

**Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування**

М. Т. Кузло, В. В. Альтман

**ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ
РОБІТ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ**

Навчальний посібник

Рівне – 2026

УДК 625.7/.8

К89

Рецензенти:

Кочкаръов Д. В., д.т.н., професор Національного університету водного господарства та природокористування, м. Рівне;

Дубик О. М., к.т.н., доцент Державного університету «Державний університет «Київський авіаційний інститут»», м. Київ.

Рекомендовано Вченою радою Національного університету водного господарства та природокористування.

Протокол № 4 від 24 квітня 2026 р.

Кузло М. Т., Альтман В. В.

К89 Технологія ремонтно-відновлювальних робіт на автомобільних дорогах : навч. посіб. – Рівне : НУВГП, 2026. – 172 с.

ISBN 978-966-327-686-1

Викладено види ремонтних робіт на автомобільних дорогах. Наведено машини та механізми для ремонту дорожнього покриття, технології ремонтно-відновлювальних робіт асфальтобетонних покриттів, застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях, ущільнення асфальтобетонних сумішів.

УДК 625.7/.8

ISBN 978-966-327-686-1

© М. Т. Кузло, В. В. Альтман, 2026

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2026

Зміст

Передмова	7
1. Класифікація ремонтних робіт на автомобільних дорогах.....	10
1.1. Види ремонтних робіт на автомобільних дорогах.....	10
1.2. Роботи з капітального ремонту автомобільних доріг...	11
1.3. Роботи з поточного ремонту автомобільних доріг.....	15
1.3.1. Поточний середній ремонт.....	15
1.3.2. Поточний дрібний ремонт.....	19
1.4. Планування дорожньо-ремонтних робіт на основі результатів діагностики і оцінки стану автомобільної дороги.....	21
2. Машини та механізми для проведення ремонтних робіт	25
2.1. Машини та механізми для ремонту дорожнього покриття.....	25
2.1.1. Ремонтер струйно-ін'єкційний KOBIT TURBO 5000 ELEFANT.....	25
2.1.2. Ямковий ремонтер з пневмонабризгом MADROG MPA6.5W.....	27
2.1.3. Машина дорожня комбінована УЯР-1 для ямкового ремонту доріг.....	29
2.1.4. Котки.....	30
2.1.5. Екскаватори	34
2.1.6. Гудронатори.....	36
2.2. Машини та механізми для поверхневої обробки.....	37
2.2.1. Бітумощебнерозподільник KD 3D	39
2.2.2. Щебенорозподільник причіпний MADROG DRG 3.....	40
2.3. Машини і механізми для рециркулювання та відновлення покриття.....	42
2.3.1. Рециклер асфальту HDD RoLLex RCA-1200.....	45
2.3.2. Обладнання для холодного та гарячого ресайклінгу.....	49
2.4. Термоси для асфальту	51
2.4.1. Термос для асфальту HDD RoLLex Thermo Asphalt 9000 Basic.....	53
2.4.2. Термос для асфальту HDD RoLLex Thermo Asphalt 9000 HS Premium.....	54
2.4.3. Кохер для литого асфальту MADROG MK 4500.....	55

2.5.	Укладачі узбіччь.....	57
2.5.1.	Укладач узбічч з системою нівелювання MADROG....	59
2.6.	Бульдозери.....	61
2.7.	Екскаватори-планувальники.....	62
2.8.	Мульчери	64
2.8.1.	Мульчер РТ-400.....	67
2.8.2.	Мульчер РТ-475.....	68
2.9.	Компактори.....	68
3.	Технології ремонтно-відновлювальних робіт асфальтобетонних покриттів	70
3.1.	Загальна характеристика ресайклінгу дорожніх покриттів.....	70
3.2.	Технології холодного ресайклінгу дорожніх одягів.....	71
3.2.1.	Види і характеристика холодного ресайклінгу.....	73
3.2.2.	Ресайклінг із застосуванням мінеральних в'язучих.....	76
3.2.3.	Ресайклінг із застосуванням органічних в'язучих.....	82
3.2.4.	Ресайклінг із застосуванням комбінованих в'язучих...	83
3.3.	Технології гарячого ресайклінгу дорожніх покриттів...	85
3.3.1.	Ресайклінг на асфальтобетонному заводі.....	85
3.4.	Технологія інфрачервоної регенерації асфальтобетону.	89
3.5.	Струменево-ін'єкційна технологія ремонту.....	93
3.6.	Технологія ремонту асфальтобетонних покриттів із застосуванням холодного асфальтобетону.....	98
3.7.	Ремонт тріщин на дорожньому покритті	101
3.8.	Поверхнева обробка дорожнього покриття.....	110
3.8.1.	Технологія виконання робіт способом поверхневої обробки.....	111
4.	Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях	114
4.1.	Обґрунтовання застосування геотекстилю у дорожньому будівництві.....	118
4.2.	Технологія укладання геотекстилю на ґрунтову основу.	123
5.	Ущільнення асфальтобетону.....	127
5.1.	Основні принципи ущільнення асфальтобетону.....	127
5.1.1.	Принципи ущільнення.....	127
5.1.2.	Вплив складу суміші на ущільнення.....	127

5.1.3.	Вплив температури асфальтобетонної суміші на її ущільнення.....	129
5.2.	Способи ущільнення.....	130
5.2.1.	Початкове ущільнення з допомогою асфальтоукладальника.....	130
5.2.2.	Статичне ущільнення.....	131
5.2.3.	Віброущільнення.....	132
5.2.4.	Ущільнення котками, що обладнані автоматизованою системою контролю ступеня ущільнення ASPHALT MANAGER.....	133
5.3.	Обладнання для ущільнення.....	135
5.3.1.	Ручне обладнання для ущільнення.....	135
5.3.2.	Легкі тандемні котки.....	137
5.3.3.	Комбіновані котки.....	138
5.3.4.	Пневмоколісні котки.....	138
5.3.5.	Тандемні котки з шарнірно-з'єднувальною рамою.....	140
5.3.6.	Тандемні котки з керуючими вальцями.....	141
5.4.	Обладнання тандемних і комбінованих котків.....	143
5.4.1.	Обладнання для ущільнення і обрізання країв покриття.....	143
5.4.2.	Щебеневі розподільвачі.....	147
5.4.3.	Визначення показників продуктивності котків.....	148
5.5.	Схеми ущільнення.....	151
5.5.1.	Схема ущільнення асфальтобетонного покриття при роботі одного асфальтоукладальника.....	151
5.5.2.	Схема ущільнення асфальтобетонного покриття при роботі двох асфальтоукладальників.....	151
5.5.3.	Ущільнення асфальтобетону тільки з допомогою тандемних котків.....	152
5.5.4.	Ущільнення асфальтобетону з допомогою пневмоколісних і тандемних котків.....	153
5.5.5.	Ущільнення швів і стиків.....	155
5.5.6.	Рекомендації з технології ущільнення асфальтобетонного покриття.....	157
5.5.7.	Основні правила ущільнення асфальтобетонної суміші..	162
6.	Застосування литих холодних сумішів для ремонтно-відновлювальних робіт автомобільних доріг.....	163

6.1.	Визначення, класифікація та сфера застосування литих холодних сумішів.....	163
6.2.	Технологія приготування та укладання литих холодних сумішів.....	165
	Список використаних джерел.....	172

Передмова

Дорожня галузь – єдина промислова галузь, що не виробляє продукт, який можна продати чи обміняти. Але її місце в народному господарстві країни важко переоцінити, тому що автомобільні дороги – це життєві артерії країни, що дають життя містам і селам, фермам і хуторам, великим і малим підприємствам, як всередині країни, так і за її межами. Автодорожній комплекс є важливою і невід'ємною частиною всієї транспортної системи України, на яку покладено задачу створити необхідні загальні умови для реалізації господарчих і виробничих зв'язків, що вже склалися або тільки народжуються, ефективні концентрації та спеціалізації виробництва, які обумовлені об'єктивними законами розвитку ринку.

За останні двадцять років кількість автомобілів на дорогах країни зросла в 5 разів, втричі зросла кількість пасажирських перевезень. Зараз в Україні налічується близько 14 млн автомобілів, тобто на кожні 3–4 чоловік приходить один автомобіль, і кількість їх інтенсивно зростає. Це вимагає проведення інтенсивної роботи з удосконалення існуючої дорожньої мережі країни.

Всі зусилля дорожньої служби повинні бути спрямовані на забезпечення необхідних техніко-економічних і транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг. Виконання цієї вимоги можливе тільки у разі належним чином з проєктованих технологій ремонтів та утримання доріг, організації забезпечення технологічних процесів та їх контролю. При цьому розробка і організація технологічних процесів повинна базуватись на наступних основних принципах.

1. Комплекс робіт з ремонтів та утримання доріг повинен забезпечувати підтримування заданих транспортно-експлуатаційних показників доріг і дорожніх споруд. Розробка

і реалізація інших комплексів робіт, не здатних виконувати цю умову, повинні вважатись недоцільними.

2. Дорожньо-ремонтні заходи повинні проводитись своєчасно, обов'язково у тому обсязі, який необхідний. Недотримання цієї вимоги зумовлює суттєве зниження ефективності використовуваних ресурсів. Треба завжди пам'ятати, що для забезпечення ефективності ресурси повинні вкладатись тоді, коли треба, туди, куди треба, і стільки, скільки треба.

3. Роботи з ремонтів і утримання доріг повинні проводитись виключно у планово-попереджувальному порядку і по можливості ніколи – по принципу «швидкої допомоги». Не потребує доказів той факт, що вартість попереджувальних ремонтних робіт завжди набагато нижча від вартості робіт з ліквідації допущених руйнувань дорожніх конструкцій.

4. Роботи з ремонтів і утримання автомобільних доріг повинні проводитись в строго установлені строки у відповідності з їх видом. Порушення цих строків в сторону їх збільшення тягнуть за собою неоправдане суттєве зростання збитків на автотранспортному процесі внаслідок роботи рухомого складу в несприятливих транспортних умовах. Тому дуже важливо починати виконання ремонтно-експлуатаційних робіт тільки після забезпечення відповідних технологічних процесів.

Структура ремонтно-експлуатаційних робіт і технологічні процеси з їх реалізації повинні прийматися на основі відповідних техніко-економічних обґрунтувань. При цьому критерієм відбору повинен бути прибуток суспільства від виконуваних робіт. Використання локальних критеріїв допускається тільки в особливих випадках.

Всі ремонтно-експлуатаційні заходи необхідно виконувати так, щоб по можливості не порушувати рух транспортних засобів в зоні ділянки дороги, що ремонтується.

Значна кількість ремонтно-експлуатаційних робіт з утримання і ремонтів дороги може виконуватися із забезпеченням руху на дорозі; у цьому випадку треба передбачувати заходи, які сприяли б збереженню режимів руху, що склалися на дорозі. При виконанні робіт, при яких збереження руху по дорозі неможливе, необхідно влаштовувати об'їзди так, щоб зниження швидкостей руху автомобілів на них було мінімальним.

Ремонти і утримання автомобільних доріг повинні здійснюватися з використанням передових технологій і методів організації робіт, які забезпечують високу якість робіт і необхідну довговічність ремонтів, комплексну механізацію процесів, високу продуктивність праці і низьку вартість робіт. Прийнята технологія та організація робіт повинна забезпечувати досягнення високих техніко-економічних показників як дорожніх робіт, так і роботи дорожньо-транспортної системи в цілому.

Всі роботи з ремонтів і утримання доріг повинні виконуватися з урахуванням вимог екології і охорони праці.

1. Класифікація ремонтних робіт на автомобільних дорогах

1.1. Види ремонтних робіт на автомобільних дорогах

Відповідно до ГБН Г.1-218-182:2011 [1] розрізняють такі види ремонтів та перелік робіт на автомобільних дорогах: капітальний ремонт; поточний ремонт, що поділяється на середній та дрібний.

Реконструкція – запланований обсяг робіт з підвищенням категорії дороги та комплексного відновлення і підвищення транспортно-експлуатаційних характеристик автомобільних доріг і інженерних споруд з урахуванням зростання інтенсивності руху та значення доріг.

Капітальний ремонт – запланований обсяг робіт без підвищення категорії дороги з комплексного відновлення чи підвищення транспортно-експлуатаційних характеристик автомобільних доріг і інженерних споруд або приведення геометричних параметрів і технічних характеристик окремих елементів, з врахуванням зростання інтенсивності руху та осьових навантажень, до діючих нормативних вимог з урахуванням категорій і значення доріг.

Поточний дрібний ремонт – підтримання транспортно-експлуатаційних характеристик автомобільних доріг шляхом усунення незначних пошкоджень окремих елементів дороги, що виникли в процесі експлуатації.

Поточний середній ремонт – відновлення необхідних транспортно-експлуатаційних показників проїзної частини (рівності та шорсткості покриттів шляхом влаштування поверхневих обробок, тонкошарових покриттів або інших шарів зносу), виправлення незначних пошкоджень окремих елементів автомобільної дороги (земляного полотна, укосів виїмок та насипів, водовідведення, штучних споруд та інших) і доведення елементів облаштування до нормативних вимог.

Ремонти направлені на забезпечення споживчих властивостей автомобільних доріг – сукупності транспортно-експлуатаційних показників, що безпосередньо відповідають інтересам користувачів та чинним нормам згідно із Законами України «Про автомобільні дороги», «Про автомобільний транспорт», «Про дорожній рух» та Постанови Кабінету Міністрів України «Про правила дорожнього руху».

Вид ремонту, склад і обсяги робіт на кожній ділянці дороги, окремі дорожній споруді або елементу дороги встановлюють на підставі результатів діагностики й оцінки їхнього фактичного стану, інженерних вишукувань, випробувань і обстежень, які зафіксовані в дефектних актах та інших документах, з врахуванням міжремонтних строків експлуатації дорожніх одягів та покриттів на автомобільних дорогах загального користування згідно з ВБН Г.1-218-050 [2].

1.2. Роботи із капітального ремонту автомобільних доріг

Критерієм для призначення капітального ремонту є такий транспортно-експлуатаційний стан дороги, який не задовольняє вимогам міцності дорожньої конструкції (дорожній одяг та земляне полотно) та /або безпеки дорожнього руху відповідно до чинних нормативно-технічних документів.

Капітальний ремонт необхідно виконувати комплексно на всіх спорудах і елементах дороги, що ремонтуються. При відповідному обґрунтуванні допускається проведення вибіркового капітального ремонту окремих ділянок і елементів дороги, а також дорожніх споруд (капітальний ремонт мостів, переправ, споруд дорожньої служби тощо).

Роботи на земляному полотні:

- виправлення земляного полотна у плані, поздовжньому і поперечному профілях; усунення руйнувань, що виникли

внаслідок недостатнього водовідведення, стихійних лих або зсувних процесів;

- влаштування дренажів, ізолюючих прошарків; укріплення укосів та інші роботи, що забезпечують стійкість земляного полотна;

- відновлення діючих та влаштування нових споруд водовідведення, захист берегової лінії, зливової каналізації;

- влаштування земляного полотна та водовідведення на розширеннях для додаткових смуг руху, перехідно-швидкісних смуг, майданчиках для зупинки і стоянки транспортних засобів, на перехрещеннях (у тому числі у різних рівнях), майданчиках відпочинку, під'їзних автомобільних дорогах (під'їздах) до розв'язок, об'єктів дорожньо-експлуатаційних служб, об'єктів сервісу, діючих прикордонних пунктів і пунктів пропуску, ґрунтових, піщаних кар'єрів та на об'їзних дорогах, що ремонтуються;

- розкриття виїмок для забезпечення видимості на кривих у плані;

- доведення геометричних параметрів земляного полотна до нормативних вимог;

- рекультивація земель, що використовувались як ґрунтови та піщані кар'єри, а також при розміщенні елементів дороги, споруд при прокладанні за новим напрямком;

- влаштування та відновлення укріплення розділювальних смуг, укосів і узбіч земляного полотна.

Роботи на дорожньому одязі:

- підсилення (з вирівнюванням поздовжнього та поперечного профілів) або влаштування нового дорожнього одягу окремими ділянками в місцях розширення проїзної частини, виправлення і перебудови земляного полотна; на перехрещеннях (у тому числі у різних рівнях), примиканнях, віднесених лівоповоротних з'їздах, перехідно-швидкісних смугах, додаткових смугах руху, під'їздах до пунктів пропуску, залізничних переїздів, на тротуарах, пішохідних і

велосипедних доріжках, окремих переїздах, з'їздах, майданчиках для зупинки і стоянки транспортних засобів, майданчиках відпочинку, набережних, на об'їзних дорогах при ремонті основних доріг, під'їзних автомобільних дорогах до об'єктів дорожньо-експлуатаційних служб та інших об'єктів, які знаходяться на балансі дорожніх організацій (об'єктів сервісу, виробничих баз, визначних пам'яток, паромних переправ), до ґрунтових та піщаних кар'єрів;

- встановлення бортових каменів і влаштування укріплених смуг по крайках покриттів;

- ліквідація колій глибиною більш 40 мм із заміною нестабільних шарів дорожнього одягу методами фрезерування і ресайклінгу (регенерації) на ширину однієї або кількох смуг руху або на всю ширину покриття з укладанням одного чи декількох шарів асфальтобетону та вирівнюванням поперечного і поздовжнього профілів;

- поновлення профілю щєбєневих, гравійних покриттів з додаванням кам'яних матеріалів більше 500 м³ на один кілометр;

- влаштування і ремонт віражів на горизонтальних кривих;

- перемощування бруківок з повною чи частковою заміною піщаної основи або влаштування інших покриттів з використанням старих бруківок (понад 50 % загальної площі) як основи;

- влаштування тротуарів;

- укріплення узбіч;

- влаштування з'їздів, віднесених лівих поворотів, смуг очікування для розвороту автотранспорту, стоянки автомобілів та місць відпочинку, а також перехідно-швидкісних смуг.

