів.

Вимоги до гранично припустимого зниження рівності дорожнього покриття нормуються по мінімуму сумарних наведених витрат автомобільного транспорту на перевезення вантажів і дорожнього господарства, на ремонти дорожніх покриттів. Показання толчкоміра дають можливість оцінити стан дорожнього покриття.

Підтримка рівності дорожнього покриття дозволяє суттєво знизити витрати як на ремонт автомобілів, так і на ремонт дорожнього одягу.

Контрольні питання:

1. Який найпростіший прилад для визначення рівності дорожнього покриття ви знаєте?
2. Як оцінюється ступінь рівності дорожнього покриття?
3. Принцип роботи двохопної рейки ПКР-1 і приладу РК-1.
4. Толчкомір ТХК-2
5. Динамометрична установка ПКРС-2:
6. Толчкомір ТЕД-2М:

Практична робота 5

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГИНУ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Міцність і деформація дорожнього одягу

Міцність дорожнього одягу є найбільш важливим показником транспортно-експлуатаційного стану автомобільної дороги, який необхідно регулярно оцінювати протягом усього строку її служби.

Прочнісні якості дорожнього одягу визначаються, насамперед, опірністю ґрунту, що підстилає, стиску. Дорожній одяг повинна розподіляти діючу на неї навантаження від колеса автомобіля по можливості на більшу площу й попереджати проникання води, яка значно послабляє міцність ґрунтової підстави.

Можливі три випадки деформації дорожнього покриття залежно від, що прикладається навантаження.

Якщо навантаження невелике, а шари дорожнього одягу й земляного полотна добре ущільнені, дорожній одяг не руйнується й відбуваються тільки пружні деформації, тобто дорожній одяг під дією навантаження прогинається й після проїзду автомобіля вертається в колишнє положення.

При зростанні навантаження або при тимчасовому зниженні міцності ґрунтів підстави у весняний або осінній періоди виникають малі деформації, що поступово накопичуються пластичні.

У випадку, якщо сумарне значення деформацій за період ослабленого стану дорожнього одягу перевищить деякі граничні значення, дорожній одяг зруйнується.

Міцність дорожнього одягу залежить від гранично припустимого прогину (табл. 1), а також від кількості додатків навантаження за період ослаблення дорожнього одягу.

При дуже більших навантаженнях або значному ослабленні міцності ґрунту підстави спочатку уповільнено накопичуються деформації, які надалі швидко зростають, у результаті чого відбувається повне руйнування дорожнього одягу.

При дії тиску від колеса підстава дорожнього одягу стискується в межах активної зони (зони, у якій можливе переміщення ґрунту) і відбувається прогин дорожнього одягу по деякій криволінійній поверхні з утвором так званої чаші прогину 2 (мал. 1).

Тиск, передане на ґрунтову підставу, залежить від площі, на яку розподіляється навантаження. Зі збільшенням товщини дорожнього одягу ця площа збільшується, а тиск відповідно зменшується. У весняний або осінній період, коли внаслідок великого перезволоження знижується міцність ґрунту, існуюча товщина дорожнього одягу не забезпечує безпечний тиск, і при проїзді дуже важких автомобілів можуть виникнути пролами дорожнього одягу.

При дії навантаження відбуваються стиск і доуплотнення верхньої частини дорожнього одягу (зона 3), а в нижній частині дорожнього одягу - розтягання (зона 1).

При перевищенні граничної міцності матеріалів верхніх або нижніх шарів дорожнього одягу утворюються тріщини 4.

По периметру зони контакту шини колеса з дорожнім покриттям діють напруги, що зрізують, які можуть приводити при слабкій підставі й тонкому дорожньому одягу до її проламу або виколювання окремих її частин

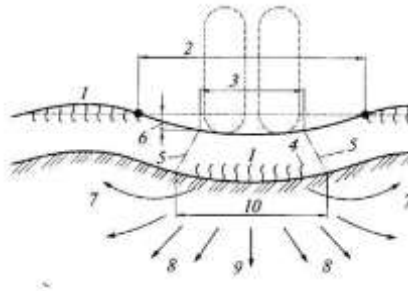


Рис. 1. Види деформацій і руйнувань дорожнього одягу:

1 - зона розтягання; 2 - чаша прогину; 3 - зона стиску одягу; 4 - тріщини в дорожньому одязі; 5 - поверхня зрізу одягу; 6 - деформація дорожнього одягу; 7 - напрямок випірання ґрунту; 8 - напрямок стиску ґрунту; 9 - ущільнення ґрунту в підставі дорожнього одягу; 10 - площа передачі тиску на ґрунт

В нижніх шарах дорожнього одягу з малозв'язних і незв'язних матеріалів і в ґрунтових підставах можуть виникати необоротні деформації (так звані пластичні плинні), розвиток яких приводить до нагромадження деформацій дорожнього одягу і її руйнуванню.

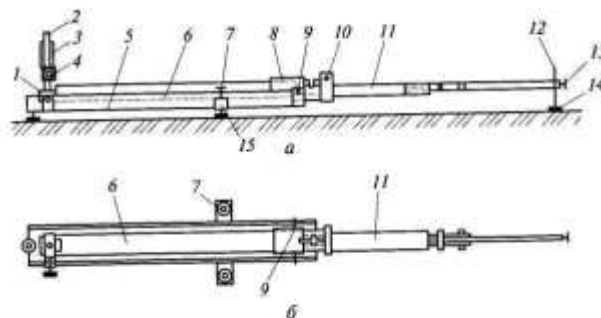


Рис. 2. Важільний прогиномір МАДИ - ЦНИЛ:
а - вид збоку; б - вид зверху;

1- пробка; 2 - стійка для індикатору; 3 - індикатор; 4 - тримач індикатору; 5 - швелер; 6 - заднє плече важеля; 7 - піднімальні гвинти; 8 - сполучна муфта; 9 - опорний гвинт; 10 - стяжний болт; 11 - переднє плече важеля; 12 - вимірювальна голка; 13 - гвинт, що закріплює голку; 14 - під'ятник, що охороняє врізання вимірювальної голки в дорожнє покриття; 15 - поперечна опорна балка

Величина pD - постійна для розрахункового автомобіля, тому для визначення модуля пружності дорожнього одягу E и оцінки по його значенню міцності дорожнього одягу досить визначити прогин I .

Найбільш простим приладом для швидкого визначення прогину є важільний прогиномір МАДІ - ЦНІЛ (рис. 3).

Важільний прогиномір має складений важіль, що вільно обертається на осі рами. Переднє плече 11 важеля має вимірювальну голку 12 з під'ятником 14. Заднє плече 6 важеля закінчується пробкою 1 з горизонтальним майданчиком, у який упирається стрижень індикатору 3, установлений на стійці.

Випробування дорожнього одягу роблять на обстежуваній ділянці через кожні 50 м. Прогин вимірюють на смузї накату (1...1,5 м від крайки дорожнього покриття).

Для підвищення продуктивності праці при визначенні прогинів дорожнього одягу розроблений довгобазовий прогиномір (мал. 4).

Довгобазовий важільний прогиномір складається зі збірного важеля, який повертається на осі, закріпленої в корпусі опори 5. Важіль 6 складається з переднього 7 і заднього 4 плечей. На передньому плечі розташований щуп 9, який за допомогою кульового шарніра з'єднано з під'ятником 11. Щуп кріпиться до важеля затискним гвинтом 10. На задньому плечі на кронштейні 2 закріплений індикатор 3. Щуп з під'ятником розміщують між скатами заднього здвоєного колеса 8 під центром задньої осі автомобіля.

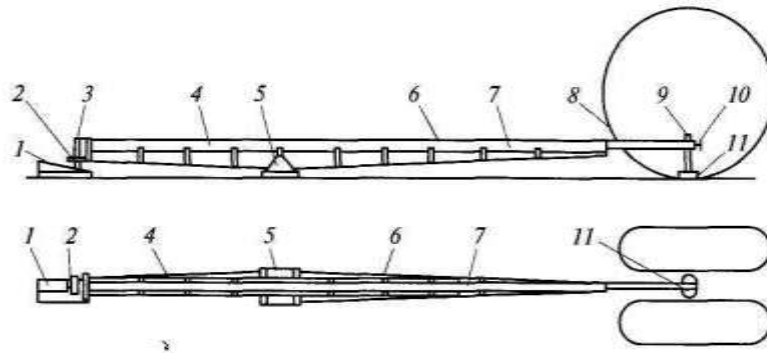


Рис. 3. Довгобазовий важільний прогиномір:

1 - опорна підбивка; 2 - кронштейн; 3 - індикатор; 4 - заднє плече важеля; 5 - опора; 6 - важіль; 7 - переднє плече важеля; 8 - заднє здвоєне колесо; 9 - щуп; 10 - затискної гвинт; 11 - під'ятник

Похила поверхня клиноподібної опорної підбивки 1 контактує зі стрижнем індикатору.

Для оцінки міцності дорожнього одягу застосовують установки динамічного нагруження. До них, наприклад, ставиться установка з падаючим вантажем УДН-НК (мал. 4).

Установка УДН-НК змонтована позаду кузова автомобіля. Нагруження здійснюється шляхом скидання вантажу. Зусилля на дорожнє покриття передається через здвоєні авіаційні пневматичні колеса, що забезпечують площу відбитка й питоме навантаження, еквівалентні відбитку й навантаженню розрахункового транспортного засобу групи А. Прогин вимірюють за допомогою сейсмоприймача. Вимірювальний датчик змонтований на спеціальному візку й перебуває між здвоєними авіаційними колесами.

Апаратура збору й первинної обробки даних випробувань розташована в кабіні водія. Навантаження дорожнього одягу роблять із зупинкою в кожній крапці випробування. Продуктивність установки при 20 випробуваннях на 1 км становить 20 км за зміну.

Пружний прогин дорожнього одягу можна виміряти також за допомогою установки динамічного навантаження ДИНА-3М (мал. 5), яка може працювати як в автономному режимі, так і в складі пересувної дорожньої лабораторії типу КП-514 МП (мал. 6).

На причепі встановлений механізований пристрій для підйому вантажу масою 160 кг на певну висоту з наступним скиданням його на штамп, що опускається на поверхню дорожнього полотна. У момент додатка динамічного навантаження вимірюється пружний прогин дорожньої конструкції.

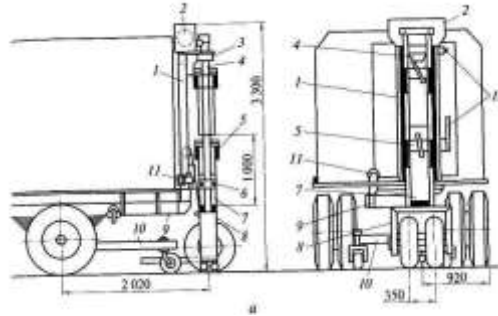


Рис. 4. Установка динамического нагружения (начипна) УДН-НК:
а - конструкция; б - схема випробування;

1 - несуча рама; 2 - електроталь; 3 - верхній кронштейн; 4 - обмежник підйому; 5 - зачіпний пристрій; 6 - нижній кронштейн; 7 - іспитовий вантаж; 8 - штамп; 9 - опорна рама; 10 - вимірювальний візок; 11 - лебідка для підйому штамп; 12 - прилад керування електроталлю; 13 - віброграф для виміру прогину; 14 - пружина; G - вага вантажу; H - висота скидання вантажу

Рис. 5. Установка динамического навантаження ДИНА-3М

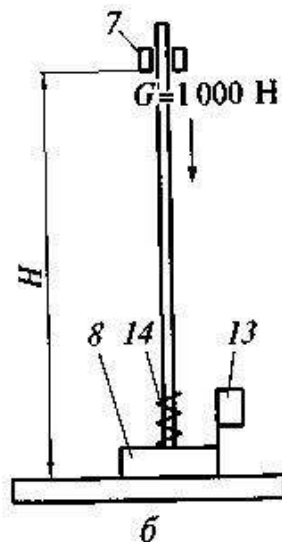




Рис. 6. Пересувна дорожня лабораторія типу КП-514 МП

При використанні установки в складі пересувної лабораторії вона оснащується модулем зв'язку з бортовим обчислювальним комплексом, що дозволяє повністю автоматизувати процес навантаження й вимірів. Діапазон вимірів прогину 0,1...3 мм, продуктивність 20 км/зміна.

За значенням прогину, обумовленому лабораторіями, одержують фактичний модуль пружності дорожньої конструкції і її міцність.

Міцність твердих дорожніх одягів оцінюють:

- максимальним динамічним прогином $I_{\max}$ під впливом падаючого вантажу (амортизований удар) приладу ударного типу;
- максимальним радіусом кривизни дорожнього покриття r при впливі динамічного навантаження (амортизований удар);
- максимальною напругою σ у бетонній плиті, обумовленим згідно з теорією пружності

Основною порівняльною характеристикою є статистична оцінка твердості дорожнього одягу.

Таблиця 1.

Інтенсивність руху, авт./доб, наведена до розрахункового автомобіля й навантаженню 105 Н	Гранично припустимий прогин дорожніх покриттів, мм		
	капітальних	полегшених	перехідного типу
100	1,15	1,45	1,85
200	1,03	1,27	1,68
500	0,92	1,1	-
1000	0,85	-	-
2000	0,78	-	-
5000	0,73	-	-
10000	0,69	-	-

Контрольні питання:

Записати призначення лабораторій:

1. Установка УДН-НК
2. Лабораторія діагностики автомобільних доріг
3. Пункт обліку руху пересувний ПУДП-1
4. Вимірник рівності (Толчкомір ІР-2)
5. Прилад контролю рівності (профілометр дорожній) ПКР-1
6. Прилад контролю рівності (профілометр дорожній) ПКР-1
7. Лабораторія контролю якості змісту автодоріг
8. Лабораторія контролю якості дорожньої розмітки
9. Лабораторія контролю якості будівництва й ремонту доріг

Практична робота 6

СЛИЗЬКІСТЬ І ШОРСТКІСТЬ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Вимоги до зчіпних якостей дорожнього покриття

Зчіпні якості дорожнього покриття в значній мірі визначають довжину гальмового шляху автомобіля, дуже впливають на його стійкість і керованість, у зв'язку із чим є найважливішим параметром, що впливають на безпеку руху.

Дорожні покриття в сухому й чистому стані незалежно від швидкості руху, ступені зношування автомобільної шини, шорсткості поверхні й інших параметрів, що характеризують умову взаємодії пари "шина - дорога", забезпечують високі зчіпні якості. У цих умовах коефіцієнт зчеплення звичайно спостерігається в межах від 0,6 до 1,2, що досить для виконання екстреного гальмування й забезпечення безпеки руху при дії на автомобіль значних бічних сил, наприклад при його русі по кривих малого радіуса.

При наявності на покритті опадів у вигляді шару води, снігу або льоду зчіпні якості автомобільного колеса з дорожнім покриттям можуть бути недостатніми для безпечного руху. Розрізняють два види слизькості - літню й зимову.

Причиною літньої слизькості є наявність у зоні контакту води, що розділяє протектор шини й поверхню покриття. Для швидкого відводу води із зони контакту шини поверхня проїзної частини повинна бути макрошорсткуватою. Макрошорсткість утворюють виступаючі частки кам'яного матеріалу, наявного в складі верхнього шару дорожнього покриття. Розміри цих часток визначаються крупністю щебенів, використовуваного при виготовленні дорожнього покриття. Залежно від конструкції покриття розміри часток щебенів звичайно перебувають у межах від 5 до 25 мм.

Макрошорсткість необхідна дорожньому покриттю для забезпечення швидкого віджиму шару води, що перебуває на покритті. При її відсутності водяний клин у зоні контакту шини з дорогою з ростом швидкості руху автомобіля швидко збільшується й коефіцієнт зчеплення стає недостатнім для безпечного руху.

Для забезпечення безпеки руху в дощ на швидкостях понад 100 км/год виступаючі частки дорожнього покриття повинні мати розміри не менш 4-5 мм. А якщо ні, то динамічний вплив води може привести до втрати контакту колеса покриттям. Це явище називають динамічним акваплануванням.

Шорсткуваті поверхні з відшліфованими рухом виступаючими частками швидко відводять шар води із зони контакту, однак водяна плівка, що залишився після отжатия шару на поверхні часток, при відсутності шорсткості на поверхні часток роз'єднує матеріали шини й покриття. Для руйнування водяної плівки, що залишився на поверхні часток після віджиму шару води, необхідна мікрошорсткість. Під мікросероховатістю розуміють власну шорсткість кам'яних часток дорожнього покриття. При відсутності мікрошорсткості зчіпні якості дорожнього покриття не забезпечують безпеки руху вже при швидкості понад 50 км/ч.

Гарна мікрошорсткість дорожньої поверхні досягається використанням у верхньому шарі дорожнього покриття високоміцних кам'яних матеріалів, що володіють опірністю поліруючому впливу автомобільних шин.

Високі зчіпні якості на мокрій дорозі можна забезпечити лише створенням покриттів, що володіють макро- і мікрошорккістю, причому чим вище швидкість руху на дорозі, тем більшої повинна бути макрошорсткість дорожньої поверхні.

Зимова слизькість обумовлена наявністю в зоні контакту шини з дорожнім покриттям опадів, що перебувають у твердій фазі - у вигляді снігу або льоду.

Зчеплення засніжених і зледенілих покриттів у малому ступені залежить від швидкості руху, навантаження на колесо, типу шини, шорсткості дорожнього покриття й

інших параметрів, що характеризують умови взаємодії пари тертя. Тут вирішальне значення мають вигляд і стан твердої фази, що розділяє шину з дорожньою поверхнею.

При обробці покриття протиожеледними реагентами утворюється шар або плівка розсолу, в'язкість якого може суттєво перевищувати в'язкість води. Збільшення в'язкості приводить до зниження зчеплення шини з дорогою за рахунок збільшення площі клина, що розділяє протектор шини й дорожню поверхню.

Зчіпні якості покриттів, оброблених розсолами, залежать від шорсткості поверхні, швидкості руху, концентрації й хімічного складу розсолу й інших параметрів, що характеризують умови взаємодії шини з дорогою. Коефіцієнти зчеплення на засніжених і зледенілих покриттях звичайно спостерігаються в межах від 0,1 до 0,3, причому низькі значення властиві твердим зледенілим поверхням, а більш високі - покриттям з менш міцним сніжним накатом.

При сухому стані проїзної частини дороги внаслідок високих значень коефіцієнтів зчеплення зчіпні якості не можуть бути причиною дорожньо-транспортного випадку. Зледенілі й засніжені покриття водій має можливість візуально відрізнити від сухих і чистих, тому на таких покриттях він повинен знижувати швидкість. У випадку виникнення аварії в умовах зимової слизькості водій зобов'язано нести свою частку відповідальності. При русі по мокрій дорозі він не може відрізнити небезпечні гладкі й мелкошороховаті покриття від шорсткуватих безпечних. У зв'язку із цим від нього не можна вимагати своєчасного зниження швидкості руху при виїзді автомобіля на мокрі слизькі ділянки дороги по таких покриттях водій повинен рухатися з особливою обережністю.

Покриття, політі розсолами, водій сприймає як мокрі, небезпека руху по яких він оцінити не в змозі. У зв'язку із цим зчіпні якості мокрих доріг і доріг, оброблених розсолами, повинні бути забезпечені на рівні, що гарантує безпеку руху при дотриманні водієм чинних Правил дорожнього руху.

З метою виявлення небезпечних ділянок зчіпні властивості вдосконалених покриттів, побудованих із застосуванням в'язких, слід регулярно оцінювати при мокрому їхньому стані за допомогою спеціально розроблених для цієї мети методик і приладів.

За показник зчіпних якостей дорожніх покриттів прийнятий коефіцієнт зчеплення автомобільної шини з дорожнім покриттям, який являє собою відношення поздовжньої реакції дороги, що виникає при поздовжньому ковзанні заблокованого колеса й діючої в площині його контакту з покриттям, до нормальної реакції дороги.