Штучні споруди:

- підсилення, поширення мостів з доведенням їх габаритів та/або вантажопідйомності до нормативних;

- влаштування надземних та підземних пішохідних переходів;

- заміна, відбудова та підсилення опор, торкретування поверхні, відновлення облицювання масивних опор, цементация кам'яної кладки, заміна дренажу, ліквідація місцевих розмивів біля опор;

- поновлення, підсилення, заміна елементів прогонових будов і опорних частин (заміна пошкоджених елементів поясів і ферм металевих прогонів, заміна балок прогонових будов, заміна опорних частин тощо), встановлення їх в проектне положення;

- заміна та влаштування огорожень;

- заміна та влаштування тротуарних блоків;

- заміна та влаштування гідроізоляції та покриття проїзної частини;

- заміна та влаштування перехідних плит сполучення мосту з насипом, в тому числі з відновленням дренажної засипки;

- відновлення і влаштування підпірних стін, протилавинних галерей, захисних укріплень, регуляційних споруд тощо;

- поновлення, влаштування системи водовідведення;

- ремонт і влаштування тунелів, галерей та протилавинних споруд (облаштування, гідроізоляція, водовідвід тощо);

- заміна та поширення водопропускних труб;

- заміна малих мостів на труби.

Тунелі:

- посилення, часткова заміна (до 25%) тубінгів, відновлення гідроізоляції, системи вентиляції, освітлення, штолень для освітлення і захисту від ґрунтових вод тунелів;

- посилення порталів;

- відновлення дорожнього одягу з відновленням (заміною) водовідвідних лотків тощо.

1.3. Роботи з поточного ремонту автомобільних доріг

1.3.1. Поточний середній ремонт

Поточний середній ремонт виконується комплексно відповідно до проектно-кошторисної або кошторисної документації, яка складається на підставі дефектного акту або матеріалів інженерних вишукувань чи обстежень та затверджується замовником.

При поточному середньому ремонті **земляного полотна і водовідведення** виконуються наступні роботи:

- усунення зсувів, окремих пошкоджень земляного полотна та укосів виїмок, дренажних та водовідвідних споруд, розчищення та укріплення підвідних і відвідних русел біля мостів і труб;

- влаштування дренажів;

- влаштування земляного полотна для додаткових смуг руху, у т.ч. перехідно-швидкісних;

- влаштування укріплення узбіч, укосів виїмок та насипів земляного полотна;

- відновлення водовідведення на перехрещеннях і примиканнях, майданчиках для зупинки, стоянках автомобілів, під'їзних дорогах до об'єктів дорожньо-експлуатаційної служби, визначних місць, поромних переправ тощо;

- доведення геометричних параметрів укосів насипів та виїмок до нормативних вимог;

- влаштування ґрунтових банкетів і бERM для захисту укосів від розмивів і для затримки принесеного снігу;

- рекультивація земель, що використовувалися під тимчасові під'їзні автомобільні дороги і майданчики для складування матеріалів.

Основні роботи при поточному середньому ремонті **дорожнього одягу та покриття:**

- влаштування тонкошарових покриттів з емульсійно-мінеральних та асфальтобетонних сумішей поверх існуючих дорожніх одягів (у тому числі із вирівнюванням поздовжнього та поперечного профілю);

- влаштування поверхневих обробок та інших шарів зносу для підвищення шорсткості, поліпшення рівності покриттів (у тому числі із вирівнюванням поздовжнього та поперечного профілю);

- ремонт та відновлення зношених верхніх шарів цементобетонних, асфальтобетонних та інших покриттів, у тому числі за технологією ресайклінгу (регенерації) та профілювання;

- відновлення профілю і посилення окремих ділянок проїзної частини щебених, гравійних і ґрунтових доріг з додаванням місцевих дорожньо-будівельних матеріалів: щебеню, гравію, шлаку, кам'яних висівок тощо - до 500 м³ на 1 км;

- суцільний ремонт дорожніх покриттів окремих ділянок доріг, в тому числі з фрезеруванням (на глибину до 45 мм), регенерацією і профілюванням та влаштуванням шарів зносу покриття дорожнього одягу;

- розбирання покриття та основ, що втратили несучу здатність в результаті впливу стихійного лиха (повінь, злива, зсув ґрунту) з повним відновленням конструкцій дорожніх одягів.

- влаштування дорожнього одягу та покриттів на додаткових смугах руху (у тому числі на перехідно-швидкісних смугах), з'їздах, автобусних зупинках та майданчиках для зупинки транспортних засобів;

- влаштування та ремонт віражів;

- влаштування та відновлення бортових каменів та укріплених смуг по краяхах удосконалених покриттів на ділянках автомобільних доріг, що ремонтуються;

- влаштування вирівнювальних та тріщиноперериваючих шарів і конструктивів для ліквідації колійності, просадок, тріщин та інших деформацій;

- влаштування та ремонт з'їздів, місцевих проїздів та в'їздів у двори;

- влаштування нижніх, вирівнювальних та верхніх шарів покриття на підходах до штучних споруд (мости, труби, тощо).

Роботи поточного середнього ремонту **штучних споруд** (мости, водопропускні труби, дорожні пристрої та облаштування доріг).

Мости – ремонт, підсилення, відновлення або заміна:

- захисних, укріплюючих і регуляційних споруд;

- упору в основі конусів і дамб;

- укріплень укосів, сходів;

- перехідних плит;

- тіла опор влаштування «оболонок» опор, «поясів балок» укісних та шафових стінок;

- деформаційних швів;

- монолітної плити, гідроізоляції проїзної частини та тротуарів;

- покриття проїзної частини та тротуарів;

- водовідвідних систем, водовідвідних трубок;

- пошкоджених елементів металевих прогонових будов;

- балок та плит залізобетонних прогонових будов;

- опорних частин;

- влаштування шару зносу проїзної частини з ремонтом деформаційних швів;

- торкретування поверхні елементів мостів;

- перевлаштування водопропускних труб, що зруйновані повинню чи з метою попередження таких руйнувань.

Водопропускні труби:

- влаштування, подовження, заміна труб або їх окремих ланок.

Дорожні пристрої та облаштування доріг:

- архітектурне та художнє оформлення розв'язок, автобусних зупинок, інших об'єктів;
- влаштування та ремонт тротуарів, велосипедних доріжок, майданчиків для вагового та габаритного контролю;
- влаштування, ремонт та відновлення протилавинних засобів, підпірних стін;
- влаштування, ремонт, облаштування автобусних зупинок, з'їздів, автопавільйонів, туалетів, малих архітектурних форм, посадкових майданчиків, майданчиків відпочинку та стоянки транспорту;
- влаштування, відновлення, із заміною окремих елементів, та ремонт існуючого освітлення на окремих ділянках доріг;
- вирубка та посадка зелених насаджень;
- влаштування та заміна дорожніх, мостових та пішохідних огорожень протяжністю на окремій ділянці дороги до 1000 м;
- відновлення або нанесення нової вертикальної та горизонтальної розмітки;
- ремонт і влаштування огорожень;
- встановлення та заміна дорожніх знаків, напрямних пристроїв, знаків індивідуального проектування на окремих маршрутах;
- влаштування, ремонт та заміна окремих елементів та систем моніторингу за станом доріг та умовами руху;
- встановлення та демонтаж технічних засобів організації дорожнього руху та світлофорних об'єктів на автомобільних дорогах, в тому числі в місцях концентрації ДТП, пішохідних переходах, транспортних розв'язках, кривих тощо.

1.3.2. Поточний дрібний ремонт

Земляне полотно і водовідведення:

- ліквідація неорганізованих з'їздів;
- укріплення стінок і дна водовідвідних каналів на ділянках, що піддаються розмиву;
- ліквідація незначних деформацій і руйнувань земляного полотна;
- ремонт пошкоджених елементів водовідвідних споруд, захисних укріплень та регуляційних споруд;
- розчистка обвалів, зсувів, селевих виносів, осипів та каменепадів;
- роботи з ліквідації здимань дорожнього одягу.

Дорожній одяг та покриття:

- розшивка та герметизація тріщин та швів на покриттях;
- поновлення профілю щебневих, гравійних покриттів з додаванням до 50 % товщини шару нових матеріалів;
- перемощення окремих ділянок бруківки (до 50 % загальної площі ділянки);
- влаштування тротуарів і велосипедних доріжок протяжністю до 1000 м; заміна окремих плит цементобетонних покриттів;
- відновлення окремих бортових каменів та укріплених смуг по крайках покриттів;
- влаштування та ремонт укріплених узбіч;
- розбирання покриття та основ, що втратили несучу здатність в результаті впливу стихійного лиха (повінь, злива, зсув ґрунту) з повним відновленням конструкцій дорожніх одягів площею до 1000 м² на 1 км дороги;
- заміна конструкції дорожнього одягу із зміною поздовжнього профілю земляного полотна для забезпечення водовідведення;
- ремонт пошкоджень, руйнувань та деформацій покриття проїзної частини доріг (просідання, колійність, вибоїни, тріщини, здимання тощо).

Мости:

- фарбування з видаленням продуктів корозії, зачищенням металу окремих елементів прогонових будов і нанесенням ґрунтовки;
- ремонт та заміна окремих тротуарних блоків, бортових каменів, огорожень та оглядових пристроїв.

Тунелі:

- облаштування, поновлення гідроізоляції, водовідведення, влаштування штольнь, свердловин для відведення ґрунтових вод.

Труби:

- ремонт оголовків;
- виправлення ізоляції і стиків труб;
- виправлення просідань, інших деформацій, відновлення укріплень тощо.

Дорожні пристрої та облаштування доріг:

- фарбування елементів облаштування автомобільних доріг;
- влаштування майданчиків для приготування і складування матеріалів;
- облаштування джерел питної води;
- ремонт елементів дорожнього освітлення;
- ремонт елементів дорожнього освітлення, пошкоджених елементів огорожень;
- ліквідація неорганізованих з'їздів.

Організація та безпека дорожнього руху:

- встановлення і заміна дорожніх знаків, напрямних пристроїв, знаків індивідуального проектування на окремих ділянках;
- ремонт автоматизованих систем моніторингу, управління рухом та станом покриття, лічильників, метеостанцій, світлофорів та інших елементів інформаційного забезпечення;

- ремонт покриття зупинок громадського автотранспорту, посадкових майданчиків, майданчиків відпочинку, стоянок автотранспорту;

- ремонт та відновлення елементів дорожнього освітлення пошкоджених несприятливими погодними умовами та в результаті дорожньо-транспортних пригод.

1.4. Планування дорожньо-ремонтних робіт на основі результатів діагностики і оцінки стану автомобільної дороги

Загальний підхід до призначення дорожньо-ремонтних робіт передбачає визначення необхідності проведення ремонтних заходів у залежності від наявності відхилення фактичних значень параметрів і характеристик конструктивних елементів на кожній характерній ділянці автомобільної дороги.

Характерною ділянкою автомобільної дороги є ділянка, на якій вимірюючи параметри не змінні або змінюються у заданих допустимих межах. Необхідність виконання тої або іншої роботи визначається за ступенем відхилення фактичного стану оцінюючого параметру від значень, що встановлені нормативними документами.

Призначення ремонтно-відновлювальних заходів виконується в декілька етапів.

На першому етапі визначається повна необхідність у проведенні дорожніх робіт і необхідний об'єм їх виконання.

На другому етапі проводиться аналіз необхідних видів робіт на характерній ділянці і виконується поглинання більш ємкої роботи менше ємких робіт.

Найбільш ємкими роботами є роботи із збільшення повздовжніх ухилів. Ці роботи поглинають інші роботи, що призначені на характерній ділянці. Роботи із зміною параметрів поперечного профілю земляного полотна (роботи

із збільшенням ширини проїзної частини, ширини узбіччя, ширини роздільної смуги) не поглинають одна одну. Роботи, що пов'язані із зміною показників дорожнього одягу і покриття проїзної частини, мають наступну ієрархію поглинання від більш ємкої роботи до менш ємкої: переобладнання, підсилення, вирівнювання, ліквідація колійності, збільшення зцепних властивостей покриття.

Якщо на одній ділянці одночасно необхідно виконувати декілька робіт, то визначальною роботою призначається більш ємка робота.

На третьому етапі проводиться укрупнення одиничних ділянок, на яких призначені роботи, з метою забезпечення технічної доцільності виконання різних видів дорожніх робіт (оптимізація за критерієм протяжності ділянок робіт). Даний етап необхідний для виключення із плану робіт ділянок з малою протяжністю, виконання робіт на яких недоцільно.

Укрупнення ділянок на яких необхідно виконання комплексу ремонтно-відновлювальних заходів, реалізується у декілька етапів, на кожному з яких проходить поглинання одних видів робіт іншими наперед заданими правилами.

1 етап. Об'єднання ділянок, на яких призначені роботи зі зміною параметрів поперечного профілю земляного полотна.

Роботи зі зміною параметрів поперечного профілю земляного полотна (роботи із збільшенням ширини проїзної частини, ширини узбіччя, ширини роздільної смуги), розглядаються сукупно, тобто якщо на певній ділянці призначені роботи із розширенням проїзної частини, а на сусідній ділянці роботи з розширення лівого узбіччя, то це рахується одною ділянкою, на якій призначені роботи із зміною параметрів поперечного профілю земляного полотна. Якщо між двома ділянками, на яких призначені роботи зі зміною поперечного профілю земляного полотна, відстань менша допустимої протяжності розриву між ділянками робіт, що встановлена користувачем, то такі ділянки об'єднуються.

Якщо протяжність ділянок, на яких призначені роботи із зміною параметрів поперечного профілю земляного полотна менше величини, що встановлена користувачем, то дана ділянка переводиться в розряд ділянок, на яких не призначені роботи.

2 етап. Пошук розривів між ділянками робіт, на яких призначені роботи, що пов'язані зі зміною транспортно-експлуатаційного стану покриття проїзної частини або несучої здатності дорожнього одягу.

Ділянка, на якій не призначено жодна робота, розглядається як розрив. Якщо протяжність ділянки розриву більша або рівна встановленої величини користувачем, то з такими ділянками ніяких дій не проводять. Якщо протяжність ділянки розриву менше встановленої користувачем величини, то така ділянка приєднується до сусідньої ділянки, на якій призначена яка-небудь робота. Якщо на пройдений і наступний ділянці призначені різні роботи, то така ділянка приєднується до менш важливої роботи. Якщо ділянка яка розглядається є початковою, то вона приєднується до слідкуючої ділянки, якщо кінцева – то до пройденої. Якщо на пройдений і наступний ділянці призначена одна і та ж робота, то всі три ділянки об'єднуються в одну.

3 етап. Об'єднання ділянок, на яких призначена робота із збільшенням зцепних властивостей покриття.

Для планування видів і об'ємів робіт на основі аналізу результатів оцінки параметрів і характеристик доріг необхідні наступні дані:

- місце розміщення населеного пункту;
- величина радіуса кривої у плані;
- довжина кривої у плані;
- кут повороту;
- рельєф місцевості;
- категорія автомобільної дороги;
- ширина проїзної частини;

- ширина лівого і правого узбіччя;
- ширина роздільної смуги;
- наявність огороження і роздільної смуги;
- величина повздовжнього одягу;
- тип дорожнього одягу;
- коефіцієнт запасу міцності дорожнього одягу;
- фактичний модуль пружності;
- необхідний модуль пружності;
- значення показника повздовжньої рівності проїзної частини;
- тип приладу вимірювання рівності;
- глибина колії;
- величина коефіцієнта зчеплення.

2. Машини та механізми для проведення ремонтних робіт

2.1. Машини та механізми для ремонту дорожнього покриття

2.1.1. Ремонтер струйно-ін'єкційний KOBIT TURBO 5000 ELEFANT



Рис. 2.1. Установа для ямкового ремонту доріг TURBO 5000 ELEFANT

Установа для ямкового ремонту доріг TURBO 5000 ELEFANT (рис. 2.1) від чеської компанії KOBIT, використовується для ремонту дорожнього полотна, загортання вибоїв та дорожніх швів, ямкового ремонту струменево-ін'єкційним (інжекторним) методом. Ремонтер подає велику кількість повітря під тиском, який видуває і чистить поверхню, що ремонтується, і доставляє на поверхню необхідну кількість холодної суміші. Основними складовими

надбудови є повітродувка, бак для емульсії (з підігрівом вмісту), бункер для щебню, технологічні контури емульсії та води. Кількість повітря, а тим самим розкид та втрати при роботі регулюються безпосередньо на робочому місці. KOBIT TURBO 5000 ELEFANT відрізняється від інших типів машин TURBO розміщенням робочого важеля на передній затискній плиті.

Покроковий процес роботи ремонтера KOBIT TURBO 5000 ELEFANT виглядає так:

- на першому етапі відбувається очищення вибоїн струменем напірного потоку повітря;
- потім в повітряний потік впорскується (під встановленим тиском) емульсія, яка, надходячи на поверхню, проникає у всі тріщини і пори пошкодженої поверхні;
- далі в суміш повітря і емульсії додається необхідна кількість щебню, який поступово, разом з емульсією, заповнює простір, що ремонтується;
- ділянка, що ремонтується, посипається сухим щебенем (шляхом відключення подачі емульсії).

Усі функції контролюються з позиції оператора, тобто з робочого місця біля котловану. Надбудова працює від допоміжного дизельного двигуна або силової гідравліки шасі. Конструкція установки дозволяє по-різному прикріплювати надбудову до транспортних засобів.

KOBIT TURBO 5000 ELEFANT – це високопродуктивна та економічно ефективна установка для ямкового ремонту від європейського виробника, що має цілу низку переваг:

1. забезпечує високу якість ремонту дороги без попередньої підготовки;
2. при дотриманні технології та правил використання, гарантує тривалий термін служби відремонтованої ділянки дороги;
3. дає можливість здійснення ремонту за різних погодних умов;

4. забезпечує низьку собівартість робіт при незмінно високій якості;

5. пропонує найвищу оперативність (відкриття руху за місцем ремонту після виконання робіт).

Різноманітна конструкція дозволяє встановлювати надбудову TURBO 5000 ELEFANT на транспортних засобах різними способами (на підрамнику шасі, в проміжних штифтах рами замість відкидного кузова, або у вигляді змінної системи зі швидкозмінними шарнірними гвинтами).

2.1.2. Ямковий ремонтер з пневмонабризгом MADROG MPA 6.5W



Рис. 2.2. Ямковий ремонтер з пневмонабризгом МРА 6.5W

Ямковий ремонтер з пневмонабризгом МРА 6.5W (рис. 2.2) – це дорожній ремонтер польського виробника «MADROG». Конструкція цієї машини, призначеної для усунення глибоких пошкоджень дорожнього покриття, поєднує в собі ряд інноваційних рішень, запропонованих європейськими інженерами. Одним з них є метод *струменево-*

ін'єкційного пневмонабризування бітумної емульсії та щебню. При цьому у попередній підготовці цільової ділянки дороги іншим технічним засобом немає необхідності. Ця технологія успішно застосовується на всіх типах асфальтобетонного покриття, що експлуатуються як у місті, так і поза ним.

Ця модель серії МРА є автономним обладнанням, яке може бути змонтоване на шасі, причепі (варіант стаціонарний) або самоскиді (варіант легкознімний). У конструкції мадпатчера (madpatcher) передбачені дві ємності. Це бункер для щебню та емульсійний бак. Останній оснащений інноваційним комплексом підігріву. Первинне нагрівання його вмісту та стабілізація температури здійснюється за допомогою газового пальника, що працює в авторежимі. Під час роботи ремонтера немає потреби у його використанні, оскільки підтримання температури емульсії забезпечується за допомогою теплообмінника системи охолодження силового агрегату. Бункер виконаний із міцної сталі з антикорозійною обробкою. Гвинтовий шнек для переміщення щебню – зі зносостійкої сталі.

Високопродуктивний ремонтер МРА 6.5W має великий об'єм бункера для щебню – 6,5 м³. Машина обладнана потужним двигуном японського бренду Kubota, що відрізняється низьким рівнем шуму, комп'ютерним комплексом Siemens, емульсійним насосом GVR, повітродувкою Robushi, гідравлікою датського виробника Danfoss.

Багатофункціональний ремонтер спочатку здійснює попередню підготовку зони, що ремонтується: чистку, видалення вологи, ґрунтування емульсією. Далі відбувається заповнення вибоїн сумішшю бітумемульсія плюс щебінь. Для цього щебень певної фракції прямує до лійки зносостійкого цільного рукава з бункера за допомогою шнекового пристрою. Далі сипкий матеріал надходить через пневмоінжектор у гумовий рукав, оснащений форсункою зволоження. До

розпилювача форсунки з бака одночасно надходить емульсійний склад. Змочений ним усередині форсунки щебінь прямує за допомогою наконечника у місце пошкодження дорожнього покриття. Заповнена цією сумішшю ділянка далі покривається дрібним щебенем. При виконанні всіх операцій використовується потужний потік стисненого повітря. Застосовуючи різні типи наконечників, можна закласти навіть найдрібніші розтріскування дорожнього покриття. Розкид щебеню настільки малий, що є абсолютно безпечний для пішоходів, які йдуть неподалік. Ця модель лінії МРА оснащена стрілою, за допомогою якої можна переміщати форсунку на відстань до чотирьох метрів. Результат — через п'ять хвилин після закінчення ремонтних робіт проїзд вирівняною дорогою допустимо навіть для вантажівок.

Управляти ямковим ремонтером з пневмонабризгом МРА 6.5W дуже просто. Для цього є ергономічний пульт, у якому зосереджені все елементи координування. Завдяки добре продуманій системі керування ремонтним процесом оператор швидко та якісно виконає поставлене перед ним завдання.

2.1.3. Машина дорожня комбінована УЯР-1 для ямкового ремонту доріг



Рис. 1.3. Машина дорожня комбінована УЯР-1 для ямкового ремонту доріг

Машина для ямкового ремонту УЯР-1 (рис. 2.3) призначена для механізації ямкового ремонту асфальтобетонних покриттів дорожнього полотна. Установка монтується на шасі автомобілів МАЗ, КАМАЗ, КРАЗ і платформи причепів. Ямковий ремонт автомобільних доріг проводиться за наступною технологією: щебінь подається в робочу зону по гнучкому щебенепроводу, захоплений повітряним потоком роторного компресора. З бункера до щебенепроводу щебінь подається за допомогою шнеків, що приводяться у рух гідромоторами із дросельним регулюванням частоти обертання. Емульсія подається в робочу зону насосом, що приводиться у рух гідромотором. Інтенсивність подачі емульсії регулюється з пульта керування. Щебені змішується з емульсією в робочому органі машини (соплі) і подається в ремонтований яму на дорожньому покритті. Керування машиною здійснюється з пульта, змонтованого на робочому органі.

2.1.4. Котки

Тротуарний коток – один з видів дорожньо-будівельної техніки, що є зменшеним варіантом дорожнього котка з робочою шириною укладання 1,4–1,5 метра. Ця компактна спецтехніка, призначена для ущільнення шару дорожнього покриття, широко користується попитом у будівельній, ремонтній, а також комунальній сферах. Без неї не можна обійтися у ситуації, коли існує потреба укладання дорожніх покриттів невеликої ширини, а також на незначній площі. Яскравим прикладом є спорудження тротуарів, велосипедних та паркових доріжок, асфальтованих майданчиків автостоянок та дворів, реконструкція ділянок магістралей. Таке обладнання є незамінним і при зведенні більш масштабних об'єктів, наприклад, міжнародного аеропорту.

Для розширення функціональних можливостей цих універсальних машин розробники впровадили 3-швидкісну

систему руху, кожен ступінь якої характеризується своїми амплітудами вібрації. Завдяки комбінуванню ряду параметрів оператору вдається підібрати оптимальний режим роботи для виконання конкретного завдання.

Поставляючи на вітчизняний ринок різне обладнання з 1999 р., група компаній «TDC» представляє сьогодні модельну лінію двовальцевих котків китайського бренду ROADWAY: від RWYL41 до RWYL71B. Моделі, оснащені як бензиновими, так і дизельними двигунами з повітряним та рідинним охолодженням HONDA, KIPOR, YANMAR, PERRINS, CHANGCHAI малогабаритні у своєму класі, про що свідчать порівняно невеликі розміри та маса цих машин (780–4200 кг).

Моделі модифікації тротуарних котків цього бренду мають ряд переваг:

- простота та надійність конструкції;
- компактність, завдяки, якої суттєво полегшується транспортування такої мінітехніки, як до місця проведення робіт, так і між окремими ділянками;
- універсальність;
- висока маневреність;
- безрамна конструкція, що дозволяє виконувати ювелірні роботи у стисливих умовах;
- здатність долати круті схили, будь-які повороти;
- керованість однією людиною;
- захист робочого місця оператора від дії вібрації;
- висока продуктивність;
- зручність в експлуатації та невибагливість у роботі;
- простота обслуговування;
- екологічність;
- помірність вартості.

Група компаній «TDC» представляє споживачам за демократичними цінами високоякісну техніку китайського виробника ROADWAY, у тому числі котки тротуарні. Компанія забезпечує не тільки їхнє гарантійне

обслуговування, а і постгарантійне. Професіоналізм технічних фахівців, величезний асортимент комплектуючих, оснащення ремонтної бази передовим обладнанням дозволяють якісно в стислі терміни відремонтувати техніку, що вийшла з ладу.

Ручні котки – механізм спеціального призначення, для ущільнення робочого матеріалу методом вібрації та вирівнювання отриманої поверхні з метою надання їй водонепроникності та міцності. У такому устаткуванні поєднані два варіанти ущільнювального впливу. Якщо встановити високу амплітуду вібрацій, то ковзанка якісно ущільнить сипучий матеріал такий, як ґрунт, щебінь, пісок тощо. При низькій амплітуді вібраційної дії машина ідеально утрамбує в'язку масу (асфальтове або бітумне покриття). За допомогою котка, керованого вручну, можна здійснити як трамбування великих обсягів робочого матеріалу, так і якісне ущільнення в один його прогін.

Компактна конструкція з успіхом застосовується в умовах обмеженого тими чи іншими спорудами або огорожами простору (стіна, бордюр тощо), коли проміжки між останніми та нею мінімальні. Область застосування ручних котків не обмежується будівництвом та ремонтом доріг. Їх з успіхом використовують при облаштуванні різноманітних інженерних мереж, спортивних та дитячих майданчиків, прокладанні велосипедних і пішохідних доріжок, лісових та путівців, благоустрої алей у паркових зонах, прибудинкових територій (ущільнення газону, відливів уздовж фундаменту будинку) тощо.

Група компаній сьогодні представляє модельний ряд ручних оновальцевих та двовальцевих котків китайського бренду ROADWAY: від RWYL11 до RWYL33C. Моделі, оснащені як бензиновими, так і дизельними двигунами з повітряним охолодженням HONDA і KIPOR (привід двох типів – гідравліка, гідростатика), малогабаритні, про що

говорять порівняно невеликі розміри та маса ущільнюючого обладнання (286–700 кг).

Модельні модифікації котків з ручним управлінням цієї торгової марки мають ряд переваг:

- простота та надійність конструкції;
- хороша мобільність та маневреність в умовах обмеженого простору, за рахунок порівняно невеликої ваги та компактної конструкції;
- здатність долати круті схили;
- універсальність;
- керованість однією людиною;
- простота обслуговування;
- екологічність;
- помірність вартості.

Група компаній «TDC», поставляючи на вітчизняний ринок китайські моделі ручних котків бренду ROADWAY з довготривалим робочим ресурсом, здійснює їхнє гарантійне обслуговування. Постгарантійний догляд та виконання ремонтних робіт в умовах нашої ремонтної бази, обладнаної за останнім словом техніки – правильне рішення. Наші технічні фахівці, володіючи багаторічним досвідом і теоретичними знаннями, що постійно поповнюються, швидко і якісно приведуть несправне обладнання в працездатний стан, характеристики якого не поступатимуться заводським параметрам.

Комбінований віброкоток марки ROADWAY RWYL82N (рис. 2.4) має ряд переваг, серед яких:

- потужний дизельний двигун Changchai;
- вбудований гідравлічний регульований плунжерний насос Danfoss приводить машину в рух безступінчатим чином;
- оригінальний гідравлічний двигун Saver приводить у вібрацію передній барабан;

- сучасні гідравлічні мотори Rosclain приводять в рух два ходові колеса, з автоматичною гальмівною системою;
- інтегрована мікрокомп'ютерна панель управління з функціями керування, моніторингу, сигналізації та іншими;
- вбудований резервуар для емульгованої рідини, захищений від корозії, легкий у заправці;
- розпилювач води з електричним керуванням, високоефективний та економний;
- велика та широка гумова шина, що вона використовується для стиснення асфальту, бетонного покриття або в'язкого та піщаного ґрунту.



Рис. 2.4. Комбінований віброкоток ROADWAY RWYL82N

2.1.5. Екскаватори

Основною землерийною технікою, вважаються, екскаватори, що застосовуються для розробки різних ґрунтів та порід (починаючи від м'якої землі і закінчуючи скельними породами), переміщення ґрунту на майданчиках, навантаження будматеріалів, також часто використовуються і при нескладних демонтажних роботах (рис. 2.5).



Рис. 2. 5. Міні-екскаватор E690F

Рухомий ківш – це головний робочий орган машини, що кріпиться на тросах, стрілі чи рукояті. Особливість екскаваторів – це завантаження ковша шляхом переміщення його щодо ґрунту, що добувається, а сам корпус спецмашини щодо поверхні ґрунту залишається незмінним. Таким чином, тяга створюється саме механізмами спецмашини, а не завдяки переміщенню корпусу (як, наприклад, реалізовано в навантажувачах).

Пряма лопата (тобто ківш для розробки ґрунту вище точки опори машини) та зворотна лопата (для копання ґрунту нижче рівня точки опори) – основне робоче рухоме обладнання екскаваторів.

Якщо розглядати екскаватори щодо кута повороту ковшів, то виділяють два типи:

- неповноповоротні (кут нахилу – від 45° до 90°);
- повноповоротні.

При цьому все обладнання машини (кабіна, приводи, ковші) розміщують на спеціальній платформі, яка може повертатись у будь-який бік щодо нерухомого шасі. Такий конструктив найзручніший і дозволяє досягти відмінної маневреності екскаватора. Ви можете купити екскаватор SDLG вже зараз, всі представлені повноповоротні моделі є в Україні.

Сучасні телеметричні системи надають оператору повного контролю важливих робочих параметрів екскаватора, а зручна кабіна забезпечить максимальну працездатність.

2.1.6. Гудронатори

Один із важливих етапів ремонту дорожнього полотна – процес нанесення бітумної емульсії. Остання є густою в'язучою масою. Вона виходить шляхом змішування нафтопродуктів, смол та інших інгредієнтів органічного характеру та подальшого перетворення цієї отриманої суміші. Завдяки її гарній плинності вона здатна заповнити тріщини, що з'явилися в дорожньому покритті, сколи, різного роду нерівності. Будучи в той же час і сполучною сумішшю, вона разом з наповнювачем забезпечує цілісність дорожнього покриття, посилюючи його міцність. Волога процесу не перешкода, оскільки вода є одним із компонентів бітумної емульсії. Використовувати цю масу для відновлення доріг вигідно, адже вміст бітуму в ній обмежується тридцятьма відсотками.

Гудронатор – спеціальне обладнання, призначене для нанесення на поверхню дороги в'язучих консистенцій органічного характеру під тиском, у тому числі і бітумної емульсії. Для отримання хороших адгезійних властивостей шарів асфальтного полотна, що укладаються, перед нанесенням кожного з них здійснюється процес підґрунтування бітумною емульсією за допомогою гудронатора. Цілісність отриманої в такий спосіб дорожньої конструкції гарантована тривалий час.

Існують різні конструкції гудронаторів. Це і самохідна техніка, здатна переміщатися в межах будівельної території зі швидкістю ≤ 9 км/год, і гудронатор-причіп, коли основне обладнання змонтовано на причепі, і гудронатори, встановлені на шасі автомобіля, що забезпечують як перевезення в'язкої

бітумної маси, так і її нанесення на поверхню дорожнього полотна.

Автогудронатор SMB 10000 (рис. 2.6) є гудронатором, змонтованим на шасі автомобіля. У конструкції моделі SMB 2000 установка змонтована на причепі. Універсальність машини UDM полягає у багатофункціональності. В одній цій моделі поєднані функції одразу трьох машин: автогудронатора, паливозаправника, водяної цистерни. Цікаво, що модель UDM єдина на сьогоднішній день у своєму роді. Подібних машин інших виробників немає.



Рис. 2.6. Гудронатор на шасі MADROG SMB 10000

2.2. Машини та механізми для поверхневої обробки

Поверхнева обробка, це технологічний процес, що забезпечує формування на дорожньому покритті шорсткого, водонепроникного, зносостійкого, ущільненого шару, що отримав однойменну назву. Суть його полягає в тому, що на очищене від пилових забруднень утрамбоване покриття наноситься шар розігрітого бітуму невеликої товщини, поверх якого розподіляється крупнозернистий пісок або подрібнений камінь.

В результаті дорога набуває ще одного шару, що характеризується:

- вологонепроникними властивостями. У цьому випадку поверхнева обробка виступає в ролі запобіжного шару. Нижні шари дорожньої конструкції захищені ним від швидкого руйнування;

- гарною опірністю до зносу. При руйнуванні він зберігає цілісність структури дорожньої конструкції. З метою довгострокового збереження монолітності дороги його слід періодично оновлювати;

- шорсткою поверхнею. Завдяки їй забезпечується дренаж поверхневих вод, гарне зчеплення з шинами авто, зниження порога гідропланування, а отже, покращується гальмівний ефект.

Розрізняють два типи поверхневої обробки: подвійна (загальна товщина $0,025 \div 0,040$ м) та одинарна (товщина $0,010 \div 0,015$ м). Перший тип, зазвичай, накладається на цементобетонне покриття.

Основними матеріали, для поверхневої обробки є:

- з'єднувальний компонент. Це може бути емульсія бітумна, бітум, дьоготь (бітум) з додаванням полімерних інгредієнтів, бітум з додаванням дегтярної компоненти. У цих продуктів хороша адгезія до покриття дороги. В результаті виходить міцне зчеплення двох матеріалів «в'язуче – покриття»;

- фракційний щебінь. Цей матеріал створює шорсткість дорожнього покриття для забезпечення надійного зчеплення між шинами автомобіля та дорогою. Він повинен мати такі характеристики: певні форми і розмір, підвищений опір до стирання, високу міцність, а також морозостійкість. В результаті обволікання чистого кам'яного матеріалу емульсією виходить монолітна маса з міцним зчепленням названих компонентів, тобто пари «щебень-в'язуче». Адгезія

отриманого щебнебітумного складу до поверхні дороги також висока.