З умови забезпечення безпеки руху коефіцієнт зчеплення дорожнього покриття повинен бути для мокрого не нижче 0,3, для зволоженого протиогололедними розсолами не нижче 0,25.

У тих випадках, коли на ділянках у результаті вимірів будуть отримані коефіцієнти зчеплення нижче припустимого значення, слід підвищити шорсткість дорожнього покриття. З моменту виявлення підвищеної слизькості до її ліквідації на підходах до слизьких ділянок потрібно встановити знаки обмеження швидкості руху

□ табличками, що вказують на необхідність зниження швидкості тільки при мокрому стані проїзної частини. При коефіцієнтах зчеплення в межах 0,25-0,3 безпечної є швидкість до 50 км/год, при коефіцієнтах нижче 0,25 швидкість необхідно обмежувати до 40 км/ч.

Методи й прилади, що служать для оцінки зчіпних якостей дорожнього покриття

1. Коефіцієнт зчеплення дорожніх покриттів необхідно визначати динамометричними начіпними й причіпними приладами при дотриманні наступних умов взаємодії колеса, що вимірює пристосування з дорожньою поверхнею.

о Вимірювальне колесо повинне бути обладнане спеціальною шиною із гладким протектором, із внутрішнім тиском повітря 0,17 МПа, розміром 6,45-13. При відсутності

спеціальної шини на вимірювальному колесі приладу допускається використання зношеної шини із глибиною канавок не більш 1 мм.

У момент виміру колесо повинне бути заблоковане, швидкість ковзання повинна рівнятися 17 ± 1 м/с.

Для зволоження дорожнього покриття при вимірах коефіцієнта зчеплення використовуються індивідуальні системи штучного зволоження, які встановлюють на автомобілі-тягачі динамометричного приладу. Система штучного зволоження повинна забезпечити подачу в зону контакту ковзного вимірювального колеса такої кількості води, при якому на покритті перед колесом створюється шар рідини (плівка) товщиною $1 \pm 0,3$ мм.

Вертикальна реакція дороги при вимірі коефіцієнта зчеплення повинна рівнятися $2,943 \pm 0,1$ кН.

Коефіцієнт зчеплення визначається при дотриманні вищенаведених еталонних умов як відношення поздовжньої сили тертя, що діє в площині контакту вимірювального колеса, до нормальної реакції дороги.

Коефіцієнт зчеплення може бути обмірюваний і портативними приладами за умови наявності кореляційному зв'язку між показаннями портативного приладу й динамометричного пристрою, що визначає коефіцієнт із дотриманням еталонних умов проведення вимірів. При цьому шкала приладу повинна бути проградуирована з використанням кореляційного зв'язку, установленної в ході спільних випробувань портативного приладу й динамометричної установки, що має сертифікат на проведення вимірів коефіцієнта зчеплення.

Слизькість дорожнього покриття - найважливіша характеристика транспортно-експлуатаційного стану дороги. Критерієм слизькості дорожнього покриття є *коефіцієнт зчеплення*. Недостатнє зчеплення шини колеса з дорожнім покриттям є, як правило, першопричиною дорожньо-транспортних випадків з важкими наслідками.

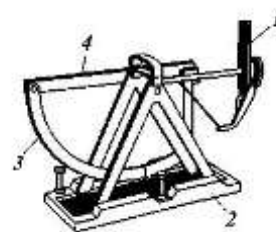
Статистика показує, що внаслідок низького значення коефіцієнта зчеплення у весняний і осінній періоди відбувається до 70 % усіх дорожньо-транспортних випадків, у літній період - 30 %. Разом з тим коефіцієнт зчеплення мало впливає на швидкість руху.

Недоліком портативних приладів є малі розміри гумового елемента, що імітує протектор автомобільної шини. Із цієї причини такі прилади не використовують для виміру коефіцієнта зчеплення грубошороховатої поверхні. Іншим недоліком портативних приладів є моделювання кочення колеса автомобіля з низькими швидкостями.

Існують різні конструкції портативних приладів.

Рис. 1. Маятниковий прилад МП-3:

1 - маятник; 2 - станина; 3 - мірна шкала;
4 - штанга



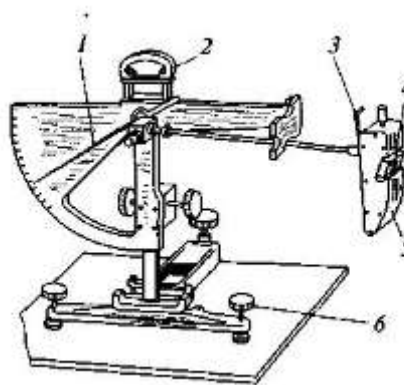
Маятниковий прилад МП-3 (мал. 1) складається зі станини 2, штанги 4 з укріпленої на ній мірною шкалою 3 і маятника 1.

Прилад встановлюють на поверхні дорожнього покриття, штангу приводять у вертикальне положення за рівнем. Маятник зміщують у горизонтальному положенні, поверхню дорожнього покриття змочують водою, маятник відпускають.

Відпущений маятник падає, прослизавши обрізаним черевиком по поверхні дорожнього покриття, потім піднімається на певний кут, який фіксується на шкалі приладу. Більший кут підйому маятника відповідає більшій слизькості поверхні дорожнього покриття.

Рис.2. Портативний маятниковий прилад Транспортної дорожньої дослідницької лабораторії Великобританії:

1 - стрільця, що фіксує відхилення маятника; 2 - ручка для перенесення приладу; 3 - важіль, що переміщає вказівну стрілку при падінні маятника; 4 - вставка із протекторної гуми; 5 - маятник; 6 - настановні гвинти, що забезпечують торкання гуми з поверхнею дорожнього покриття



Портативний прилад ППК-2 розробки МАДІ (мал. 3) складається зі штанги 5 з ковзним по ній вантажем 7 масою 9 кг, рухливої муфти 4 і пружини 10, що з'єднує два гумові імітатори 1.

При випробуванні прилад установлюють таким чином, щоб імітатори перебували на відстані (10 ± 1) мм над дорожнім покриттям. Рухливий вантаж закріплюється у верхньому положенні стійки. Після зволоження поверхні дорожнього покриття вантаж звільняється, ударяючи по рухливій муфті. Під дією удару вантажу імітатори притискаються й переміщуються по поверхні дорожнього покриття. По положенню виміральної шайби на шкалі визначають коефіцієнт зчеплення.

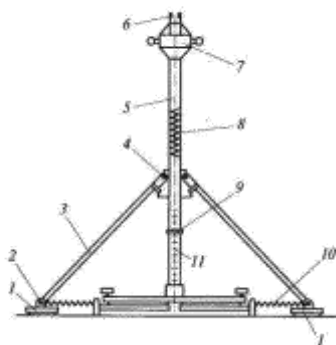


Рис. 3. Портативний прилад ударної дії:

1 - імітатори; 2 - шарнір; 3 - тяга; 4 - рухлива муфта; 5 - опорна штанга; 6 - пристрій скидання вантажу; 7 - вантаж; 8 - центральна пружина; 9 - шайба, що реєструє; 10 - стягуюча пружина; 11 - шкала коефіцієнтів зчеплення

Коефіцієнт поздовжнього зчеплення дорожнього покриття вимірюють не менш чому на трьох ділянках на кожному кілометрі кожної смуги руху. У кожному місці роблять по три виміри. При наявності між вимірами розбіжностей, що перевищують 0,05, число вимірів збільшують до п'яти. За показник слизькості ухвалюють середнє арифметичне значення коефіцієнта зчеплення. Результати вимірів на всьому протязі здаваного ділянки наносять на лінійний графік.

Визначення коефіцієнта зчеплення за допомогою динамометричних установок роблять при русі автомобіля з певною швидкістю. Існує багато конструкцій динамометричних установок. Як правило, установки складаються з одноколісного причепа.

Шорсткість поверхні дорожніх покриттів - один з найважливіших транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг, що обумовлює надійність контакту автомобільної шини з поверхнею дорожнього покриття й більшою мірою, що впливає на безпеку руху транспортних коштів.

Мікрошорсткість характеризується нерівностями довжиною менш 2...3 мм і висотою 0,2...0,3 мм. Нерівності довжиною більш 2...3 мм і висотою більш 0,2...0,3 мм називаються *макрошорсткістю*.

При визначенні стану дорожнього покриття найчастіше оцінюють макрошорсткість, до якої висувають суперечливі вимоги. З одного боку, макрошорсткість повинна бути як можна меншою, щоб забезпечувалася найбільша площа контакту протектора шини з поверхнею дорожнього покриття.

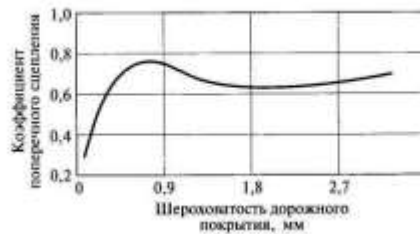


Рис.3. Залежність коефіцієнта поперечного зчеплення від шорсткості дорожнього покриття

З іншого боку, дорожня поверхня повинна бути досить грубою, що повинне сприяти швидкому відводу води з майданчика контакту й попередженню тим самим явища аквапланування. Однак збільшення макрошорсткості веде до зростання опору коченню, зношуванню шин і рівня шуму.

Основними параметрами, що характеризують макрошорсткість, є висота виступів, середня висота виступів, крок нерівностей (відстань між сусідніми вершинами нерівностей), середній крок нерівностей.

Для виміру параметрів шорсткості поверхні дорожнього покриття застосовують прилади різних типів, які за принципом дії підрозділяють на контактні й безконтактні.