2.2.1. Бітумощебнерозподільник KD 3D

Для поверхневої обробки можуть використовуватись моделі польського машинобудівного заводу «Мадрог»: бітумощебнерозподільник KD 3D, щебнерозподільник DRG 3 причіпний, щебнерозподільник Madsyp-3 для ковзанки.

Бітумощебнерозподільник KD 3D є дорожнім комбайном з бункером для щебеню (рис. 2.7). Пристрій функціонує в зчіпці з цистерною, що містить бітумемульсію. Щебнерозподільник-причіп DRG 3 працює спільно з гудронатором та самоскидом. Його призначення – розподіл зі свого бункера великодисперсного щебеню (фракції 16/25; 0/5). Щебнерозподільник Madsyp-3 є навісним обладнанням. Машиною-носієм для нього є дорожня ковзанка. Призначення цієї моделі – розподіл зі свого бункера щебеню на свіжоукладений асфальт у тандемі з катком.



Рис. 2.7. Бітумощебнерозподільник KD 3D

2.2.2. Щебенерозподільник причіпний MADROG DRG 3

Щебенерозподільники серії DRG розроблені для рівномірного нанесення щебеню на асфальтобітумне дорожнє покриття.

Щебенерозподільник-причіп DRG 3 (рис. 2.8) – вузькоспеціалізована техніка польського машинобудівного підприємства «Мадрог». Цей пристрій функціонує в зчіпці з гудронатором і разом із самоскидом. Завдяки злагодженій роботі цих трьох спеціалізованих машин швидко та якісно формується верхній захисний шар поверхневої обробки. Цей покрив має достатню зносостійкість, хороші вологонепроникні та фрикційні властивості.



Рис. 2.8. Щебенерозподільник причіпний MADROG DRG 3

Ця техніка, що є причіпним пристроєм на двох подвійних пневматичних колесах, працює разом з автогудронатором і спільно з самоскидом. Ця розподільча конструкція відрізняється високою міцністю та високоякісним складанням. Зчіпку забезпечує захоплюючий пристрій, встановлений на рамі кузова. Ця модель щебенерозподільника обладнана бункером для щебеню місткістю $2,3 \text{ м}^3$. Причіпна конструкція розрахована на розподіл щебеню фракцій $0/5 \div 16/25$. Принцип

роботи комплексу щебенерозподільник-автогудронатор-самоскид простий. Щебінь перед подачею переміщується вздовж стінок бункера за допомогою двостороннього шнека для оптимального розподілу в ньому. Подача цього робочого матеріалу відбувається за допомогою розподільного валу, що рухається ланцюговим приводом через електропневматичну муфту від коліс причепа-щебенерозподільника. Завдяки такому типу передачі обороти валу відповідають швидкості руху причіпної конструкції. Ширина поверхневої обробки при використанні даної моделі становить 0,25–3,75 метра з кроком 0,25 метра. Регулювання цього параметра здійснюється плавно. Також м'яко здійснюється налаштування товщини робочого матеріалу. За рахунок регулювання подачі щебеню пневматичними сервоприводами кожної з п'ятнадцяти секцій та можливості варіювання швидкостями розподільного валу досягається точне дозування щебеню і забезпечується необхідна ширина ділянки дороги, що обробляється. Машина обладнана гідравлічними та пневматичними системами, які запитуються від систем автогудронатора. Управління розподільником здійснюється завдяки робочому тиску (6 Бар), що передається з пневмосистеми, наприклад, шасі або гудронатора, через шланг для швидкороз'ємного з'єднання. Координування всіх операцій здійснюється одним працівником.

Завдяки добре продуманій конструкції щебенерозподільника DRG 3 та простоті управління оператор швидко та якісно здійснює процес поверхневої обробки дорожнього покриття. Причому коефіцієнт зчеплення шин транспорту з дорожнім полотном, що рухається по автомагістралі, знаходиться на необхідному рівні. Рух відновленою ділянкою дороги можна відкривати відразу після відновлення дорожнього покриття.

2.3. Машини і механізми для рециклювання та відновлення покриття

Основною функцією рециклера є переробка фрезерованого асфальту та асфальтових відходів у новий асфальт. Щорічно у процесі виконання традиційних технологічних операцій при ремонті асфальтобетонних покриттів на автотрасах та міських вулицях знімаються та знищуються тисячі тон брухту асфальту. Матеріал цей класифікується як виключно шкідливий для довкілля.

Проте цей асфальт, що втратив свій експлуатаційний ресурс, може успішно використовуватися повторно.

Переробка вторинного асфальту помітно знижує негативний екологічний вплив, який чиниться на природу при виготовленні нового асфальту. Крім того, повторне використання знятого шару асфальту замість «свіжого», виробленого на заводі, або литого, доставленого в термосах, приносить відчутну фінансову вигоду. Такий процес повторної переробки дозволяє заощадити на дорожніх роботах не тільки значні кошти, виключаючи дороге транспортування та зберігання асфальту, а й, що важливо, час. Максимально стислий термін ремонту дорожнього полотна та оперативність відкриття проїзду – це ще один козир на користь ресайклінгу асфальту.

Саме з цих причин на дорогах все частіше можна побачити рециклери – машини, призначені для повторного перероблення твердих залишків дорожнього покриття.

Завдяки компактній конструкції рециклери використовують при ремонті та відновленні асфальтобетонного покриття, так і при роботах з ліквідації аварійної ямковості на різних майданчиках (двори, під'їзні дороги, проїзди, вузькі вулиці житлових районів, місця паркування тощо), та при відновленні асфальтного покриття

після ремонту підземних ліній комунікацій, тепломереж, ліній зв'язку.

Рециклери, виконані в основному у вигляді причепів, вже були гідно оцінені багатьма дорожньо-будівельними та комунальними компаніями. Крім простоти експлуатації, найбільша перевага переробників асфальту – це можливість виконувати ремонт незалежно від пори року. Особливо ефективні рециклери під час зимового періоду, коли не працюють багато асфальтних заводів, але є гостра необхідність у ремонті та відновленні асфальтобетонного покриття.

Крім бруксту асфальтобетону, рециклери здатні переробляти також асфальтний гранулят – подрібнені у спеціальних млинах компоненти старого дорожнього покриття.

Типовий рециклер є мобільним агрегатом, що складається з наступних основних частин:

- герметичний бункер закритого типу, куди завантажується матеріал, що підлягає переробці. У деяких конструкціях бункер виконується двостінним, і є ємністю-термосом. Це значно підвищує ефективність рециклінга. Внутрішній корпус бункера виготовляють із високоміцної товстолистової сталі. Між зовнішнім та внутрішнім корпусами виконується теплоізоляційний шар із кам'яної або мінеральної вати;

- потужна тепла гармата, за допомогою якої брукт дорожнього покриття розплавляється, перетворюючись на високов'язке середовище;

- дизель-електричний генератор, що забезпечує роботу теплової гармати;

- воронкоподібна насадка, яка збирає розплав, що утворюється, звідки він вивантажується в спеціальні ємності, або безпосередньо вивантажується на підготовлену основу;

- рамковий корпус з колесами для транспортування рециклера.

Для приводу теплової гармати причіпних ресайклерів використовують привід від гідросистеми основного обладнання - трактора, великовантажного автомобіля тощо.

Для забезпечення належної ефективності рециклер повинен діяти тривалий час, для чого готують достатній об'єм брукху асфальту (його кількість визначається завантажувальним бункером). Якість розплаву зростає, якщо у вихідний напівфабрикат додати 2–3% бітуму.

Після завантаження суміші включають теплову гармату, і вбудованим приладам контролюють температуру всередині бункера. Після досягнення необхідної температури розплаву (не менше 1500° С; при цьому щільність суміші повинна бути не вище 1,2 г/см³) суміш вивантажують або безпосередньо на місце укладання, або в візок або ківш навантажувача/асфальтоукладача.

В інших конструктивних різновидах рециклерів замість теплової гармати застосовують газополум'яні пальники. У цьому випадку розплавлення асфальтного брукху виробляється відкритим полум'ям. Такі установки менш екологічні, хоч і простіші. Вони забезпечуються гідромеханічним приводом, який проводить періодичне переміщення компонентів, що підігріваються. Бункер таких агрегатів складається з двох відділень: верхнього (завантажувального) та нижнього, де передбачена шиберна заслінка. У корпусі виконуються отвори для подачі повітря до пальника.

Робота рециклера такого типу складається з наступних етапів:

- прогрівання ємності протягом 10–15 хвилин;
- підвищення тиску газоподібних продуктів згоряння до 0,6–0,7 МПа (контролюється манометром при поступовому збільшенні подачі палива та повітря в камеру згоряння);
- вмикання приводу змішуючого пристрою (у більшості конструкцій рециклерів застосовують реверсування);

- після досягнення необхідної температури розплаву включають привід шнекового валу, який транспортує гарячу суміш до вихідного отвору шибера.

Вибір моделі рециклера виконується в залежності від необхідної продуктивності агрегату, ступеня автономності його живлення та умов виконання робіт. Важливе практичне значення має також здатність пристрою працювати не тільки з бруктом асфальту, але й підігрівати раніше підготовлену, але не використану асфальтобетонну суміш.

2.3.1. Рециклер асфальту HDD RoLLex RCA-1200



Рис. 2.9. Рециклер асфальту HDD RoLLex RCA-1200

Основною функцією рециклера RoLLex RCA-1200 (рис. 2.9) є переробка фрезерованого асфальту та асфальтових відходів у повноцінний асфальт, призначений для відновлення дорожніх покриттів. Рециклер RCA-1200 особливо корисний в осінньо-зимовий період, коли асфальтобетонні заводи практично не працюють, а також при великій відстані заводів від місця проведення робіт, коли транспортування малої кількості асфальту стає збитковим.

Рециклер RCA-1200 польсько-німецької фірми «HDD RoLLex» переробляє старий асфальт на асфальтобетонну суміш для повторного використання безпосередньо на місці переробки. Шматки асфальтового брухту перемішуються з бітумом, щебенем та піском (для підвищення якості) прямо всередині машини. Виробнича потужність даного механізму – до 4 тони гарячого асфальту за годину роботи, при цьому результат використання машини якісно не відрізняється від традиційного асфальтування.

Крім вже згаданих переваг, переробник асфальтового брухту RCA-1200 демонструє ще й високу економічність. На утилізацію старого асфальту та отримання з нього 1 т нової бітумної суміші витрачається лише 5 літрів дизельного палива або 6 літрів мазуту. За твердженням виробника, асфальт, отриманий за допомогою RCA, в 10 разів дешевше за заводський. Час виготовлення 1 т суміші від 25 до 12 хвилин (залежно від температури навколишнього середовища).

«Серцем» ресайклера є ізольований барабан місткістю 1,2 тонни. Вварені всередину барабана ребра допомагають розбивати грудки, прискорюють переробку шматків асфальту, а також полегшують перемішування при приготуванні ремонтної маси за спеціальними принципами роботи. Завантаження відбувається з короба підйому/опускання, що має гідропривід. Вивантаження організовано таким чином, що втрат тепла під час роботи в безперервному режимі практично не відбувається. Готова суміш виходить по шнековому жолобі з ґратами. Діє система зважування завантажуваної маси. Вона ефективно запобігає перевантаженню барабана, а термостатичний датчик процесу плавлення не допускає перегріву бітумної маси.

Для нагрівання суміші застосовується спеціальний пальник із регулятором потужності австрійської компанії Hergmann потужністю 150 кВт. Полум'я пальника повністю приховано, а спеціальні канали всередині барабана

забезпечують рівномірне нагрівання і запобігають спалюванню бітумної маси. Також перегрів маси та її самозаймання запобігають за допомогою термостатичної системи контролю температури всередині барабана. Сам же пальник сконструйований таким чином, що не боїться вібрації та струсу, відрізняється високою стійкістю до запилення. Пальник також забезпечений захисною системою, що відключає подачу палива в барабан у разі відсутності або гасіння полум'я і має здатність модулювати потужність в залежності від потреб (витрата палива нижче). Генератор, що живить пальник, має систему стабілізації напруги (це єдине рішення на польському ринку), тому оператору установки не потрібно регулювати напругу за допомогою обертання двигуна внутрішнього згоряння.

Ресайклер RoLLex встановлюється на 2-вісне шасі. Для підвищення стійкості при роботі в конструкції рециклера є спеціальні опори, що регулюються по висоті. Висота дишла шасі регулюється завдяки цьому, а також тому, що в комплектацію установки входять два види зчіпних пристроїв. Установку можуть буксирувати і малотоннажні, і звичайні вантажівки. Роботу механізму перемішування та інших механізмів установки забезпечує 12-сильний дизельний Lombardini двигун.

Закритий моторний відсік відповідає за безшумність та рівномірність роботи. Стандартне обладнання тут є механізмом аварійного ручного запуску, який дозволяє запускати двигун з розрядженою батареєю.

Всі функції утилізатора RCA-1200 контролюються на пульті керування, який поєднує всі індикатори та перемикачі в одному місці. Завантажувально-розвантажувальний короб керується гідравлічним циліндром.

Ресайклер має акуратний зовнішній вигляд, виражений у точно вирізаних та ретельно підігнаних листах корпусу машини (використовується лазер для дуже високої точності та

повторюваності всіх компонентів). Конструкція покрита шаром фарби та двома шарами порошкового лаку за технологією Nano-Тес (перед фарбуванням вся машина піддається дробоструминній обробці), що запобігає прилипанню бітуму до корпусу машини.

Планове періодичне обслуговування полегшується встановленим стандартним лічильником годинника, до того ж рециклер RoLLex RCA-1200 – це найпростіша в обслуговуванні та найменш аварійна машина на ринку.

Запасне колесо є стандартним обладнанням. Опціонально доступна рампа для дорожніх знаків, робочих та сигнальних вогнів – це рішення замінює спеціальний попереджувальний знак, дозволяючи встановлювати професійне світлодіодне освітлення для робочої зони.

Рециклер RCA-1200 призначений, як для повного поновлення, так і для місцевого (ямкового) ремонту асфальтових покриттів. Ціна тони асфальту зробленої методом рециклінгу в 10 разів дешевша, ніж купівля готового матеріалу на заводі.

Рециклер RoLLex RCA-1200 простий у використанні та не потребує складного сервісного обслуговування. Це надійне та якісне обладнання вироблено в ЄС з наступними основними характеристиками:

- максимальна температура нагріву: 180° C;
- час розігріву заповненої ємності з асфальтовим брухтом до 150° C: 20 хв;
- середній вимірний рівень звуку на мобільній робочій станції на відстані 3 м від пристрою – 82 дБА;
- дизельне паливо/мазут;
- пуск пальника – електричний (230 В/50 Гц, потужність генератора 1,5 кВА).

2.3.2. Обладнання для холодного та гарячого ресайклінгу

Залежно від мети ресайклінгу і типу в'язучого склад ланки машин для ресайклінгу змінюється. Головна машина механізованої ланки – ресайклер – буксує або штовхає зчеплені з ним машини. Найширшу гаму ресайклерів сьогодні представляє компанія Wirtgen.

Ресайклери на колісному ході Wirtgen WR 2000 (рис. 2.10) і Wirtgen WR 2500 SK (рис. 2.11) використовують здебільшого для ресайклінгу існуючих дорожніх одягів, переважно верхніх асфальтобетонних шарів і частини шарів основи з укріплених або неукріплених матеріалів. Ці високопродуктивні ресайклери оснащують насосними системами і двома розподільчими рампами, що дає змогу працювати з усіма типами в'язучих.

Ресайклер WR 2500 SK має вбудований розподілювач для вапна і цементу, що встановлюється безпосередньо перед змішувальною камерою фрезерно-змішувального барабану. Розподілювач вносить порошкоподібне в'язуче без утворення пилу, що сприяє збереженню довкілля. Крім ресайклінгу дорожніх одягів, WR 2500 SK використовують для стабілізації ґрунту.



Рис. 2.10 Ресайклер на колісному ході Wirtgen WR 2000



Рис. 2.11. Ресайклер на колісному ходу Wirtgen WR 2500 SK

Ресайклер на гусеничному ході Wirtgen 2200 CR (рис. 2.12) створено на базі високопродуктивної холодної фрези W 2200. Оснащений повним набором насосів і розподільчих рамп, він може ефективно виконувати значні обсяги робіт, насамперед там, де дорожній одяг складається з декількох асфальтобетонних шарів. Крім цього, Wirtgen 2200 CR оснащується робочим органом для ущільнення регеноерованого шару, що здебільшого не вимагає профілювання грейдером після ресайклінгу.



Рис. 2.12. Ресайклер на гусеничному ході Wirtgen 2200 SR

Ресайклер фірми «Wirtgen» (рис. 2.13) – машина, що призначена для ремонту асфальтобетонного покриття за технологією гарячого ресайклінгу



Рис. 2.13. Гарячий ресайклер фірми «Wirtgen»

Розігрітий та розпушений матеріал подається у камеру змішування. Бітум і новий асфальтобетон додається в готовий матеріал в змішувачі. Тривалість змішування триває приблизно 1 хв та залежить від швидкості руху машини. Після змішування суміш потрапляє у вигляді валика на нагріту основу, а потім укладається за допомогою плити, що оснащена трамбуєчим брусом та віброплитою.

На регенований шар укладають новий шар асфальтобетону та виконують попереднє, а потім основне ущільнення за допомогою вальцевих катків.

2.4. Термоси для асфальту

Термоси для асфальту – це спеціалізований вид дорожньо-будівельної техніки, розроблений для високоефективної роботи з облаштування та ремонту

асфальтобетонного покриття з дотриманням усіх технологічних норм.

Сферою застосування подібної техніки є оперативна доставка асфальту від асфальтобетонних заводів (АБЗ) до місця проведення робіт. Основне застосування термос-бункер для асфальту знаходить при частковому ямковому ремонті доріг, але також може бути використаний при укладанні суцільних ділянок дороги як довантажувач до асфальтоукладача або засобів для підсипання суміші в важкодоступні місця.

Головна перевага використання термоса для асфальту закладена у самій його конструкції, адже при роботі з асфальтобетонною сумішшю головним завданням є зберегти її робочу температуру до моменту укладання. В іншому випадку суміш втратить свої властивості і результати робіт виявляться неякісними. В Україні дуже часто ямковий ремонт проводиться по-старому, сумішшю зі звичайного кузова самоскида. Асфальтова суміш просто завантажується лопатами і трамбується. Звичайно ж, це дуже позначається не тільки на якості ремонту, але і на його довговічності. Результати ми з Вами можемо бачити після кожного осінньо-весняного сезону: кількість пошкоджень дорожнього полотна зростає в багато разів. Пропоновані пристрої призначені саме для того, щоб забезпечити дотримання технології роботи. Термоси для асфальту дозволяють довгий час утримувати температуру матеріалу на одному потрібному рівні і при необхідності її підвищувати.

Перевагою в роботі з термос-бункером є збереження робочої температури, а також наявність подачі асфальтної суміші точно в місце, що ремонтується. До того ж використання такої машини дуже економічно вигідне, стінки бункера з дуже товстим шаром теплоізоляції дозволяють зберігати гарячу суміш навіть без включення пальника, що додатково скорочує витрати.

2.4.1. Термос для асфальту HDD RoLLex Thermo Asfalt 9000 Basic



Рис. 2.14. Термос Thermo Asfalt 9000 Basic

Термос Thermo Asfalt 9000 Basic (рис. 2.14) від компанії RoLLex – це сучасний термос-бункер для транспортування асфальтних мас. Цей асфальтний термос не має черв'ячного подавального пристрою (карданного приводу), який є аварійним у використанні, дорогим і, до того ж, застарілим рішенням.

Термос для асфальту RoLLex 9000 Basic є багатоканальною термоконструкцією з потужною ізоляцією і системою підігріву, загальною ємністю 9–10 тонн. Цей асфальтовий термос дозволяє транспортувати асфальтову масу на значні, далекі відстані без втрати температури та якості суміші. Це перший у світі термос для асфальту, який здатний повністю автономно підтримувати робочу температуру теплоізованої капсули протягом 72 годин.

2.4.2. Термос для асфальту HDD RoLLex Thermo Asphalt 9000 HS Premium



Рис. 2.15. Термос для транспортування асфальтових мас Thermo Asphalt 9000 HS Premium

Термос для транспортування асфальтових мас Thermo Asphalt 9000 HS Premium (рис. 2.15) від компанії RoLLex – це сучасний термос-бункер для транспорту асфальтових мас з повністю незалежною системою випорожнення бака і гідравлично відкриваючих створок. Цей асфальтний термос не має черв'ячного подаючого пристрою (карданного приводу), яке є аварійним у використанні, дорогим і, до того ж, застарілим рішенням.

Основними плюсами термосу для асфальту Thermo Asphalt 9000 HS Premium є вивантаження будь-якої кількості маси, що транспортується, за дуже короткий проміжок часу, точне дозоване висипання асфальтобетонної суміші і можливість монтажу термос-бункера на будь-якому шасі, а також на причепі.

Термос для асфальту RoLLex 9000 HS Premium є багатоканальною термоконструкцією з потужною ізоляцією та системою підігріву, загальною ємністю 9 тонн.

Цей асфальтовий термос дозволяє транспортувати асфальтову масу на значні, далекі відстані без втрати температури та якості суміші. Перший у світі термос для асфальту, здатний повністю автономно підтримувати робочу температуру в теплоізолюванні капсулі протягом 72 годин.

2.4.3. Кохер для литого асфальту MADROG MK 4500



Рис. 2.16. Кохер для литого асфальту MADROG MK 4500

Кохер для литого асфальту МК 4500 (рис. 2.16) – це дорожній ремонтер розроблений конструкторами польського машинобудівного підприємства «Мадрог». Ця модель техніки категорії «профі обладнання для будівництва та ремонту автошляхів» призначена для транспортування асфальту, що знаходиться в плинному стані, від заводу, де він був вироблений, до місця проведення ямкового ремонту. Крім переміщення робочого матеріалу, ця машина використовується і для виготовлення в'язкої асфальтової маси прямо в зоні проведення ямкового ремонту. Це особливо актуально у тому випадку, коли місце ремонтних робіт

знаходиться досить далеко від виробничих потужностей з виготовлення литого асфальту.

Дана модель лінійки МК є автомобілем, на шасі якого розміщений змішувач вертикального типу. Останній є термосом-міксером, що складається з бункера та шести лопатевої дворівневої мішалки з гідравлічним приводом. Можливий монтаж такого змішувача та на причіп. Теплоізолюваний мінеральною ватою бункер оснащений системою примусового перемішування для запобігання процесу розшарування робочої маси, так і системами нагрівання і підтримки її температури в необхідних межах. Крім того, термос-міксер забезпечує порційне вивантаження литого асфальту із змішувача і його розподіл за допомогою поворотного лотка по ділянці, що ремонтується. Комплекс підігріву є дизельним пальником, що працює в автоматичному режимі. Передбачена можливість підключення цього комплексу до електромережі 220 В. Лопаті мішалки, стінки та дно ємності виготовлені із жароміцних зносостійких марок сталі. Зовнішня обшивка бункера виготовлена з нержавіючої сталі. Завантаження в ємність литого асфальту здійснюється зверху через завантажувальний, оснащений гідроприводом двостулковий люк. Для виходу робочої суміші назовні передбачені заднє та бічне випускні прямокутні вікна, також оснащені гідравлікою. Через перший з них, що є основним, робоча маса за допомогою поворотного підвісного жолоба подається до місця ремонту. Друге вікно, також оснащене підвісним жолобом, призначене для наповнення гарячою сумішшю допоміжних ємностей, наприклад візків. За їх допомогою здійснюється порційна доставка робочого матеріалу до місця ремонту дорожнього покриття, де маневрування обмежене.

Високопродуктивний кохер МК 4500 характеризується великим об'ємом бункера – 4,5 м³ і збільшеною масою матеріалу, що транспортується – 10,5 тонн порівняно з

моделлю МК 3500. Машина обладнана потужним, низько шумним двигуном японського бренду KUBOTA (4 циліндри, охолодження). Цей силовий агрегат функціонує разом із високопродуктивним гідронасосом датського виробника Danfoss. Завдяки злагодженій роботі цих агрегатів забезпечується стабільна робота ремонтера, незважаючи на високу в'язкість робочої маси.

Функціонування систем перемішування, підтримки температури суміші в заводських допусках комп'ютеризовано. Задання певних характеристик, відкриття/закриття завантажувального люка, випускних вікон здійснюється через електронний пульт.

Розглянута модель може використовуватися в теплий і в зимовий період року при відповідній підготовці ділянки, що буде ремонтуватися. Тривалість зберігання литого асфальту в термосі – міксері за підтримки необхідного температурного режиму обмежується дванадцятьма годинами.

2.5. Укладачі узбічч

Узбіччя – це крайова зона дороги, не призначена для безпосереднього руху автотранспорту, що межує з проїзною частиною.

Основне призначення узбіччя:

- розвороту автотранспорту у разі, коли для здійснення цієї операції ширина проїжджої частини замала;
- роз'їзду транспортних засобів в умовах недостатньої ширини дороги;
- стоянки транспорту;
- пересування велосипедистів та пішоходів в умовах відсутності велодоріжок та тротуарів.

Завдяки грамотному облаштуванню крайових зон дорожнього полотна забезпечується повне відведення з

дорожнього покриття надлишків вологи, здатних порушити при їх скупченні монолітність дороги.

Для правильного облаштування бічних ділянок дороги розроблено таку спецтехніку, як укладальники-відсипачі. Ці багатофункціональні машини категорії «профі техніка для будівництва та ремонту автомобільних доріг» забезпечують:

- розширення дорожнього полотна;
- зміцнення узбіччя за рахунок синхронних процесів з відсипання та планування сипких будівельних матеріалів (піску, гравію, щебеню) вздовж дорожнього полотна;
- рівномірне розподілення сильно нагрітого (200° С) асфальтобетонного складу;
- акуратне формування крайових зон дороги.

Сьогодні розширюється асортимент дорожньо-ремонтного обладнання, пропонуючи машини польського виробника «Мадрог», зокрема моделі укладачів узбіччя без і з системою нівелювання.

Процес формування бічних зон дороги є досить простим. У бункер відсипника з кузова самоскида попереду надходить робочий матеріал, який потім укладається на узбіччя у заданому швидкісному режимі. У моделі укладача узбіччя без системи нівелювання процес відсипання проводиться в ручному режимі, виходячи з необхідних величин висоти шару та кута леміша. В іншій моделі з системою нівелювання процес відсипки можна проводити як вручну, так і в авторежимі. Останній можливий завдяки оснащенню конструкції укладача інтегрованим комплексним нівелюванням. Оператору потрібно лише за допомогою нього позначити проектні параметри крайової зони, такі, як рельєф, висоту, ширину. Далі процес здійснюватиметься автоматично.

2.5.1. Укладач узбіч з системою нівелювання MADROG



Рис. 2.17. Укладач узбіч з системою нівелювання MADROG

Укладальник (відсипач) узбіччя (рис. 2.17) з системою нівелювання, розроблений конструкторами польського машинобудівного підприємства «Мадрог», є яскравим представником категорії «профі обладнання для будівництва та ремонту автошляхів». Ця модель призначена для розширення дорожнього покриття, зміцнення узбіччя за допомогою відсіпання/планування уздовж дороги щебеню, гравію, піску, рівномірного нанесення гарячого асфальту (200° C), формування граничних зон дорожнього покриття.

Ця модель кріпиться до стріли машини-носія. Базовий елемент конструкції відсипача – міцна рама, розрахована на витримку значних навантажень. Укладач укомплектований бункером з посиленням переднім бортом і гідропідйомом, в який вміщується 3 м³ робочого матеріалу, стрічковим транспортером зі зносостійкою гумовою стрічкою, що

витримує температуру асфальтової суміші не більше 200° С, буфером роликів, розподільним відвалом.

Особливість розміщення пристрою, що плавно транспортує гарячий асфальт, – монтаж його з боку відвалу з виносом на 0,3 метри за рамки бункера. Це сприяє кращій подачі робочого матеріалу. Завдання роликів гідробуфера полягає у запобіганні наслідкам сильних ударів при функціонуванні укладача у парі з самоскидом. Це можливо завдяки комплектації буфера системою гасіння. Матеріал укладається на ширину два з половиною метри за допомогою розподільного леміша.

Модель обладнана автоматичною системою нівелювання, що забезпечує отримання заданих величин поперечного укосу узбіччя, що мінімізує вплив людського фактора на якість облаштування узбіччя. В результаті формується ідеально рівний профіль узбіччя незалежно від ситуації. Передбачено введення параметрів у ручному режимі. Модель оснащена таким додатковим обладнанням: розгладжуваною плитою з вібратором, модулем для створення прикордонних жолобів з асфальтобетонного складу. Будучи варіантом змінного обладнання цей відсипник працює автономно без використання систем навантажувача. Це можливо завдяки оснащенню цієї моделі гідравлікою датського виробника Danfoss, комп'ютерним комплексом німецької торгової марки Siemens, малошумним дизельним двигуном японського бренду Kubota (три циліндра). Для підтримки рівноваги в момент роботи цей силовий агрегат встановлений в протилежній леміху зоні.

Керувати відсипачем узбіччя Madrog з автоматичною системою нівелювання легко. Провести технічне обслуговування цієї моделі укладача просто. Цьому сприяє продумане розташування в конструкції цієї моделі всіх систем та агрегатів, завдяки чому забезпечується вільний доступ до всіх вузлів та агрегатів.

2.6. Бульдозери

Бульдозери – це самохідні землерийні машини, що оснащені широким лобовим відвалом для переміщення, розрівнювання або ущільнення ґрунту, сипучих матеріалів чи снігу. Ця велика техніка здатна виконувати найскладніші завдання: від розчищення території до роботи в кар'єрах. Завдяки своїй універсальності та ефективності, вони займають важливе місце в технічному арсеналі будь-якої будівельної компанії. Маючи високу продуктивність, бульдозери TDC (рис. 2.18) стають вибором професіоналів по всій Україні.

Як правило, бульдозери бувають з різними потужностями та характеристиками. Вони можуть варіюватися залежно від типу техніки та її призначення, наприклад:

- потужність двигуна: від 100 до 850 к.с.;
- масою від 10 до 80 тонн;
- глибиною копання від 0,3 до 1 м.

Основна функція бульдозера – рухати великі об'єми ґрунту, каміння або сміття. Завдяки величезному металевому відвалу, який може підніматися та опускатися, бульдозер здатний рівняти поверхню, прокладати дороги або готувати ґрунт для будівництва.



Рис. 2.18. Бульдозер TDC B6

2.7. Екскаватори-планувальники

Екскаватори-планувальники є універсальними гідравлічними повно поворотними машинами, основним робочим рухом яких є висунення-втягування телескопічної стріли з повно поворотним ківшем при копанні, плануванні та транспортуванні ґрунту в ківші після екскавації.

Прямий поступальний рух у поєднанні з поворотом ківша робить ці машини ідеально підходящими для планування похилих укосів, насипів, розташованих нижче за рівень екскаватора. Поворотний ківш дозволяє обкопати трубу, вирівняти вертикальні стінки та дно котлованів.

Ці машини розробляють ґрунти I–III категорій і характеризуються малою габаритною висотою, що дозволяє ефективно використовувати їх у обмежених умовах міської забудови, у важкодоступних місцях та закритих приміщеннях, зокрема для розробки ґрунту під мостами, на ділянках перетину підземних комунікацій, при їх ремонті та в аварійних ситуаціях, усередині будівель та споруд; для зачистки дна та вертикальних стінок траншей та котлованів; підсилення та розрівнювання ґрунту під підлоги, фундаменти та підпільні канали; засипання пазух фундаментів, траншей та котлованів; подачі матеріалів через отвори у стінах під низьке перекриття. Серед інших сфер застосування можна відзначити обвалування свердловин, будівництво, обслуговування та ремонт трубопроводів, ремонт та обслуговування комунальних мереж, комунікацій та багато іншого. Використання вантажного гака, у поєднанні з стрілою, що висувається, дає можливість виконувати функції крана.

Екскаватори з телескопічним робочим обладнанням широко застосовують на об'єктах малого об'єму, що розосереджуються, як універсальні землерийні машини. Найбільш ефективно вони використовуються при плануванні похилих поверхонь каналів, насипів та виїмок земляного

полотна, розташованих нижче за рівень стоянки екскаватора-планувальника.

Незамінним та універсальним видом спеціальної техніки є екскаватор-планувальник UDS.

Екскаватор-планувальник UDS має телескопічну стрілу, на яку монтується спеціальний інструмент, який може повертатися на 360 градусів. Застосування такого конструкторського рішення дає можливість використання величезної кількості додаткового обладнання найрізноманітніших завдань і сфер діяльності. Це можуть бути: ківш, кирковщик, ківш планувальник, адаптер грейфера, кліщі для брил, планувальна дошка, розпушувач, коток тощо.

Екскаватори-планувальники бувають наступних видів:

- на колісному ході (рис. 2.19);
- на гусеничному ході (рис. 2.20);
- на автомобільному шасі (рис. 2.21).



Рис. 2.19. Екскаватор-планувальник UDS 232 на колісному ході



Рис. 2.20. Екскаватор-планувальник UDS 211 на гусеничному ході



Рис. 2.21. Екскаватор-планувальник UDS 214 на автомобільному шасі

2.8. Мульчери

Мульчер є навісним обладнанням, яке навішується на шасі трактора, навантажувача, екскаватора. Існують також так

звані «самохідні мульчери», у яких роль енергозасобу виконує трактор, спеціально розроблений для роботи з мульчером. Робочий пристрій – важкий металевий (сталевий) ротор із встановленими на ньому рухомими молотками (ножами) або нерухомими різцями. Корпус мульчера є по суті подрібнюючою камерою. Корпус сучасного мульчера має частину, що відкривається (капот), за допомогою якого можна регулювати пропускну здатність мульчера і ступінь подрібнення матеріалу. Мульчери, як правило, мають також рамку-штовхач, яка нахиляє і направляє дерева, що падають, за ходом руху трактора, що з одного боку зручно в роботі, а з іншого – захищає кабіну трактора.

Таким чином, основне завдання мульчера – розчищення території від чагарникової рослинності. Мульчери широко застосовуються при вирішенні наступних завдань:

- розчищення смуги відведення, газопроводів та нафтопроводів та інших подібних об'єктів від рослинності;
- підготовка зарослих деревами/кущами майданчиків під будівництво;
- створення протипожежних смуг у лісових масивах;
- знищення старих садів, що відслужили;
- розчищення лісосік від пнів;
- тощо.