Метод піщаної плями

Методика проведення вимірів. Ділянки для **контролю шорсткості** дорожніх покриттів намічають у період рекогносцирувального обходу (*огляд і обстеження місцевості*) або проїзду на автомобілі по здаваних в експлуатацію ділянках дороги при низькій швидкості руху із зупинками в міру необхідності. Під час рекогносцирувального проїзду реєструють границі ділянок з однотипними поверхнями покриття. У межах кожного з ділянок візуально встановлюють місця покриття приблизно однакової шорсткості. На кожній смузі руху слід робити 5 вимірів шорсткості на 1000 м по одній смузі накату. Для **контролю шорсткості поверхні методом піщаної плями** беруть відомий обсяг піску й висипають гіркою на поверхню покриття. Потім плоским диском або лінійкою пісок розподіляють у вигляді кола доти, поки нижня площа диска не почне стосуватися виступів шорсткості й увесь пісок не заповнить западини в поверхні покриття. Лінійкою вимірюють діаметр піщаної плями не менш чому по чотирьом діаметральним напрямкам.

При обчисленні середній глибині шорсткості на ділянках доріг з поздовжніми ухилами до 30 % на дорожніх покриттях із застосуванням органічних в'язк, становить менш 0,7 мм, а на цементобетонних покриттях менш 0,5 мм, шорсткість вважається незадовільною, при середній глибині шорсткості відповідно 0,7...1,5 і 0,5...0,6 мм - задовільною, 1,5...2 і 0,6...0,8 мм - гарної й при середній глибині більш 2 і 0,8 мм - дуже гарної.

Для безпечного руху на ділянках доріг з більшими ухилами середня глибина шорсткості повинна бути не менш наступних значень:

Ухил, ‰	40	50	60	70	80
Середня глибина шорсткості, мм.	3,5	4	4,5	5	5

1) допомогою **приладів контактного типу** забезпечується можливість копіювання контурів поверхні й визначення числових значень параметрів шорсткості.

Принцип роботи таких приладів заснований на обмацуванні нерівностей поверхні щупом наступним копіюванням контурів шорсткості на міліметровий папір або перетворенням механічних коливань в електричні. Після обробки отриманих профілограмм визначають числові значення параметрів шорсткості.

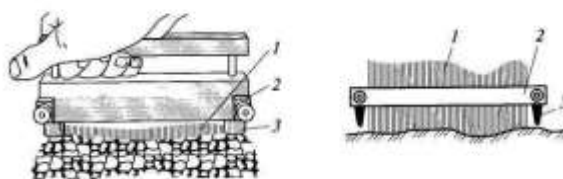


Рис. 5. Прилад голчастий типу ПКШ-4:

1 - голка-щуп; 2 - затискні планки; 3 – опори

Голчастий прилад ПКШ-4 (мал. 5) складається з тонких голок 1, закріплених між затискними планками 2. Унизу планок є опори 3.

При вимірі нерівностей прилад ПКШ-4 установлюють на дорожнє покриття й злегка вдавлюють так, щоб голками приладу точно копіювався рельєф поверхні дорожнього покриття. Отриманий мікропрофіль переносять на міліметровий папір і визначають висоту виступів, середній крок і середній кут при вершині. Виміру проводять двічі з установкою приладу уздовж осі дороги й перпендикулярно.

Лазерний профілограф, як і індуктивний, дозволяє вимірювати мікрошорсткість дорожнього покриття або розмір зерен щебенів, як у лабораторних, так і в польових умовах.

МАДІ був розроблений метод оцінки стану дорожнього покриття **методом дистанційного зондування**. Метод заснований на оптичному скануванні досліджуваної поверхні за допомогою цифрових пристроїв (цифрові фотокамери) і наступної обробки отриманих знімків у цифрових фотограмметричних системах.

останні роки в багатьох країнах для визначення макрошорсткості дорожніх покриттів застосовують пересувні установки, змонтовані на мікроавтобусі

Поперед мікроавтобуса встановлюють поперечну балку, оснащену лазерами для виміру профілів і текстури дорожнього покриття. Запис, обробку й зберігання результатів вимірів роблять бортовим обчислювальним комплексом.

Контрольні питання:

- Зчіпні якості дорожнього покриття в значній мірі визначають...
- Причиною літньої слизькості є...
- Макрошорсткість
- Мікрошорсткість
- Для руйнування водяної плівки...
- Зимова слизькість обумовлена...
- Зчеплення засніжених і зледенілих покриттів залежить...

- В'язкість
- Показник зчпних якостей дорожніх покриттів
- Які дії потрібно почати з моменту виявлення підвищеної слизькості до її ліквідації?
- Слизькість дорожнього покриття
- Маятниковий прилад МП-3
- Портативний маятниковий прилад Транспортної дорожньої дослідницької лабораторії Великобританії:
- Портативний прилад ударної дії
- Метод піщаної плями.
- Прилад голчастий типу ПКШ-4
- Метод дистанційного зондування.

Практична робота 7

УТРИМАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Знепилення доріг.

В суху пору року при змісті автомобільних доріг велика увага приділяється знепиленню. Особлива увагу приділяють ділянкам, що проходять через населені пункти. Ці ділянки знепиленню у першу чергу.

Особлива увага боротьбі з пилом приділяють по тій простій причині, що в цьому випадку відстань видимості різко знижується й доходить до п'яти метрів, що самим негативним образом позначається на швидкісному режимі руху, що у свою чергу час знижує економічну ефективність роботи автомобільного транспорту (зростає собівартість перевезень, збільшується час перебування в шляху вантажів і пасажирів, збільшується автотранспортна складова автомобільних перевезень).

Знепилення доріг можна проводити наступними методами:

- поливання водою;
- змітання пилу з поверхні дороги й узбіч;
- обробка покриттів найпростішого й перехідного типів, узбіч і смуги відводу розчинами гігроскопічних солей, яка усмоктуючи вологу з повітря, утворює досить щільну соляну кірку, що перешкоджає утвору пилу.

Для знепилення також застосовують технічний хлористий кальцій, технічну сіль із відвалів і інші хлористі солі в сухому стані або у вигляді розчинів, морську воду лиманів або солоних озер і др.

Норми витрати залежать від виду матеріалу, типу покриття, інтенсивності руху: твердих солей-0,4-2,0 кг/м², розчинів солей-1,0-4л/м².

Тверді гігроскопічні солі розподіляють у такій послідовності: спочатку воду в кількості 0,5-2 л/м² (при сухому покритті), потім розподіляють тверді солі.

Розчини бажане розливати на покриття, яке має вологість, рівну або меншу оптимальної.

При нормі більш 1,5 л/м² розчин розливають за два-три приймання. Кожний наступний розлив здійснюють після того, як розчин попереднього повністю вбрався в покриття.

Тривалість знепилюючої дії становить від 15 до днів залежно від застосовуваних матеріалів.

Обробка покриття дороги й узбіч органічними матеріалами.

Знепилення покриттів здійснюють способом просочення й змішанням матеріалу покриття. Просочення найчастіше проводиться при змісті доріг, а спосіб змішання- при ремонті.

З органічних матеріалів використовуються рідкі бітуми, швидкороспадаючі бітумні емульсії, сирі нафти. Норма витрати рідкого бітуму-0,7-1,2 л/м².

Ділянка покриття, призначений для обробки способом просочення, профілюють автогрейдером (грейдером) з доданням необхідної рівності й поперечного профілю. Одночасно видаляють великі незв'язні частки.

Органічні знепилюючі матеріали розливають нагрітими до 50-70°C, чим забезпечується їхнє нормальне усмокування.

Протягом 5-7 днів після знепилення регулюють рух транспортних коштів, щоб одержати рівномірну поверхню й забезпечити краще формування покриття. Швидкість автомобілів у цей період не повинна перевищувати 40 км/ч.

Знепилення повторюють із появою перших ознак пилу. Норму витрати знепилюючого матеріалу при цьому зменшують в 2 рази в порівнянні з їхньою нормою для першої обробки. Число обробок за сезон визначають із урахуванням тривалості теплого періоду, протягом якого спостерігається утворення пилу, числа дощових днів і терміну дії знепилюючих матеріалів.

Перелік технологічних процесів, що входять у поняття «цілорічне утримання» проїзної частини, земляного полотна й смуги відводу автомобільних доріг, вулиць і аеродромів, дуже широкий, і звичайно його ділять на дві групи:

У весняно-літньо-осінній період – це мийка, підмітання й знепилення покриття, автобусних зупинок і павільйонів; очищення й мийка дорожніх (бар'єрних і парпетних) огорожень; мийка знаків, очищення й промивання каналів, кюветів, лотків, водопропускних труб, опорних частин мостів і шляхопроводів; очищення смуги відводу, розділової смуги, узбіч і укосів від сміття; скошування трави, зрізка чагарнику й дрібнолісся, і на розділовій смузі, узбіччях, укосах, і у смузі відводу; переробка зрізаного чагарнику й дрібнолісся, розподіл засобів хімічної боротьби з небажаною рослинністю.

У зимовий період – це очищення проїзної частини, узбіч, стоянок, автобусних зупинок, тротуарів і проходів від снігу; видалення сніжних заметів і завалів; збирання валів зметеного снігу перед і за огороженнями; розподіл пржеледних твердих і рідких матеріалів; пристрій сніжних валів і траншів на пришляховій смузі для захисту від сніжних заметів; зрізка ущільненого сніжного шару на смузі накату.

Технологія й обсяг робіт по змісту визначаються періодом року й конструкцією одягу. Найбільш відповідальними й трудомісткими є роботи навесні, коли міцність одягів знижується до мінімального значення.

Зміст ґрунтових і ґрунтових поліпшених доріг полягає в систематичному профілюванні поверхні автогрейдером (грейдером) або іншими машинами, закладенню колій з добавкою ґрунту. Гравійні щебеневі покриття очищають, усувають поперечні хвилі, колії, виправляють поперечний профіль, відводять воду із проїзної частини, ліквідують пучинисті ділянки (навесні) і знепилюють у сухий період року.

Навесні, улітку й восени періодично профілюють покриття для поліпшення й рівномірного розподілу гравійного матеріалу на поверхні.

Зміст покриттів із щебених і гравійних матеріалів, оброблених в'язким, полягає в усуненні вибоїв, хвиль, напливів, проламів, застосовуючи різні технології ремонту. Загальними є очищення від пилу й бруду, підготовка до укладання суміші, укладання й ущільнення.