Мульчери класифікують за типом приводу:

- від ВВП (валу відбору потужності) трактора;
- від гідравлічної системи трактора, навантажувача чи екскаватора, у якому встановлено мульчер;
- від свого дизеля. Дані модифікації, як правило, дорогі і мають значну вагу.

Можливе встановлення мульчерів на різні види шасі:

- на трактори, привід у своїй здійснюється від ВВП;
- на фронтальні навантажувачі, у цьому випадку привод здійснюється від гідравліки навантажувача;

- на екскаватори, привід здійснюється від гідравліки екскаватора.

До мульчерів часто відносять і деякі моделі ґрунтових фрез (універсальні фрези), розроблені спеціально для роботи з зануренням ротора в ґрунт. Ґрунтові фрези дозволяють подрібнювати коріння та пні, розпушувати ґрунт. Деякі універсальні фрези можуть працювати і як мульчер, подрібнюючи дерева, що стоять, і як ґрунтова фреза, подрібнюючи пні і коріння.

Сільськогосподарські землі та лісові масиви, землі біля річки, озеленені території та зелені насадження, а також поле для гольфу, зелені міські території та лісові стежки: лінійка техніки для розчищення місцевості покликана прискорити і полегшити будь-які види сільськогосподарських та лісових робіт. Сільськогосподарська та лісогосподарська техніка (мульчери та фрези для дерев, каменедробілки, подрібнювачі пнів та багатофункціональні машини) допомагають галузевим фахівцям виконувати будь-які роботи з обробки та підготовки земель, гарантуючи якісний результат. Машини з механічним приводом від валу відбору потужності, які легко встановлюються на різні трактори, і навісні машини з гідравлічним приводом для міні навантажувачів, екскаваторів та спеціальної техніки мають високу ефективність та відмінні характеристики.

2.8.1. Мульчер РТ-400



Рис. 2.22. Мульчер РТ-400

Мульчер РТ-400 (рис. 2.22) – це гусеничний транспортер для важких робіт. Його низький тиск на ґрунт є найкращим у лінійці – $0,35 \text{ кг/см}^2$. Шасі, що гойдається, та ідеальний розподіл мас зменшують навантаження на головну раму та забезпечують кращий контроль транспортного засобу. Простора, зручна кабіна зі звукоізоляцією допомагає оператору працювати краще та з більшою точністю. Завдяки перевірній конструкції, РТ-400 гарантує високу надійність та менший час простою. Легкий доступ до основних компонентів знижує час та вартість обслуговування.

Передні кріплення РТ-400 з FAE гарантують високу якість роботи та надійність та можуть бути адаптовані до різних потреб та умов роботи замовника:

Головка, що мульчує, використовується для очищення земель, здійснення смуг відведення та проектів управління та підготовки зон рослинних насаджень. Глибокорозпушувач – для видалення пнів та коренів та перетворення земель.

2.8.2. Мульчер РТ-475



Рис. 2.23. Мульчер РТ-475

Мульчер РТ-475 (рис. 2.23) являє собою потужний гусеничний транспортер і, як і всі моделі Primetech, характеризується значною універсальністю: в залежності від роботи РТ-475 може бути обладнаний мульчуючою головою, стабілізатором ґрунту, камнедробилкою і подрібнювачем пнів. Все навісне обладнання виробництва FAE можна легко та швидко відчепити, що дозволяє використовувати РТ-475 для очищення земельної ділянки та мульчування (смуга відведення, інженерні комунікації, протипожежні смуги, контроль рослинності тощо), а також для перетворення земельної ділянки (видалення пнів та коріння, підготовка місця) та будівництва доріг.

2.9. Компактори

Компактори (рис. 2.24) – це самохідні колісні машини, які призначені для ущільнення, зміщення та завантаження сміття, відходів, ґрунту, подальшим його перепрофілюванням

та складуванням на полігонах, будмайданчиках або на звалищах.

У світі давно розробляється вирішення проблем переробки твердих відходів, особливо хвилює їхнє складування та пресування. Раніше цей процес на звалищах виконували бульдозери, але вони лише розрівнювали технічне сміття площею, не пресували його. До того ж тиск гусениць бульдозера на ґрунт слабкий. У розрівняному шарі залишалися повітряні прокладки, які у спеку створювали передумови для самозаймання. У порожнинах скупчувалася гниюча жижа, з'являвся важкий задушливий запах, сморід.

Для звалищ важливо не так розрівняти сміття, скільки зруйнувати його, змішати в однорідну масу і перемішати з ґрунтом.

За кордоном давно відмовилися від бульдозерів, за винятком хіба що спеціалізованих моделей. Розвиток машинобудування та впровадження нових технологічних конструкторських рішень дозволили розробити ідеальні машини для комунальних робіт – компактори.

Вони, на відміну бульдозерів, не розрівнюють відходи по поверхні, а ефективно їх ущільнюють.



Рис. 2.24. Компактор SINOWAY SWLC226

3. Технології ремонтно-відновлювальних робіт асфальтобетонних покриттів

3.1. Загальна характеристика ресайклінгу дорожніх покриттів

Одним із перспективних напрямів вирішення проблеми покращення стану дорожньої мережі є застосування технологій ресайклінгу.

Теоретичні розробки і практичний досвід використання яких дають змогу досягти істотних технічного, економічного та екологічного ефектів. Обмежені запаси мінеральних ресурсів, нестача земельних площ, намагання зменшити негативний вплив на довкілля стимулювали в останнє десятиріччя впровадження цих технологій в практику реконструкції та ремонту автомобільних доріг, зокрема, і в Україні.

Під **ресайклінгом** розуміють як перероблення і повторне використання матеріалів наявного дорожнього одягу зі зміною або без зміни властивостей цих матеріалів.

Основною **метою ресайклінгу** дорожнього одягу є покращення його властивостей та експлуатаційних характеристик покриття внаслідок:

- перетворення зношеного та неоднорідного дорожнього одягу на стійку і одноріднішу конструкцію;
- підвищення несучої здатності дорожнього одягу загалом до рівня, що відповідає вимогам руху;
- покращення міцнісних властивостей, зниження водопроникності та підвищення ерозійної стійкості;
- захист основи та нижніх шарів дорожнього одягу.

Ресайклінг покриттів конкурує з класичною технологією відновлення, що полягає у перекритті наявного покриття асфальтобетоном, ЛЕМС тощо. Проте ресайклінг вигідно відрізняється повторним використанням наявних матеріалів,

меншою зміною відміток поверхні, мінімізацією транспортних витрат.

Комбінація різних способів ресайклінгу: «на дорозі» – коли матеріал основи дорожнього одягу використовують для приготування нової суміші, яку відразу вкладають, і «на заводі» – коли фрезерований асфальтобетонний шар вивозять на АБЗ, переробляють і надалі у вигляді нової суміші укладають на шар регенованого матеріалу. Цей метод дає змогу докорінно переробити існуючий дорожній одяг.

Вибір того чи іншого методу відновлення дорожнього одягу залежить від конкретних умов будівництва, наявності ресурсів і поставленої мети, проте незаперечні переваги технологій ресайклінгу схиляють шальки терезів при прийнятті рішень саме на їх бік.

Технології ресайклінгу шарів дорожніх покриттів класифікують за місцем здійснення ресайклінгу та температури процесу.

Місце здійснення ресайклінгу може бути на асфальтобетонному заводі і на дорозі (безпосередньо в дорожній конструкції або у пересувній установці).

За температурою процесу ресайклінг може бути:

- холодний;
- гарячий.

3.2. Технології холодного ресайклінгу дорожніх одягів

Технологія холодного ресайклінгу отримала світове визнання. Ця технологія містить такі операції:

- розпушування наявного дорожнього покриття на певну глибину;
- додавання в'язучого (цементу та/або бітумної емульсії) і води (для гідратації, перемішування та ущільнення);

- введення, у разі потреби, мінеральних матеріалів для коригування зернового складу або інших цілей та добавок ПАР;

- профілювання та ущільнення шару.

Перевагами холодного ресайклінгу є:

- відсутність забруднення довкілля завдяки повному використанню матеріалу існуючого дорожнього одягу за мінімізації обсягів перевезень нових матеріалів і площ для відвалів;

- висока якість регенованого шару внаслідок послідовного високоякісного змішування місцевих матеріалів із водою і в'язкими;

- отримання укріплених шарів значної товщини, що відрізняються гомогенністю матеріалу і забезпечують структурну цілісність дорожнього одягу;

- збереження цілісності ґрунту, оскільки під час ресайклінгу ґрунт ушкоджується менше порівняно із застосуванням традиційних дорожньо-будівельних машин для реконструкції і ремонту доріг завдяки виконанню всіх технологічних операцій за один прохід ресайклера;

- скорочення тривалості дорожньо-будівельних робіт завдяки високій продуктивності сучасних комплексів машин для ресайклінгу;

- високий рівень безпеки дорожнього руху, оскільки всі робочі машини, що виконують ресайклінг, розташовуються в межах однієї смуги руху, а відтак для руху завжди залишається друга смуга.

Наведені переваги разом роблять холодний ресайклінг найпривабливішою технологією для відновлення дорожніх покриттів за критерієм «вартість/ефективність».

3.2.1. Види і характеристика холодного ресайклінгу

Розрізняють ресайклінг на значну і малу глибина дорожніх покриттів, а також при реконструкції щебених і гравійних доріг.

Ресайклінг на значну глибину використовують для посилення ушкодженого дорожнього одягу з метою продовження терміну його експлуатації, для підсилення ушкоджених дорожніх одягів з асфальтобетонними шарами різної товщини. Подальше нанесення захисних шарів на регенований шар підвищує експлуатаційні властивості дороги. Типова глибина ресайклінгу перевищує 150 мм.

Ресайклінг на малу глибину зазвичай виконують для закриття тріщин в асфальтобетонних шарах і покращання їх експлуатаційних властивостей, а також для відновлення одягів із невеликим строком служби. Ресайклінг в цьому випадку виконують на глибину 80–150 мм. Запобігаючи проникненню води в шари основи, збільшують строк служби дорожнього одягу.

Реконструкція щебених і гравійних доріг відбувається шляхом оброблення кам'яного матеріалу бітумною емульсією або спіненим бітумом з подальшим нанесенням тонкого щебеневого або іншого захисного шару. Перевагами цього способу є відсутність пилу під час руху транспорту в сухий період і безпечні умови руху в дощову погоду з меншою ймовірністю втрати стійкості транспортними засобами. Глибина ресайклінгу цього типу зазвичай дорівнює 100–150 мм. Укріплюють гравійні дороги додаванням цементу або гашеного вапна з отриманням шару завтовшки приблизно 200 мм.

Для відновлення ушкоджених дорожніх одягів найрентабельнішими методами ремонту вважаються такі, що враховують конкретні умови будівництва, що меншою мірою характерно для будівництва нових доріг. Тому дуже важливо вибрати технологію, що враховує стан і якість матеріалів

дорожньої конструкції. З погляду строку експлуатації дорожнього одягу найважливішими характеристиками, які повинен забезпечити ресайклінг, вважають якість матеріалів в готовому регенованому шарі і товщину регенованого шару.

Види ресайклінгу обумовлюють використання відповідного набору декількох машин, різних типів в'яжучих, різні витрати на виконання робіт. В Україні для ремонту доріг з огляду на можливості їх фінансування найефективнішим є ресайклінг на малу глибину.

На рис. 3.1 наведено типовий приклад ресайклінгу з новим матеріалом і матеріалом наявного дорожнього одягу [3].

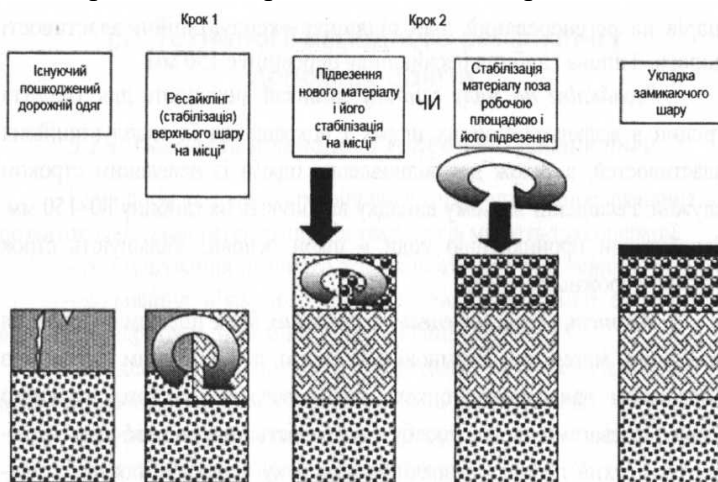


Рис. 3.1. Схема ресайклінгу дорожнього покриття

Головна машина механізованої ланки, що використовується в «холодних» технологіях – ресайклер, основним робочим органом якого є фрезерно-змішувальний барабан з великою кількістю спеціальних різців. Обертаючись проти напрямку руху машини, він руйнує і подрібнює матеріал дорожнього одягу (рис. 3.2).

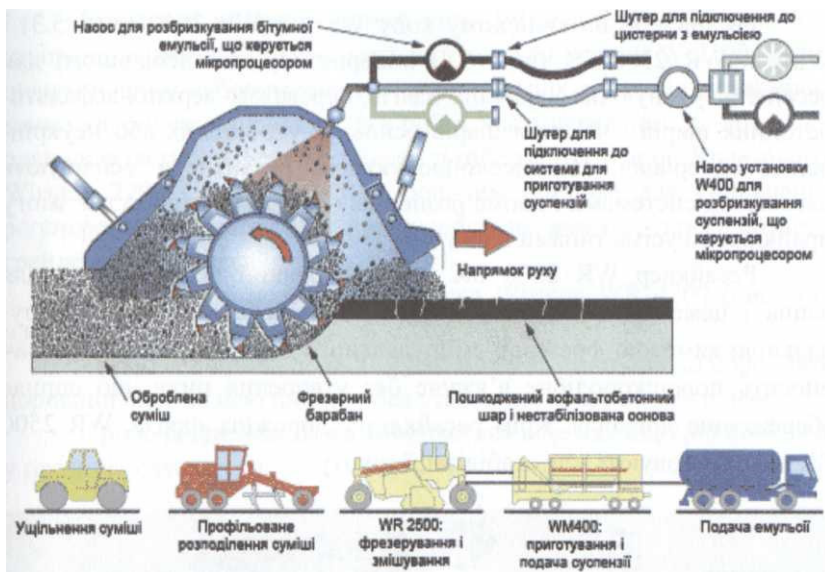


Рис. 3.2. Схема подачі в'язучих в робочу камеру ресайклера і набір машин для технології холодного ресайклінгу

Під час руху машини з обортовим фрезерно-змішувальним барабаном в його змішувальну камеру вприскується вода, яка подається гнучким шлангом з автоцистерни. Кількість води точно дозується насосом із мікропроцесорним управлінням, барабан ретельно перемішує її з подрібненим матеріалом. Вологість отриманої суміші повинна бути оптимальною з погляду уціпнення. В'язучі в рідкому стані – такі, як цементно-водна суспензія або бітумна емульсія окремо або в комбінації подаються безпосередньо до змішувальної камери. Крім цього, через окрему розподільчу рампу до змішувальної камери може подаватися спінений бітум. Порошкоподібні в'язучі, наприклад, гашене вапно зазвичай розподіляють перед ресайклером на поверхню дороги. Ресайклер, фрезуючи дорожній одяг разом із порошкоподібним в'язучим, за один прохід перемішує його з

подрібненим матеріалом і водою. Надалі шар профілюють автогрейдером і ущільнюють котками.

3.2.2. Ресайклінг із застосуванням мінеральних в'язучих

Вапно, цемент та їх суміші з золою виносу, доменним шлаком та іншими подібними матеріалами є найпоширенішими в'язучими в технології холодного ресайклінгу. Вперше застосування цементу як в'язучого (стабілізатора) було зареєстровано в США у 1917 році.

Головним завданням стабілізатора є підвищення міцності матеріалу. Крім цього, вапно, замішане разом з цементом, у процесі його гідратації реагує з частинами глини в пластичних ґрунтах, зменшуючи їхню пластичність. Використання цементу повинно бути обмежено обробленням матеріалів з числом пластичності меншим за 10. Вапно – кращий стабілізатор для більшості пластичних матеріалів.

Досягнута міцність значною мірою обумовлюється кількістю доданого стабілізатора, але також залежить від типу оброблюваного матеріалу. Всупереч деяким уявленням, значні витрати стабілізатора для підвищення міцності можуть негативно вплинути на характеристики шару. З підвищенням міцності збільшується крихкість матеріалу з подальшим погіршенням характеристик втоми укріпленого шару. Це призводить до тріщиноутворення в матеріалі за дії повторних транспортних навантажень і до відображення тріщин на поверхні покриття.

Ресайклінг дорожніх одягів із використанням цементу дає змогу відновити зношені або пошкоджені покриття до рівня відповідності умовам руху, отримати однорідний та стійкий шар необхідної товщини, механічні властивості якого близькі до властивостей цементо-ґрунту або укріпленої цементом основи. У результаті ресайклінгу цементом несуча здатність дорожнього одягу істотно зростає і, навпаки,

прогини покриття, напруження та деформації в шарах дорожнього одягу, які розташовані нижче, значно знижуються. Колійність на покритті можна виправити збільшуючи товщину укріпленого шару.

Експериментально встановлено, що максимальних показників фізико-механічних властивостей регенованого матеріалу досягають у разі ущільнювального навантаження 30 МПа і водоцементного відношення 0,4. При цьому процес гідrataції цементу в бетонах на основі фрезерованого асфальтобетону на мінеральному в'язучому не припиняється на 28 добу і позначається на подальшому зростанні міцності на стиск до 56 діб.