Вибою зашпаровують із застосуванням холодного чорного щебенів (чорного гравію) і вологих органомінеральних сумішей.

Ямковий ремонт роблять при температурі повітря не нижче 5°C холодним способом, при температурі повітря не нижче 10 °C теплим або гарячим способом.

Приготовлені на емульсіях суміші можна укласти в сиру прохолодну погоду. Холодний спосіб доцільніше при глибині вибоїв до 3 см, а гарячий (або теплий) більш 3 см.

На підйомах, у місцях зупинки транспортних засобів, у під'їздів перетинанням в одному рівні може виникнути волнистість, яку можна виправляти розкочуванням, вирівнюванням і зрізанням. Для цього покриття в жарку погоду нагрівають за допомогою пальників інфрачервоного випромінювання й відразу ж розгортають важкими (10-20 т) котками із твердими вальцями або зрізують автогрейдером.

При змісті асфальтобетонних покриттів усувають вибої тріщини, окремі хвилі, бугри й напливи, обломи й нерівності крайок.

До виконання цих робіт приступають навесні після настання теплої погоди. При усуненні вибоїв і інших аналогічних їм ушкоджень дотримують загальної технологічної послідовності, яка включає підготовку ушкодженого місця (створення карти вирубки, видалення відпрацьованого матеріалу, очищення від пилу й бруду), готування, укладання й розрівнювання ремонтних матеріалів (сумішей), їхнє ущільнення.

У якості ремонтних матеріалів використовують гарячі, теплі й холодні асфальтобетонні суміші, литому асфальт, щебеневі й гравійні матеріали, оброблені органічним в'язким, вологі органо-мінеральні суміші.

Ремонт покриттів із застосуванням гарячих асфальтобетонних сумішей роблять у суху й теплу пору року, коли температура повітря не нижче + 10 °С. Литому асфальт, вологі органо-мінеральні суміші допускається застосовувати й при знижених температурах повітря: литому асфальт до -5 °С, вологі органо-мінеральні суміші до -10 °С.

Ремонтоване місце підготовляють у наступному порядку: границі вибоїв оконтурюють прямими лініями, захоплюючи на 3-5 див неушкоджену частину покриття; невеликі вибої, що близько відстоять друг від друга, поєднують в одну загальну карту; старий асфальтобетон видаляють по обкресленому контуру, вибій очищують і при необхідності просушують; її дно й стінки підгрунтують рідким або розрідженим бітумом (гудроном) або дьогтем, нагрітим до 60 °С, по нормі 0,3- 0,5 л/м². При використанні органо-мінеральних сумішей ретельне очищення вибоїв і під- ґрунтовка не потрібні.

Після підготовки вибій заповнюють ремонтним матеріалом з урахуванням запасу на ущільнення. При глибині вибоїв до 5 див суміш укладають в один шар, більш 5 див - у два шари.

Суміш у невеликих ізольованих одна від інший вибоях ущільнюють електро- або пневмотрамбовками, ручними віброкатками, а значні площі- котками із гладкими вальцями масою 4-10 т.

Кращі результати досягаються при використанні котків з резиновими вальцями.

Ущільнення проводять від країв до середини, при цьому поверхня ремонтних місць повинна бути на рівні покриття. При закладенні вибоїв глибше 5 див, коли видаляють не тільки верхній, але й нижній шар асфальтобетону, порядок роботи не міняється. У нижній шар укладають грубозернисту суміш і ущільнюють, потім укладають дрібнозернисту суміш у верхній шар і теж ущільнюють. Температура суміші в момент укладання 140-160 °С. Якщо глибина вибоїв до 8 див, а грубозерниста суміш відсутня, укладають у два шари дрібнозернисту суміш. Піщану суміш застосовують тільки у верхньому шарі.

Тріщини бажане, зашпаровувати в ранковий час, коли вони мають ще значне розкриття. Окремі тріщини розчищають металевими гаками й продувають стисненим повітрям. Тріщини шириною 3-5 мм після очищення промащують рідким бітумом, потім за допомогою заливальника заповнюють бітумом, нагрітим до 160- 170 °С.

Тріщини більшої ширини (5 мм і більш) ретельно очищують за допомогою металевих щіток і стисненого повітря, промащують рідким бітумом і заповнюють бітумною мастикою за допомогою заливальника. Їх заповнюють із невеликим

надлишком і затирають поверхня сухим нагрітим дрібним піском або мінеральним порошком. Температура мастики повинна бути 150-170 °С.

Шелушіння, суцільну сітку тріщин на невеликих ділянках перекривають поверхневою обробкою. Суцільну сітку тріщин, що виникла через нестійкість підстави, як і місця зниженої міцності, вирубують і влаштовують нову поверхневу обробку.

Усунення хвиль і напливів здійснюють попереднім нагріванням пальниками й укоченням котками масою 18-25 т поперек хвиль, зрізанням і наступним пристроєм поверхневої обробки.

Контрольні питання:

- Навіщо потрібно знепилення доріг?
- Методи знепилення
- Від чого залежать норми витрати?
- Групи змісту автомобільних доріг
- У чому полягає зміст ґрунтових і ґрунтових поліпшених доріг?
- У чому полягає зміст покриттів із щебених і гравійних матеріалів, оброблених в'язким?
- Ямочний ремонт
- Роботи зі змісту асфальтобетонних покриттів
- Як ремонтують дрібні вибої, тріщини, шелушіння, суцільну сітку тріщин усунення хвиль і напливів?

Практична робота 8

ЕКОЛОГІЧНИЙ БЛАГОУСТРІЙ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ

Охорона навколишнього середовища

Під навколишнім середовищем розуміють сукупність взаємодіючих між собою природних, змінених у процесі діяльності людини чи штучно створених людиною матеріальних елементів, які оточують людину у процесі життєдіяльності. Оскільки людина постійно змінює природні компоненти середовища (повітря, ґрунти, воду, рослинність, тваринний світ), то головним об'єктом щодо охорони навколишнього середовища стає природна його складова – природне середовище.

Проблема охорони навколишнього середовища на сьогодні є актуальною у зв'язку зі зростанням міст, чисельності міського населення, розвитком промисловості, збільшенням рівня автомобілізації та ін. В містах значно вища, ніж у сільській місцевості, температура повітря, шумовий фон, інтенсивність електромагнітного випромінювання, вібрації та рівень інших забруднень. Максимальний ступінь забруднення повітря в промислових містах пов'язаний з викидами окису вуглецю, двоокису азоту, фенолу, ксилолу, толуолу, ціаністого водню. Все це негативно впливає на людину, тварин, рослинність, пам'ятки історії та архітектури. Стан навколишнього середовища в містах безумовно пов'язаний зі збільшенням кількості захворювань органів дихання, серцево-судинної системи, онкологічних захворювань, випадків уроджених аномалій та ін.

Усі фактори, що впливають на стан навколишнього середовища, поділяють на дві групи – природні й антропогенні.

Природні фактори переважно не підпорядковані людині та впливають на навколишнє середовище незалежно від неї. Людство намагається змінювати деякі з них (створення водойм, осушення боліт тощо), але ігнорування законів екології призводить до несприятливих наслідків.

Антропогенні фактори цілком підпорядковані людині та залежать від неї. У містобудуванні існує багато теорій і рекомендацій, що відповідають нормам і правилам, які передбачають основні положення містобудівного характеру, але і це не виключає необхідність дбайливого ставлення до природи, до зміни екологічної ситуації на певній території у результаті втручання містобудівників.

Значення і ступінь впливу різних факторів на стан навколишнього середовища в місті наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Вплив природних та антропогенних факторів на навколишнє середовище

Фактор	Значення та вплив на навколишнє середовище
<i>Природні фактори</i>	
Клімат	Визначає ступінь комфортності погодних умов і окремих основних факторів клімату (тепловий комфорт, вітровий режим, опади та ін.)
Мікроклімат	Зумовлює ступінь мікрокліматичних умов (норми інсоляції, вологості, допустима швидкість вітру та ін.)
Рельєф	Ухили забезпечують різний рівень інсоляції, стоку поверхневих вод, накопичення вологості, масштаб ґрунтової ерозії.
Водойми	Накопичення та випаровування вологи сприяє утворенню теплової енергії, впливає на температурний режим, регулює вологість повітря та інтенсивність радіації
Заболоченість та затоплення	Забезпечують життєдіяльність окремих екосистем, сприяють накопиченню вологи та живлення річок у міжсезонний період
Рослинність	Накопичення необхідної для життєдіяльності біомаси, вплив на ступінь забруднення атмосфери, радіаційний, температурний режими, вологість повітря, швидкість вітру
<i>Антропогенні фактори</i>	
Щільність забудови	Визначає раціональність використання міської території, впливає на мікрокліматичні показники, наявність рослинного покриву, вітровий режим території
Система транспорту	Визначає шумовий режим в місті, його спектральний склад, ступінь забруднення атмосфери і забруднення ґрунту та рослин токсичними отруйними речовинами
Характер промисловості	Залежно від класу шкідливості промисловість впливає на забруднення атмосфери отруйними газами, визначає кількість пилу в повітрі й на поверхні ґрунту
Рівень благоустрою території	Впливає на мікроклімат міської території, ступінь її озеленення, комфортні умови життєдіяльності населення

Визначаючи сучасний стан навколишнього середовища, необхідно назвати наступні положення:

- багато ресурсів не відновлюються, а їхнє споживання перевищує видобуток;
- сучасний рівень споживання відновлюваних ресурсів (рослинний, тваринний світ, ґрунт, кисень, вода) призводить до того, що вони починають втрачати свої компенсаційні можливості природного самовідновлення в необхідних масштабах;
- збільшення кількості відходів промисловості, яка постійно розвивається, призводить до антропогенного забруднення води, повітря, ґрунту токсичними відходами;
- незнання основ екології, а іноді і хижацьке винищування спричинили зникнення 106 видів тварин і 139 видів птахів. Існує загроза зникнення ще 500 видів представників тваринного світу;
- інтенсивний розвиток міст зумовлює зменшення площі земель, придатних для сільського господарства. Наприклад, в Україні щорічно під забудову виділяють понад 20 тис. га;
- науково необґрунтоване зрошування земель призводить до засолення ґрунтів і утворення заболочених територій;
- інтенсивне використання пасовищ і вирубування лісів зумовлює ерозію ґрунтів. У

результаті цього відбувається так зване опустелювання.

Охорону навколишнього середовища забезпечують розвинутою системою заходів – загальнодержавних, юридичних, біологічних, гігієнічних, технологічних та інженерних. Найголовнішу роль у збереженні навколишнього середовища та оздоровленні умов життєдіяльності населення відіграють загальнодержавні заходи, які визначають оптимальне розміщення виробничих сил, стримують розширення меж великих міст, а також вирішують питання щодо охорони атмосфери, водойм, ґрунтів, рослинності. Всі ці заходи одночасно можуть входити і до сфери міського благоустрою, оскільки упорядченим містом вважається місто, де чисте повітря, незабруднені водойми, багато зелених насаджень, відсутні так звані «міські» хвороби.

Забруднення атмосфери і заходи щодо її захисту

Основними джерелами забруднення атмосфери є антропогенні фактори – енергетика, відходи виробництва, транспорт (особливо вихлопні гази автомобілів), комунально-побутові відходи, сільське господарство, а також природні фактори – лісові пожежі, виверження вулканів, пилові бурі та ін. (рис.1) До головних забруднень атмосфери можна віднести – двоокис вуглецю, аерозолі, пил, чадний і сірчаний газ, окис азоту, важкі метали та ін.

Рівень забруднення атмосфери залежить від масштабу міста, його господарського профілю, чисельності автомобілів та ін. Ступінь забруднення атмосферного повітря залежить від напрямку і швидкості вітру, температури і вологості повітря, інтенсивності та суми річних опадів, особливостей рельєфу місцевості та характеру рослинності.

Заходи щодо охорони атмосфери від забруднення поділяються на дві основні групи: пасивні та активні. До пасивних заходів належать ті, які забезпечують відносну чистоту повітря в межах певної місцевості, але не виключають викиди шкідливих речовин в атмосферу загалом. Наприклад, урахування особливостей місцевих умов при розташуванні джерел забруднення, улаштування санітарно-захисних зон, підвищення висоти труб на підприємствах теплоенергетики, підвищення озеленення території; створення в містах зон, вільних від автомобілів і зміна режиму автостоянок. До активних заходів належать способи, які не допускають викиди в атмосферу забруднюючих речовин чи істотно зменшують їх концентрацію в промислових викидах. Наприклад, очищення виробничих викидів від пилу, аерозолів, шкідливих газів; попереднє очищення палива від домішок сірки та інших токсичних речовин, заміна бензину на інші види палива, використання електродвигунів; удосконалення технологічних циклів, впровадження в промисловість нових безвідхідних та маловідходних технологічних процесів, будівництво очисних споруд.

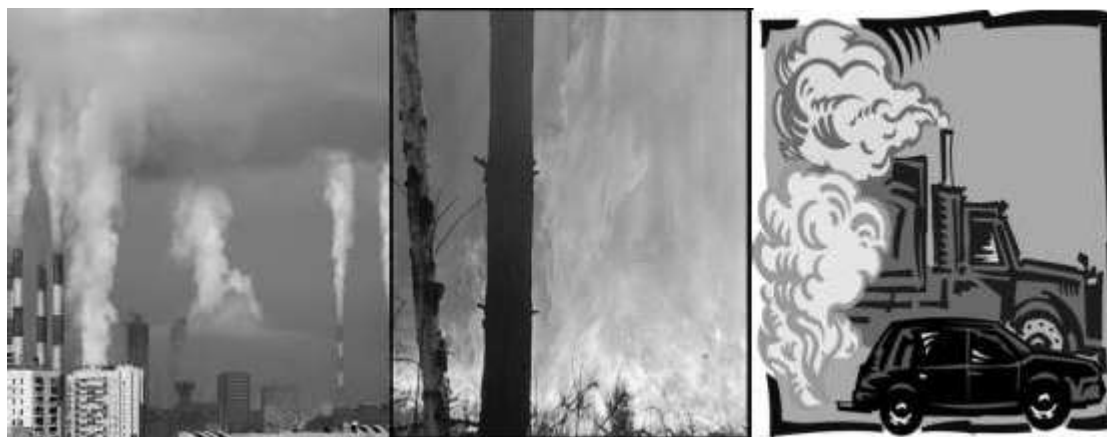


Рис.1 – Джерела забруднення атмосфери

Охорона ґрунтів і заходи щодо їх захисту

У світі використовують тільки 30% ґрунтового покриття – орні землі. Інші малопридатні території – вічна мерзлота, балки, пустелі, скелясті утворення, гори.

Для ґрунтів характерним явищем є водна ерозія, дефляція, фізичний вплив у результаті відкритої розробки корисних копалин, будівельних робіт, забруднення побутовим сміттям, промисловими твердими відходами, пестицидами, гербіцидами, солями важких металів та ін. (рис.2).



Рис.2 – Джерела забруднення ґрунтів

Рекомендовані заходи щодо охорони ґрунтів: проведення за допомогою агротехніки правильної обробки ґрунту; створення вітрозахисних і яругоукріплюючих лісосмуг; обов'язкове повернення землі (посадка дерев з грудкою); зменшення ущільнення поверхневого шару (розробка сільськогосподарських знарядь, що мінімально ущільнювали б ґрунт); забудова на непридатних для сільського господарства землях; збереження верхнього шару (гумусу) при будівництві; застосування хімічно нешкідливих добрив і гербіцидів; зменшення викидів пилу підприємствами, відновлення порушених територій (відпрацьовані кар'єри, терикони, шлакосховища).

Забруднення водойм і заходи щодо їхнього захисту

Вода – воістину дарунок природи. Вона має чудові властивості, одна з них – здатність самоочищуватися. Але усьому є межа. Зростає чисельність населення Землі, удосконалюється виробництво, розвиваються різні галузі промисловості, діяльність яких потребує величезних витрат води. Джерелами забруднення водойм є промисловість, сільське господарство, стічні води (господарські, промислові, зливові) (рис.3). Стан водного басейну залежить від чисельності населення міста, площі забудови, розвитку водоемних підприємств, обсягу водоспоживання.



Рис.3 – Джерела забруднення водойм

При вирішенні проблеми очищення водного басейну необхідно в першу чергу використовувати потенційну можливість водойм самоочищуватися. Головними водоохоронними заходами в промисловості є: заборона скидання промислових відходів у водойму; зниження водоемності виробництва аж до переходу на «суху» технологію; локальне очищення промислових стічних вод; зміна технології виробництва, що дозволяє одержати такі стічні води, які можна очистити без зайвих зусиль і витрат; застосування замкнутого циклу водопостачання, при якому для підживлення з джерела беруть 2-3% води від загального водоспоживання – багаторазове використання води на промислових підприємствах дозволяє відмовитися від забору з водойм понад 200 км³ води щороку. Необхідно реалізовувати на практиці гідротехнічне будівництво інженерно-біологічних заходів – регулювання стоку рік з урахуванням природних гідрологічних, екологічних і геоботанічних якостей рік (створення донних порогів, охорона рослинності на берегах та ін.).

Рослинність і навколишнє середовище

Найбільш згубний вплив на рослинність в містах і приміських зонах спричиняють три основних фактори: комплексний вплив урбанізованого середовища (надмірні навантаження на сквери, бульвари, парки); забруднення атмосферного повітря і ґрунтів; рекреаційні навантаження (витоптування, хаотичні проїзди транспорту, створення пожежонебезпечної ситуації, фізичне знищення).

Судити про стан рослинності можна за станом трав'яного покриву, щільності, кольору, приросту чи наявності рослин, наявності властивих для даного кліматичного району представників фауни (найпростіші комахи, птахи).

До заходів щодо охорони рослинності відносять: створення умов максимально наближених до природних (правильний вибір місця розташування зелених насаджень; обґрунтування набору асортименту рослин відповідно до місцевих геоботанічних умов); проведення спеціальних робіт з догляду за рослинами; регламентування відвідування садів та парків, збереження лісів від пожеж і шкідників).

Містобудівні заходи щодо охорони навколишнього середовища

Екологічна безпека міста разом з функціонуванням засобів захисту навколишнього природного середовища забезпечується правовими, організаційними, економічними та соціальними факторами.

Основні законодавчі акти, спрямовані на забезпечення екологічної безпеки це:

- «Закон України про охорону навколишнього середовища», прийнятий 25.06.1991, зі змінами та доповненнями від 05.05.1993, 06.03.1996, 19.11.1997, 05.03.1998 – основний законодавчий акт, який регулює відносини в галузі охорони, використання і відновлення природних ресурсів, їх безпеки, запобігання та ліквідація наслідків впливу господарської та іншої діяльності людини на природне середовище;

- «Закон України про охорону атмосферного повітря», прийнятий 16.10.1992, зі змінами від 28.02.1995 – значною мірою регламентує міські проблеми, тому що підприємства, які шкідливо впливають на повітряний простір розташований переважно в межах міста. Закон встановлює єдині для України нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря (ПДК);

- «Водний кодекс України», прийнятий 06.06.1995 р. – регулює питання водокористування, особливо міськими водними об'єктами, установлює нормативи в галузі використання і охорони вод;

- «Земельний кодекс України», прийнятий 18.12.1990, зі змінами та доповненнями від 13.03 й 26.12.1992, 05.05.1993 р. – передбачає три форми права власності на землю в Україні – державну, колективну і приватну;

- «Кодекс України про надра», прийнятий 27.07.1994 р. – передбачає використання надр для видобутку прісних підземних вод, для будівництва та експлуатації підземних споруд (метрополітенів, каналізації та ін.);

- «Лісовий кодекс України», прийнятий 21.01.1994 р. – відносить ліси населених пунктів, зелені зони навколо населених пунктів і промислових підприємств, ліси зон санітарної охорони лікувально-оздоровчих територій до категорії санітарно-гігієнічних і оздоровчих лісів.