Багато країн вже мають позитивний досвід ресайклінгу із застосуванням цементу. Загалом результати можна вважати задовільними як для доріг із невисокою інтенсивністю руху, так і для магістральних доріг із неоднорідним складом транспортного потоку, якщо вони перекриваються асфальтобетоном достатньої товщини.

Як свідчить досвід таких країн, як Японія, Іспанія, Бельгія, Франція та Велика Британія, міцність на стиск регенованих матеріалів сягає 2,5 МПа у віці 7 діб. Для досягнення високої морозостійкості шару міцність можна збільшити.

Для ресайклінгу можна застосовувати будь-який цемент, проте найвищу якість забезпечує цемент, що містить активні мінеральні добавки, які збільшують періоди тужавіння та зручність в обробленні суміші. Дані лабораторних досліджень та практичний досвід свідчать, що у багатьох випадках можна виконувати ресайклінг із застосуванням цементу без видалення або з частковим видаленням старих асфальтобетонних шарів.

Як і у жорстких шарах основи, в регенованих мінеральними в'язучими шарах виникають поперечні тріщини внаслідок усідання матеріалу, виникнення градієнтів

температури і вологості. Для зменшення ризиків появи відображених тріщин у влаштованому зверху асфальтобетонному покритті попередньо нарізають поперечні шви з кроком 3 м у свіжоукладеному шарі. Нарізка швів рекомендується завжди, хоча ще не визначено мінімальної інтенсивності руху, за якої це необхідно робити.

У низці країн (Іспанія, Велика Британія тощо) було опубліковано рекомендації з розрахунку товщини регенерованих шарів із використанням цементу, а в Австралії було видано матеріали з розрахунку товщини таких шарів, які ґрунтуються на аналізі багатошарових конструкцій. Проте використовувати досвід інших країн потрібно обережно, враховуючи склад руху (навантаження на вісь), властивості матеріалів, які підлягають ресайклінгу, кліматичні умови, а також місцевий досвід.

Техніка, яку випускають сьогодні для ресайклінгу, дає змогу ефективно фрезувати наявне покриття на глибину до 36 см за один прохід. Типову групу машин для ресайклінгу з додаванням цементу наведено на рис. 3.3 [3]. У більшості випадків лише продуктивність ущільнювальної техніки лімітує товщину регенованого шару. Товщина шару, що регенерується з використанням цементу, повинна бути не меншою за 20 см, щоб уникнути виникнення зон зниженої товщини, які можуть стати причиною передчасного руйнування покриття від втоми.

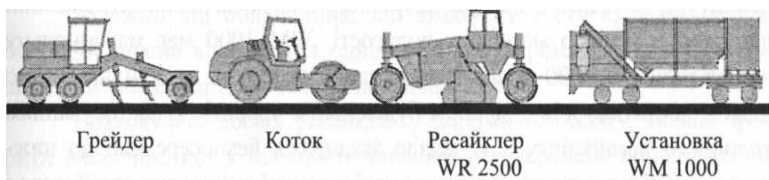


Рис. 3.3. Типова група машин для ресайклінгу з додаванням цементно-водної суспензії

Існує три способи внесення цементу. За двома першими сухий цемент до ресайклінгу розподіляють по поверхні дорожнього покриття, відповідно до третього – цементно-водну суспензію впорскують до робочої камери фрезерного агрегату під час ресайклінгу.

Доставляють цемент у мішках і розподіляють вручну (перший спосіб) переважно в країнах, де праця є недорогою і недефіцитною. Високої точності розподілення досягають завдяки ретельному позначенню дорожнього покриття сіткою, кожна чарунка якої вміщує один мішок цементу. Потім шар обережно розрівнюють лопатами з резиновими стрічками для отримання рівномірного шару.

Використання розподільника технологічних матеріалів (другий спосіб) є найпоширенішим. Існує декілька систем розподілення з потрібною витратою цементу по дорожньому покриттю (стрічкові конвеєри, гвинтові транспортери, пневматичні вентилятори). Кожен з них має свої переваги і недоліки, перевіряють витрату цементу дослідним шляхом.

За будь-якого методу розподілення сухого цементу на результат впливає погода, особливо вітер і дощ. Дрібні частки цементу легко піднімаються в повітря вітром і вантажними автомобілями, що рухаються суміжними смугами. У результаті кількість цементу в суміші зменшується, а його розподілення в суміші стає нерівномірним. Дощ спричиняє гідратацію цементу, який негайно обробляють або бракують.

Найбільш прогресивним і продуктивним способом є введення цементу у вигляді цементно-водної суспензії (третій спосіб).

У даному випадку, доповнює лінійку машин, установка WM 1000 (див. рис. 3.3) для приготування цементно-водної суспензії. Вона обладнана бункером цементу (25 м^3) і великою водяною цистерною (11000 л). Цемент транспортується шнеком, тензодатчики визначають його масу, після чого точно задана кількість цементу змішується з водою, потрібною для

досягнення оптимальної для регенованого матеріалу вологості. WM 1000 має максимальну продуктивність 1000 л цементно-водної суспензії на хвилину, чого цілком достатньо для більшості будівельних проектів із застосуванням холодного ресайклінгу. Суспензію закачують безпосередньо до нижньої розподільчої рампи, розташованої в камері змішувача ресайклера і впорскують в подрібнений матеріал. Найчастіше ця установка під час роботи рухається перед самим ресайклером.

У загальному вигляді процес ресайклінгу містить такі операції:

- підготовка поверхні (очищення з видаленням усіх потенційно шкідливих матеріалів, таких як глина або органічні речовини);

- за необхідності коригування зернового складу шляхом подрібнення, видалення або додавання нових матеріалів;

- розподілення цементу;

- фрезування дорожнього одягу на необхідну глибину із введенням води та перемішуванням складових суміші;

- влаштування швів;

- попереднє ущільнення шару;

- оброблення поверхні;

- остаточне ущільнення;

- укладання шару догляду та захисного шару;

- укладання асфальтобетонного покриття.

Залежно від обладнання, що використовується, деякі із цих операцій можна виконувати одночасно або окремо, а послідовність операцій може відрізнятися від наведеної вище.

Враховуючи досвід ресайклінгу дорожнього одягу, можна зробити висновок, що у більшості випадків регенерувати пошкоджений дорожній одяг з додаванням цементу можна з повним або частковим зняттям існуючих шарів з асфальтобетону. Оптимальним вважається варіант,

коли товщина шарів на основі бітуму не перевищує $1/3$ загальної глибини ресайклінгу.

Поверхню регенованого цементом шару необхідно захищати від висихання протягом 7 діб. Якщо швидкість висихання перевищує швидкість набирання міцності, на поверхні шару можуть з'явитися тріщини усідання. Догляд забезпечується регулярним змочуванням поверхні водою за допомогою візка з баком і розподільчою трубою з дрібними соплами.

Якість готового шару оцінюється за показником границі міцності за вільного стискання зразка суміші, взятого за ресайклером, при цьому контролюється час між відбором зразків у полі та ущільненням зразків у лабораторії. Випробування повинні моделювати польові умови. Будь-яка істотна затримка може стати причиною зниження міцності з причини гідратації цементу перед ущільненням.

Підбираючи склад суміші, зазвичай визначають вміст цементу, необхідний для отримання міцності регенованого матеріалу у верхній частині дорожнього одягу за вільного стискання від 1,5 до 3,0 МПа. Для цього рекомендовано такі витрати цементу у мас.% від матеріалу, що підлягає ресайклінгу:

а) матеріал старого дорожнього одягу/щебінь (50/50 %) – 2,0–2,5;

б) щебінь – 2,0–3,0;

в) природний гравій (число пластичності < 10 , 3,0–4,0. каліфорнійське число > 30).

Важливим чинником забезпечення якості регенованого матеріалу є час оброблення. Змішування, укладання, ущільнення і фінішування виконують якнайшвидше. Максимум 4 години відводяться для оброблення матеріалу цементом, починаючи з моменту його першого контакту з матеріалом до закінчення ущільнення. З використанням сучасних машин для ресайклінгу цей час часто

скорочується і становить менше години. Крім цього, контролюється показник середньої щільності регенованого матеріалу. Як правило, середня щільність має бути не меншою за 97% від необхідного значення.

3.2.3. Ресайклінг із застосуванням органічних в'язучих

Широке використання в різних країнах технології холодного ресайклінгу шарів дорожнього одягу безпосередньо на дорозі із застосуванням бітумної емульсії або спіненого бітуму свідчить про її економічну і технологічну ефективність під час реконструкції одягів на дорогах із середньою інтенсивністю руху. Слід відзначити велику кількість способів реалізації цієї технології – від укріплення шарів із незв'язаних гравійних матеріалів до відновлення шарів покриття з асфальтобетону.

Холодний ресайклінг дорожніх одягів з використанням бітумної емульсії або спіненого бітуму полягає у фрезеруванні або подрібненні старих шарів і введенні до подрібненого матеріалу в'язучого у вигляді емульсії або спіненого бітуму (рис. 3.4) [3]. Після профілювання та ущільнення шар покриття набуває зв'язності і відновлює свої функції.



Рис. 3.4. Ресайклінг із застосуванням органічних в'язучих

Ресайклінг дорожнього одягу безпосередньо на дорозі з використанням емульсії або спіненого бітуму виконують у випадках:

- для ресайклінгу частини верхніх шарів дорожнього одягу на основі бітуму з метою утворення шару основи або нижнього шару покриття;

- у випадку ресайклінгу всіх або частини шарів на основі бітуму і частини шарів основи з незв'язного матеріалу з метою улаштування нового шару основи;

- для укріплення незв'язних кам'яних матеріалів з метою формування нового додаткового шару або основи.

Використовуючи бітумні емульсії, можна регенерувати асфальтобетонні шари завтовшки від 5 до 12 см, а шари з неукріплених матеріалів – від 10 до 15 см. Якщо вимоги до ущільнення не надто жорсткі, ресайклінг зернистих матеріалів можна виконати на більшу глибину – до 25 см. У випадку застосування спіненого бітуму глибина ресайклінгу становить відповідно 15 см для шарів зі старого асфальтобетону і 30 см для зернистих матеріалів.

Холодний ресайклінг шарів дорожніх одягів безпосередньо на дорозі з використанням бітумної емульсії як в'язучого не має виконуватися за температури повітря, нижчої за 5° С. Якщо температура мінерального матеріалу нижча за 10° С, то існує реальна небезпека того, що спінений бітум недостатньо рівномірно розподілиться у суміші. Роботи не можна проводити під час дощу або коли він очікується. Оптимальною є температура навколишнього середовища у межах 15–20° С.

3.2.4. Ресайклінг із застосуванням комбінованих в'язучих

Якщо бітумну емульсію або спінений бітум застосовують у комбінації з цементно-водною суспензією, комплектується відповідна група машин, при цьому бітумну

автоцистерну штовхають перед установкою для приготування цементно-водної суспензії, як це показано на рис. 3.5 [3].



Рис. 3.5. Ресайклінг із застосуванням комбінованих в'язучих

За превалюючого вмісту цементу в матеріалі на комбінованому в'язучому першочергову роль відіграють процеси кристалізаційного тверднення новоутворень гідратованих мінералів цементу, які надають структурі міцності. Органічна складова комбінованого в'язучого виконує роль гідрофобізатора поверхні та надає структурі деякої деформативної здатності.

За наявності вмісту в матеріалі бітумної емульсії, першочергову роль відіграють адсорбційні процеси, які надають структурі підвищеної деформативності, морозостійкості і тріщиностійкості порівняно з матеріалом з переважним вмістом цементу. Структура такого матеріалу характеризується високим ступенем насиченості коагуляційними зв'язками і за властивостями наближається до асфальтобетонів.

Вміст цементу не менший за 5 мас.% і бітумної емульсії не більший за 2 мас.% забезпечують отримання за технологією холодного ресайклінгу фрезерованого асфальтобетону, що за показником зсувостійкості є близьким до гарячих дрібнозернистих асфальтобетонів.

3.3. Технології гарячого ресайклінгу дорожніх покриттів

3.3.1. Ресайклінг на асфальтобетонному заводі

Внаслідок реалізації технології гарячого ресайклінгу досягають такої самої несучої здатності конструкції дорожнього одягу, яка була раніше. Будь-який інший спосіб ресайклінгу старого асфальтобетону (наприклад, холодний ресайклінг на основі цементу) призводить до отримання шарів дорожнього одягу з нижчою несучою здатністю. Для забезпечення однакової несучої здатності необхідно в середньому в 2,5 рази збільшити товщину шарів, отриманих за допомогою технології холодного ресайклінгу. Тому технологія гарячого ресайклінгу асфальтобетонів зі старих покриттів на заводі є економічно привабливішою [6].

У виробництві гарячих асфальтобетонних сумішей, складовим компонентом яких є асфальтовий гранулят, додатково висуваються вимоги до таких показників:

- гранулометрія мінеральних матеріалів у асфальтовому грануляті;
- кількість в'язучого в асфальтовому грануляті і значення його в'язкості;
- кількість і гранулометрія щебеню в асфальтовому грануляті, та інші показники якості мінеральних часток;
- вміст поліциклічних ароматичних вуглеводнів у асфальтовому грануляті;
- вміст модифікованого в'язучого і спосіб модифікації (наприклад, полімерами).

Як правило, асфальтовий гранулят заздалегідь нагромаджують і зберігають до того, як буде використаний. Враховуючи властивості цієї сировини, виробник асфальтобетону добирає оптимальний склад гарячої асфальтобетонної суміші. При цьому слід звертати увагу на те, щоб асфальтовий гранулят залишався однорідним.

Важливим критерієм визначення максимальної кількості асфальтового грануляту в суміші є його однорідність. При цьому враховуються також такі чинники:

- властивості мінеральних матеріалів і в'язучого;
- однорідність властивостей;
- наявне на заводі обладнання.

Головна ідея під час добору складу асфальтобетонної суміші полягає в тому, щоб властивості суміші старого і нового бітуму відповідали вимогам до бітуму, призначеного для типу проекрованої суміші. При цьому також враховується, що у процесі приготування гарячої асфальтобетонної суміші на АБЗ відбуватиметься інтенсивне об'єднання старого і нового бітуму. У низці країн діють обмеження щодо в'язкості старого бітуму. Так, наприклад, рекомендовано застосовувати асфальтовий гранулят, в якому старий бітум характеризується пенетрацією за 25° С – 15 град, (середнє значення для 5 вимірів) і мінімум – 10 град.

Багато різних способів гарячого ресайклінгу асфальтобетону зі старих покриттів на заводі мають спільні ознаки:

- використовують фрезерований або подрібнений асфальтобетон зі старого покриття;
- матеріал обробляють в'язучим на АБЗ або в спеціальній установці, аналогічній асфальтозмішувачу;
- старий асфальтобетон додають до нового в кількості від 20 до 80 мас.% або використовують весь без додавання нових матеріалів;
- отриману асфальтобетонну суміш укладають в шари дорожньої конструкції так само, як традиційну асфальтобетонну суміш.

При цьому передбачено, що асфальтобетон, який містить асфальтовий гранулят, повинен мати такі самі функціональні властивості, як і новий асфальтобетон.

Існує декілька методів введення асфальтового грануляту до нових матеріалів, що дає змогу змінювати гранулометричний склад самої суміші і асфальтового грануляту, на виході отримуючи гарячі асфальтобетонні суміші для різних шарів дорожнього одягу.

На заводах періодичної дії без додаткового сушильного барабану (рис. 3.6) [3] асфальтовий гранулят попередньо не нагрівається в окремому сушильному барабані, а вводиться через ваговий дозатор безпосередньо в асфальтозмішувач на нагріті до необхідної температури (максимальна – 275°C) нові мінеральні матеріали. При цьому утворюється пара, яку відкачують і вилучають через систему збирання і видалення пилу на заводі. У таких випадках максимальну температуру процесу змішування складових обмежують, щоб уникнути можливого пошкодження окремих вузлів АБЗ. Як правило, в асфальтозмішувач вводять 15 мас.% асфальтового грануляту (максимум 20 мас.%).

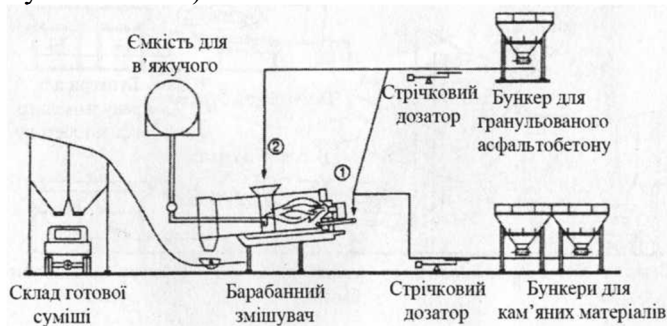


Рис. 3.6. Схема заводу періодичної дії для перемішування асфальтового грануляту з новими мінеральними матеріалами

Асфальтовий гранулят можна вводити до дозувальних відділень мінеральних матеріалів через окремий дозатор. Це дає змогу розсіювати новий мінеральний матеріал без будь-якого впливу асфальтового грануляту на гранулометричний склад. Щоби запобігти окисненню нового в'язучого, яке

вводять в асфальтозмішувач, рекомендується перемішувати новий мінеральний матеріал з асфальтовим гранулятом перед додаванням в'язучого у суміші.