Усі містобудівні рішення (економічні питання, рішення планувальної структури, системи транспорту, культурно-побутового обслуговування, озеленення та ін.) приймають з урахуванням природнокліматичних особливостей регіону, міста, окремої конкретної території, з урахуванням глибокого вивчення даних і прогнозування наслідків використання території з визначеною господарською метою.

Необхідно брати до уваги джерела забруднення в місті; аналіз природних умов, що сприяють нагромадженню і розсіюванню забруднення; районування території за ступенем забруднення середовища; розробку планувальних і технологічних заходів щодо охорони середовища.

Зниження температури повітря можна здійснювати за рахунок посадки дерев і чагарників, фарбування будинків у світлі кольори, скорочення площі асфальтових поверхонь, використання в якості покриття матеріалів із кращими санітарно-гігієнічними показниками.

Екологічна ефективність прийнятих рішень забезпечується:

- • елементами благоустрою у вигляді спеціальних споруд уздовж транспортних магістралей, протидіючих шкідливим впливам з боку магістральних зон (створення протишумових, газових, пилових бар'єрів уздовж транспортних магістралей);

- елементами благоустрою в житлових кварталах у вигляді спеціальних споруд, які створюють екологічний захист від локальних впливів; снігових, шумових, газових, пилових, а також забезпечуючих оптимальний мікроклімат й інсоляцію території, зокрема, дитячих установ, дитячих ігрових майданчиків;

- збереження природних ландшафтів поблизу існуючих водойм, насаджень, рельєфу з максимальним укріпленням контактних ділянок озеленення;

- • виносом за межі дворового простору всіх інженерно-технічних споруд (автостоянок, трансформаторних підстанцій, майданчиків для сміттєзбиральників).

– **2. Міський шум**

До факторів забруднення атмосфери належить підвищений рівень шуму в місті, про негативний вплив якого на здоров'я людини знають з давніх-давен. *Шумом* називають звуки, що порушують наш спокій, викликають почуття роздратування. Звуки природного походження (спів пташок, шурхіт дощу, плескіт хвиль) практично не викликають у людини неприємних відчуттів, а навпаки, заспокоюють і розслаблюють. А звуки техногенного походження часто дратують і можуть шкодити здоров'ю людини. Приблизно 30% міського населення страждає від шуму. Це заважає нормальному сну, відпочинку, знижує працездатність, впливаючи на центральну нервову систему, шум викликає зміни серцевої діяльності, втому організму загалом, підвищує кров'яний тиск, іноді призводить до послаблення слуху.

Між звуком і шумом немає фізичної різниці. Для них існують такі самі закони утворення і поширення. У безповітряному просторі звук не існує і не передається. Для утворення і поширення звуку необхідне матеріальне середовище. У відкритому просторі звук поширюється вільно у всіх напрямках, а звукові хвилі називаються вільними.

Діапазон частот, при яких звук сприймається вухом людини, знаходиться в інтервалі 20-20000 Гц.

Основними джерелами шуму в місті є транспортні засоби, промислові підприємства, побутові прилади, власне, мешканці. Частина перерахованих джерел міського шуму діє безпосередньо на сельбищній території, а частина на її границі. Тому в загальному вигляді джерела шуму поділяють на джерела шуму сельбищної та позасельбищної територій.

На сельбищній території міста найбільш потужні і часто зустрічаються такі джерела: транспортні потоки, рейковий транспорт; деякі промислові і комунально-складські підприємства; залізничні вітки і автостради; стоянки, гаражі, автозаправні станції та станції техобслуговування; танцювальні, концертні майданчики; спортивні, господарські майданчики; трансформаторні підстанції; майданчики для ігор дітей; торговельні майданчики. Крім того, існують джерела шуму й усередині будинків.

Джерела шуму можна поділяються на 2 види: точковий і лінійний. Точковим джерелом шуму є автомобіль, літак, трансформатор, вентиляційна установка, дитячий ігровий майданчик. Лінійним джерелом шуму можна вважати поїзд, що рухається, потік автомобільного транспорту з інтенсивністю руху 5000-6000 автомобілів на годину.

За часом впливу джерела шуму можна поділити на постійні та непостійні. Якщо рівень шуму в часі коливається не більше ніж на 5 дБ, то такий шум вважається постійним. Шум, що переривається паузами (джерело тимчасово не працює), називається переривчастим (непостійним). До непостійних джерел звуку відносяться усі види транспорту.

Основне джерело шуму в місті – це наземний автомобільний та рейковий транспорт. Транспортний шум - це головна складова шумового режиму в місті, що спричинює 80-90% рівня вуличного шуму. Його вплив виходить за межі вулиць і розповсюджується на територіях житлових районів, проникаючи в місця перебування людини. На багатьох вулицях великих міст шум від міського транспорту перевищує допустимий рівень на 25-35 дБА. Найрадикальнішим заходом зниження транспортного шуму є удосконалення транспортних засобів (двигунів, викидних систем, амортизаторів, шин). На сьогодні актуальне поліпшення якості доріг, обмеження руху вантажних автомобілів у житлових районах.

Розрахунковий рівень шуму залежить від швидкості руху транспортного потоку і відсотка вантажного та громадського транспорту в потоці. Виправлення приймаються з урахуванням різних факторів, які можуть впливати на рівень шуму (інтенсивність руху, поздовжній ухил проїзної частини, наявність в потоці транспорту автомобілів з дизельним двигуном, рейкового транспорту, тип дорожнього покриття) та ін.

Шумовий режим в умовах міської забудови має відповідати чинним «Санітарним нормам допустимого шуму в приміщеннях жилих і громадських будівель та на території житлової забудови» № 3077-84; прийнятий: 03-08-1984. Допустимим можна вважати рівень шуму, що не завдає людині прямо чи опосередковано шкоди і неприємного впливу, не знижує її працездатності, не впливає на самопочуття і настрої. Зниження продуктивності праці та захворювання від шкідливого впливу шуму в багатьох країнах стали державною проблемою. Норми рекомендують враховувати характер шуму, тривалість його впливу, місце розташування об'єкта, час доби, застосовуючи виправлення до допустимих рівнів звукового тиску і рівнів звуку. За нормами допустимих рівнів звуку в житлових, громадських та службових приміщеннях, на територіях різного призначення допустимі рівні шуму і еквівалентні рівні шуму (в дБ) приймають для нічного часу, а вдень всі санітарні норми вище на 10 дБ.

Відповідно до санітарних норм, гранично допустимий рівень шуму складає для житлових територій, що прилягають до магістральних вулиць загальноміського значення, швидкісних, вантажних і залізниць становить 55 дба. У зоні акустичного комфорту рівень шуму має бути нижче 45 дба.

Методи вимірювання шуму

У містобудівній практиці виникає необхідність натурального вимірювання шуму в місті для порівняння його з санітарними нормами.

Існують три методи вимірювання шуму: інспекторський – при якому вимірюють рівень гучності; інженерний – вимірює звуковий тиск у визначеній смузі частот і враховується акустична обстановка; спеціальний – визначають звукове поле, тиск у певній смузі частот, акустичну обстановку і порівнюють з дослідженнями в лабораторних умовах.

Прилад для вимірювання рівня гучності звуків і шуму – шумомір. Залежно від методу вимірювань, способу реєстрації вимірювань та інших вимог, шумоміри можуть мати різні конструкції (рис.4.4, 4.5). Для більш складних вимірювань до шумоміру підключають: дозиметр шуму, статистичний аналізатор розподілу, вимірювальний мікрофон (рис.4.6).

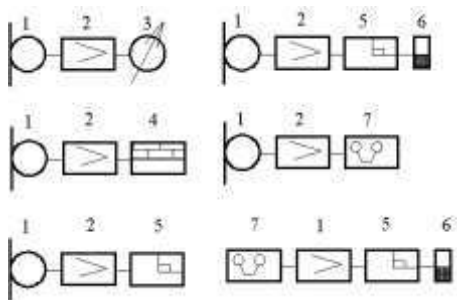


Рис.4 – Блок-схеми шумомірів:

- 1 – вимірювальний мікрофон;
- 2 – шумомір, вимірювальний посилювач, спектрометр;
- 3 – стрілковий індикатор;
- 4 – дозиметр шуму;
- 5 – самописець рівня;
- 6 – статичний аналізатор розподілу;
- 7 – вимірювальний магнітофон

Рис. 5 - ВШ-2000 шумомір цифровий призначений для вимірювання і частотного аналізу досліджуваного акустичного сигналу.

Прилад визначає середній квадратичний рівень звуку та звукового тиску L , еквівалентний рівень $L_{екв}$, рівень звукової експозиції, рівень звуку й звукового тиску в октавних смугах 1/1окт.

Динамічний діапазон не менше 60 дБ.

Діапазон вимірювань - 25-136 дБ (з мікрофоном типу 4190 чи аналогічними).

Частотний діапазон - 10-20000 Гц.

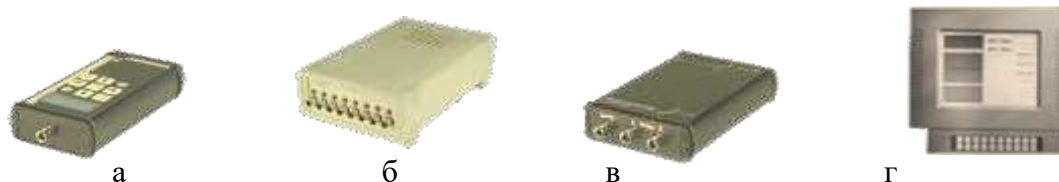


Рис.6 – Аналізатори спектру:

- а) віброметр, шумомір, реєстратор даних. Автономний прилад для вимірювання рівня вібрації і рівня шуму. Вмонтована флеш-пам'ять 2 Гб - ZET 110;
- б) аналізатор спектру звукового діапазону - A17-U8;
- в) портативний аналізатор спектру звукового діапазону - A17-U2;
- г) аналізатор спектру в діапазоні до 2 МГц - A23

Заходи щодо зниження рівнів шуму

Боротьба з шумом в місті має велике значення і ведеться за такими напрямками:

1. в джерелі шуму: конструктивні й адміністративні заходи: створення та застосування малошумних агрегатів, автомобілів, регламентація часу їхньої роботи і місць розташування на території;

2. на шляху розповсюдження шуму в міському середовищі від джерела шуму до об'єкта шумозахисту: містобудівні заходи, пов'язані із застосуванням в проектних рішеннях елементів міського середовища, які сприяють зниженню рівня шуму;

3. на об'єкті шумозахисту: конструктивно-будівельні методи, які забезпечують підвищення звукоізолюючих якостей огорожувальних конструкцій будинків та споруд.

Кожен з цих напрямків має свої обмеження, які потрібно брати до уваги при розробці планів щодо зниження зовнішнього рівня шуму так само, як і врахування техніко-економічних характеристик та витрат часу на розробку та впровадження заходів щодо шумозахисту.

Відомо, що земна поверхня (з травою чи без) знижує рівень шуму на 4 дБА на кожні 100 м. При проектуванні необхідно враховувати рельєф території – чим більший ухил доріг, тим вищий рівень шуму, кожні 2% ухилу підвищують рівень шуму на 1-1,5дБА. Тому позитивний результат дають заходи щодо пом'якшення ухилу доріг. Значно зменшується рівень шуму на територіях, які розташовані на насипу чи у виїмці відносно джерела шуму (рис. 4.12). Велике значення також має тип покриття доріг, наприклад, при асфальтобетонному покритті шум на 6 дБА менше ніж на бруківці.

Основними містобудівними заходами, що сприяють зниженню рівня шуму є:

- збільшення відстані між джерелом шуму й об'єктом, який захищається; застосування акустично непрозорих екранів - укосів, стін будинків,
- застосування спеціальних шумозахисних смуг озеленення;
- різні прийоми планування, раціональне розміщення гучних об'єктів
- і об'єктів мікрорайону, які захищаються, та ін.;
- застосування раціональних прийомів забудови магістральних вулиць;
- максимальне озеленення території мікрорайону і розділових смуг магістральних вулиць;
- використання рельєфу місцевості та ін.

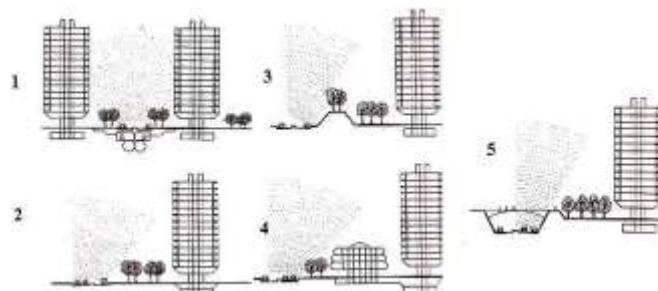


Рис. 7 – Шумозахисні споруди:

- 1 – замкнена рядова забудова уздовж вулиці; 2 – захисна смуга зелених насаджень;
3 – захисні вали і озеленення; 4 – розташування перед забудовою громадських споруд;
5 - транспортні магістралі розташовані у виїмці

Слід також пам'ятати, що від джерела шуму до житлової забудови звук долає певну відстань, зустрічаючи на своєму шляху різні екрануючі перешкоди, зелені насадження чи розповсюджується без перешкод над асфальтом, газоном та ін. Також відомо, що взимку, коли вулиці вкриті снігом, також стає тихіше.

Аеропорти слід розміщувати за межами міста, поза зонами відпочинку. Мінімальна відстань від злітної смуги до межі сільбищної території приймають залежно від класу аеродрому від 1 км до 30 км.

Розробляючи генеральний план міста, слід максимально збільшувати міжмагістральні території та проводити їх зонування з урахуванням із шумового режиму магістралей.

Магістральні вулиці та міські дороги, в тому числі швидкісні з вантажним рухом, необхідно прокладати на достатній відстані від житлової забудови, застосовуючи прийоми озеленення та екранування транспортного потоку за допомогою форм рельєфу. Вздовж магістральних вулиць, де з переважає рух громадського та легкового транспорту можна розташовувати зони торговельних, комунально-побутових і громадських будинків, шумовий режим яких допускає наявність поряд транспортних потоків. Іншу територію в зоні пішохідної досяжності до зупинок громадського транспорту відводять під житлову забудову, за межами цієї зони – сади мікрорайонів, ділянки шкіл.

Планування, забудову і благоустрій житлових мікрорайонів, кварталів, які межують з магістральними вулицями, слід здійснювати відповідно до основних вимог раціонального зонування території.

Шумозахисні зелені насадження

Ефективним захистом від шуму є дуже щільні деревинно-чагарникові насадження, що мають листяний і хвойний покрив

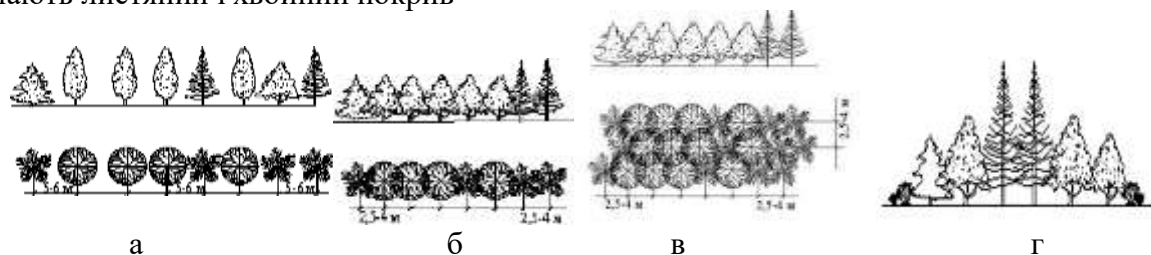


Рис. 8 – Вуличні посадки зелених насаджень:

а) звичайна рядова посадка; б) шумозахисна посадка дерев; в) лінійна «шахова» шумозахисна посадка дерев; г) складна багаторядна смуга дерев з лінійними посадками чагарників на опушці

Зелені насадження у вигляді декоративних посадок, які найчастіше зустрічаються на вулицях міста, не мають шумозахисних властивостей. До шумозахисних насаджень варто висувати наступні вимоги: крони насаджень повинні щільно прилягати одне до одного змикання крон, для цього відстань нормативних посадок зменшують на 30-50%; дерева і чагарники мають бути пишнокронними, швидкозростаючими і мати низький штаб, висота дерев повинна бути не менше 5-8 м; структура насаджень мусить бути складною, тобто багаторядною з розташуванням чагарників під пологом насаджень або на його опушці; при шумозахисних насадженнях з декількох смуг другу і наступні смуги, за відповідних природно-кліматичних умов, рекомендується створювати з хвойних порід, які ефективні для захисту від шуму протягом усього року.

Шумозахисні смуги зелених насаджень можуть складатися з однієї або декількох окремих смуг, розділених між собою просвітами, що не перевищують висоту дерева. Найбільш ефективною є посадка дерев і чагарників у шаховому порядку.

Контрольні питання

1. Що таке навколишнє середовище?
2. З чим пов'язаний максимальний ступінь забруднення повітря в промислових містах?
3. Що таке природні фактори та антропогенні фактори?
4. Вплив природних та антропогенних факторів на навколишнє середовище. Сучасний стан навколишнього середовища.
5. Забруднення атмосфери і заходи щодо її захисту
6. Що відноситься до головних забруднень атмосфери?
7. Заходи щодо охорони атмосфери від забруднення
8. Що є характерним явищем для ґрунтів?
9. Забруднення водойм і заходи щодо їхнього захисту
10. Як вирішуються проблеми очищення водного басейну?
11. Що спричиняє найбільш згубний вплив на рослинність в містах і приміських зонах?
12. За рахунок чого можна знизити температури повітря?
13. Чим забезпечується екологічна ефективність прийнятих рішень?
14. Як поділяють джерела шуму?
15. Від чого залежить розрахунковий рівень шуму?
16. Методи вимірювання шуму
17. Заходи щодо зниження рівнів шуму
18. Які є містобудівні заходи, що сприяють зниженню рівня шуму?
19. Шумозахисні зелені насадження

Використана література

1. ДСТУ Б Д.1.1-7:2013. Правила визначення вартості проектнорозшукувальних робіт та експертизи проектної документації на будівництво / Мінрегіон України. – К., 2013. – 50 с. 2.
2. ДБН А.2.2-3-2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво / Мінрегіон України. – К., 2014. – 36 с
3. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 352 стр.
4. Садило М.В. С 14 Автомобильные дороги: строительство и эксплуатация: учебное пособие/ М.В.Садило, Р.М.Садило.- Ростов н/Д:Феникс,2011.-367с.:ил.,[24]л. ил.-(Высшее образование)
5. Васильев А.П. В191 Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. – Т.1 учебник для студ. высш. учеб. заведений/А.П.Васильев.-М.: Издательский центр «Академия», 2010.-320с.
6. Васильев А.П. В191 Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. – Т.2 учебник для студ. высш. учеб. заведений/А.П.Васильев.-М.: Издательский центр «Академия», 2010.-320с. ISBN 978-5-7695-5344-8
7. Піндус Б. І. П Проектування автомобільнихдоріг: навч. посібник / Б. І. Піндус, В. В. Гончаренко. – Горлівка: АДІ ДВНЗ ДонНТУ, 2013. – 2 с.
8. Степура В. С. С 796 Основы эксплуатации автомобильных дорог і аеродромів : навч. посіб. / В. С. Степура, А. О. Белятинський, Н. В. Кужель. — К. : НАУ, 2013. — 204 с. ISBN 978-966-598-833-5

* вся використана література знаходиться у вільному доступі електронній мережі Internet

Навчальне видання

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ ТА ІНФРАСТРУКТУРА

Методичні вказівки
до проведення практичних занять

Автор-укладач:

КУТЬЯ Олесь Валеріївна

Комп'ютерний набір та верстка: О. В. Кутья

Формат 60x84/16.

Гарнітура Times New Roman

Папір для цифрового друку.

Друк ризографічний. Ум. друк. арк.2,1

Наклад пр.

Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44