На АБЗ з окремим сушильним барабаном (рис. 3.7) його оснащують пальником для висушування і попереднього нагрівання асфальтового грануляту до 130°C . Після цього асфальтовий гранулят як окремий компонент суміші подають за допомогою дозувального устаткування у змішувач і перемішують з новим мінеральним матеріалом, нагрітим до вищої температури, щоб результуюча температура суміші становила близько 160°C [3].

У випадку введення висушеного і попередньо нагрітого асфальтового грануляту мінімальна його кількість може становити в гарячій асфальтобетонній суміші 50 мас.% і навіть 80 мас.% за умови гарантованої постійності якості й однорідності асфальтового грануляту.

Щоб запобігти старінню бітуму перед його додаванням в гарячу асфальтобетонну суміш, суміш асфальтового грануляту і нових мінеральних матеріалів перемішують протягом 10 секунд. При цьому загальна тривалість перемішування збільшується, а продуктивність заводу зменшується порівняно зі звичайними асфальтобетонними заводами, на яких виготовляють традиційні асфальтобетонні суміші.

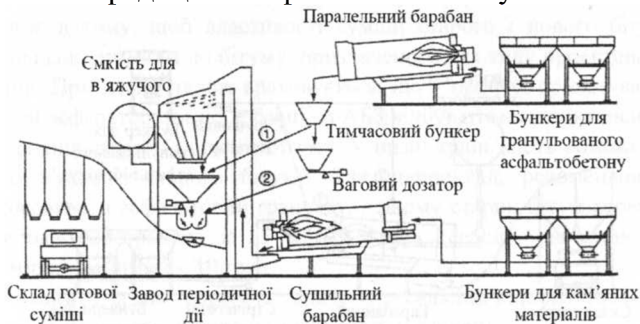


Рис. 3.7. Асфальтозмішувач періодичної дії з додатковим сушильним барабаном

Транспортування і укладання гарячої асфальтобетонної суміші, виготовленої з асфальтового грануляту, не відрізняються від традиційної технології.

3.4. Технологія інфрачервоної регенерації асфальтобетону

Технологія інфрачервоного ремонту дозволяє проводити ремонтні роботи, не залишаючи швів, які вимагають менше витрат фінансів та часу. Результатами інфрачервоної обробки є надійний та привабливий ремонт, під час якого регенерується існуючий асфальт.

Регенерація – у перекладі з латинської означає відновлення, відродження. Щодо асфальтобетону регенерація – це обробка або переробка старого матеріалу з наданням йому фізико-механічних показників, близьких до початкових.

Технологія інфрачервоного ремонту поділяють на чотири послідовні етапи (рис. 3.8) [3].

1. Розігрівання ушкодженого асфальтобетонного покриття. Встановлюють нагрівач над місцем ремонту. Пристрій плавно нагріває асфальтобетон на ремонтованій ділянці і навколо неї до температури 150–180° С, тобто температури, з якою новий асфальтобетон надходить із заводу. Плавне нагрівання, контролювання температури і відсутність відкритого полум'я запобігають вигорянню бітуму.

2. Усунення дефектів покриття. Граблями розпушують розігріту поверхню, додають необхідну кількість свіжого матеріалу (це може бути як гарячий, так і холодний асфальтобетон), потім граблями ретельно перемішують матеріал. Для покращення властивостей додають пластифікатор з розрахунку 0,1–0,2 кг/м².

3. Ущільнення. Ущільнюють поверхню ручним віброкатком або вібротрамбовкою.

4. Оброблення праймером. Для додаткового захисту від вологи обробляють відремонтовану поверхню праймером.

Простота та універсальність, які притаманні інфрачервоному устаткуванню, дають змогу ремонтній бригаді цілорічно швидко викопувати завдання, пов'язані з усуненням дефектів дорожніх покриттів.

Інфрачервона регенерація є надійним і привабливим методом ремонту асфальтобетонних покриттів, під час якого регенерується існуючий асфальтобетон. З огляду на вартість асфальтобетону, витрати на транспортування і перероблення старого матеріалу, цей варіант стає все привабливішим альтернативним способом ремонту.

Інфрачервоні промені мають здатність «виробляти тепло глибоко всередині предмета». З цієї причини при ремонті та регенерації асфальту відбувається глибоке нагрівання без закипання, відшаровування та поділу бітуму від заповнювача. Таким чином, процес виконання інфрачервоного нагріву не змінює власних характеристик асфальтобетону.

Раніше застосовувалися методи розігріву асфальту із використанням відкритого полум'я. Як правило, при такому методі асфальт просто ставав непридатним для подальшого використання, він пересушувався і перепалювався, порушуючи властивості бітуму, руйнування відремонтованих таким методом ділянок відбувалося за короткий термін. Причиною було те, що при нагріванні відкритим полум'ям верхній шар асфальтобетонного покриття вигорав. Так як при нагріванні відкритим методом тепло починає проникати через надмірне нагрівання верхнього шару на відміну від інфрачервоних променів, які легко проникають всередину покриття. Чим далі і глибше необхідно доставити тепло, тим сильніше поверхня нагрівається від джерела тепла і, як результат, відбувається перепал асфальту. Інфрачервоне випромінювання працює трохи інакше. Чим глибше Ви хочете прогріти асфальт, тим вище необхідно встановити

інфрачервону панель установки над поверхнею для більш глибокого проникнення променів.



Рис. 3.8. Етапи ремонту покриття за технологією інфрачервоної регенерації: а) ділянка ушкодженого покриття; б) розігрівання покриття; в) розпушування розігрітого покриття; г) додавання нового матеріалу; д) ущільнення покриття; е) відремонтована ділянка

Простота та універсальність, яку має інфрачервоне обладнання, дозволяє ремонтній бригаді швидко і без проблем вирішувати завдання, пов'язані з усуненням дефектів дорожніх покриттів.

Застосування технології інфрачервоного нагрівання усуває більшість недоліків присутніх при технологічних процесах ремонту асфальту, що використовуються на сьогоднішній день, такі як: холодні з'єднання, підвищені шумові показники, швидкість виконання робіт, витрати енергоресурсів, не повна утилізація матеріалів та видалення відходів. Приймаючи у знімання вищезгадані недоліки, використання процесу інфрачервоного ремонту, за якістю можна порівняти з капітальним ремонтом (без урахування проблем з основою).

Технології інфрачервоного ремонту асфальту застосовуються при ямковому ремонті, ділянок навколо люків, роботи на мостах і пандусах, ремонт асфальтового покриття при встановленні бордюрного каменю, декоративний дизайн асфальту, нанесення термопластика, залізничні переїзди, спаювання кромки при укладанні асфальту, нагрівання та сушка покриття перед нанесенням дорожньої розмітки та прогинів, швів на парковках та шосе, вирівнювання дорожніх узбіччя та зливових стоків, руліжних доріжок в аеропортах, прогрівання земляних настилів у зимовий період. Технологія інфрачервоного ремонту вирішує задачу цілорічного усунення дефектів асфальтного покриття.

Головним недоліком звичайного методу ремонту є холодне з'єднання. Навіть якщо робота виконана дуже ґрунтовно, Ви все одно укладаєте нагрітий матеріал на холодну основу. Щоразу, коли Ви використовуєте два матеріали з різною температурою при укладанні разом, формується холодне з'єднання, а це слабке місце. Зв'язок двох поверхонь, навіть заглажених і ущільнених до необхідної міри не є міцним і, зрештою, ці ділянки розділяться. Це

створює місце для попадання сміття та води в глибину основи, і в результаті призведе до руйнування суміші для ремонту.

При ремонті методом інфрачервоного випромінювання ділянки, що ремонтуються, і прилеглі до них площі одночасно піддаються впливу температури. Це створює на ділянках термальний зв'язок у існуючому дорожньому покритті, усуваючи точки неміцності.

3.5. Струменево-ін'єкційна технологія ремонту

Струменево-ін'єкційна технологія ліквідації ямковості на дорожніх покриттях сьогодні є однією з найпрогресивніших в Україні, водночас в країнах Європи і в Америці її успішно застосовують вже достатньо давно. До ремонтно-експлуатаційних робіт, які виконують за цією технологією, належать: шпарування вибоїн, просідань, проломів, тріщин і швів.

Сутність струменево-ін'єкційної технології полягає в тому, що всі необхідні операції (рис. 3.9) [3] виконуються робочим органом однієї машини (установки) самохідного або причіпного типу – пневмо-гідравлічною гарматою. Завдяки цьому досягають високої продуктивності праці – до 500 м² у зміну відремонтованого покриття. Цей метод характеризується одночасним або роздільним подаванням повітря та компонентів бітумомінеральної суміші трубопроводом до робочого органу машини.

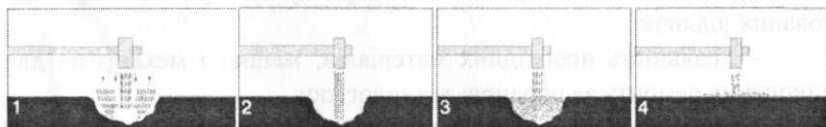


Рис. 3.9. Загальна послідовність виконання операцій за струменево-ін'єкційним способом ліквідації ямковості: 1 – очищення; 2 – обмазка; 3 – заповнення і ущільнення; 4 – суха посипка

Технологія проведення робіт з ямкового ремонту покриття є такою:

- орієнтація машини за шириною покриття біля ділянки, що ремонтується;

- очищення місця ремонту стислим повітрям (до 0,5 МПа) для видалення пилу, бруду, мулистих відкладень тощо;

- оброблення місця руйнування бітумною емульсією;

- заповнення дефекту дрібним щебенем, обробленим бітумною емульсією в камері змішування машини, під тиском 0,02 МПа;

- оброблення поверхні зашпарованого руйнування бітумною емульсією;

- остаточне засипання поверхні необробленою щебеневою сумішшю;

- короткочасний догляд для стабілізації відремонтованої ділянки.

Підготовка вибоїни до ремонту зводиться до її ретельного очищення від пилу, сміття і вологи шляхом продування високошвидкісним струменем повітря і до оброблення поверхні вибоїни бітумною емульсією. Операції вирубання або фрезерування асфальтобетону навколо вибоїни за цією технологією можуть не проводитися.

Шпарують вибоїни, заповнюючи її дрібним щебенем, обробленим бітумною емульсією в камері змішування машини. Оскільки подають щебінь повітряним струменем, він укладається до вибоїни дуже швидко, добре ущільнюється, тому немає необхідності додатково використовувати віброплити або віброкатки.

Для ямкового ремонту за струменево-ін'єкційною технологією рекомендується використовувати чистий кубоподібний щебінь фракції 5–15 (20) мм і швидкокорозпадну катіонактивну (для кислих кам'яних порід) і аніонактивну (для основних кам'яних порід) бітумну емульсію 60–70 мас.%

концентрації. Заздалегідь у лабораторії перевіряють адгезію бітуму до щебню і час розпаду емульсії, який не повинен перевищувати 25–30 хв. За необхідності слід вносити корективи до складу емульсії та адгезійних добавок.

Основні конструктивні елементи машини або установки для струменево-ін'єкційної технології наведено на рис. 3.10 [3].

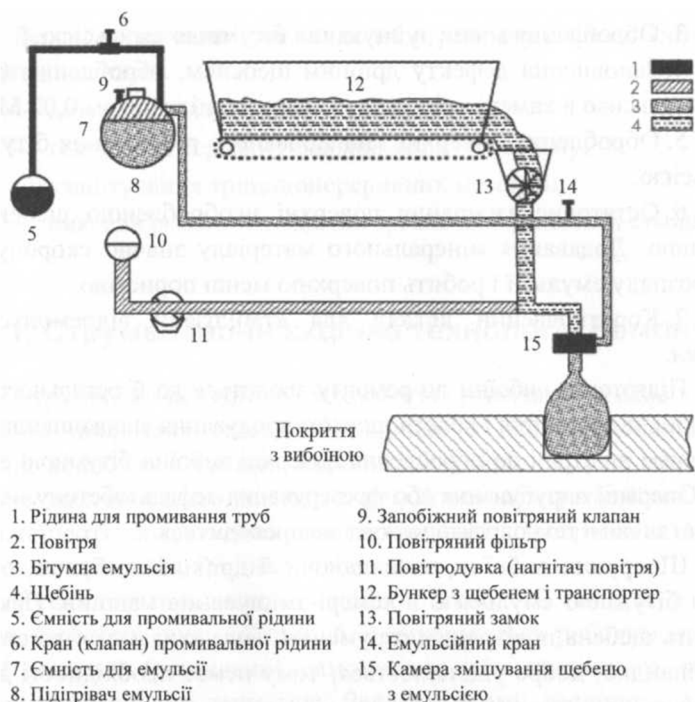


Рис. 3.10. Принципова технологічна схема установки з ліквідації ямковості на покритті дороги струменево-ін'єкційним способом

Витрата емульсії вказаної концентрації для оброблення вибоїн і оброблення щебеню в камері змішування машини орієнтовано становить 3–5 мас.% щебеню.

Всі елементи і агрегати можуть стаціонарно монтуватися на базових вантажівках (див. рис. 2.1–2.3) У деяких випадках можливо їх об'єднати на окремій рамі у вигляді навісного модуля. В Україні налагоджено виробництво такого обладнання за назвою УЯР-01 (див. рис. 2.3).

Такі машини передбачають вихід ремонтера-машиніста з кабіни транспортного засобу для виконання ямкового ремонту позаду автомобіля або причепа. Згодом цю технологію і схему виконання робіт дещо удосконалено. Зокрема, пневмогідравлічну гармату, що подає матеріали до вибоїни, встановлюють попереду автомобіля і закріплюють на легкій стрілі гідроманіпулятора, яка здатна видовжуватись, складатися і горизонтально повертатися, обслуговуючи певний сектор покриття. Пульти управління всіма операціями розміщено в кабіні вантажівки, і водію-ремонтеру немає потреби покидати своє робоче місце. Він шпарує вибоїни з кабіни протягом 20–30 с (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Самохідна машина фірми Savalco (Швеція) для ліквідації ям і вибоїн за струменево-ін'єкційною технологією

Струменево-ін'єкційну технологію можна використовувати упродовж майже всього року. Досвід впровадження цієї технології в Україні, а також практика його використання в США, Англії і Швеції показують, що міцного і довговічного шпарування вибоїни можна досягти навіть за температури повітря до мінус 10° С за умови використання зимового обладнання.

Доглядають за укладеним покриттям, проводять шляхом регулювання і обмеження швидкості руху транспортного потоку. Не рекомендується проводити ремонтні роботи під час дощу та снігопаду. У даному випадку складно або навіть неможливо очистити вибоїни від вологи, пилу і сміття та обробити її бітумною емульсією.

Дослідження і досвід роботи протягом декількох останніх років (переважно в США) показали, що для якості ямкового ремонту чистота і сухість вибоїни відіграють важливішу роль, ніж навіть температура матеріалу і зовнішнього повітря. Тому струменево-ін'єкційну технологію останнім часом якісно вдосконалено, зокрема очищення і сушіння вибоїни продуванням високошвидкісним струменем повітря замінено на вакуумне очищення (рис. 3.12) [3].

У даному випадку високопродуктивний вакуумний насос відсмоктує з вибоїн сміття, пил і вологу. Поверхня стає сухішою і чистішою, ніж після звичайного підмітання або продування стиснутим повітрям.

Оброблення бітумною емульсією і заповнення вибоїн щебнем, за вакуумно-струменево-ін'єкційною технологією аналогічне, як за струменево-ін'єкційною технологією.

Зазвичай так ремонтують вибоїни в початковій стадії руйнування покриттів, тобто переважно невеликого розміру (діаметр не більший за 40–60 см і глибина до 5 см), хоча немає принципових застережень і перешкод для ремонту вибоїн і карт більшого розміру.

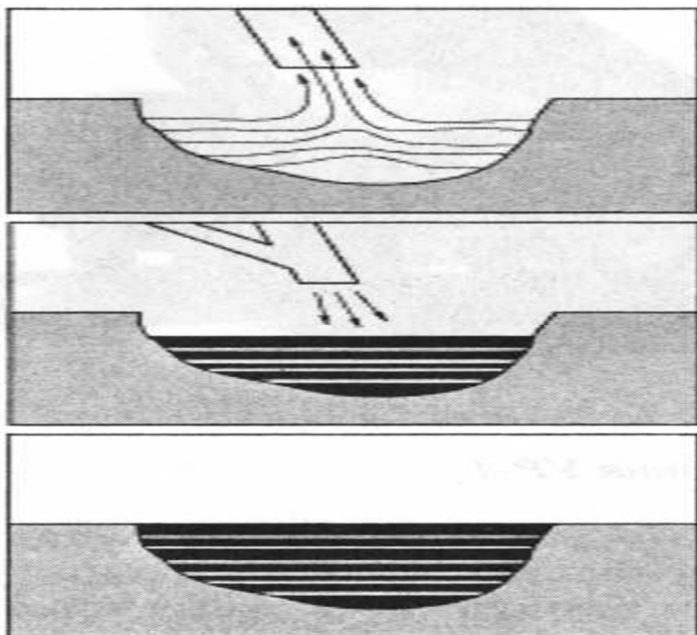


Рис. 3.12. Операції шпарування вибоїни за вакуумно-струменево-ін'єкційною технологією

Струменево-ін'єкційна технологія є ефективним способом механізації ямкового ремонту і за своєю сутністю аналогічна методу торкретування під час бетонних опоряджувальних робіт. Розробники методу і устаткування на підставі досвіду його використання в 25 штатах США дають гарантію на 3-річний термін експлуатації відремонтованих місць.

3.6. Технологія ремонту асфальтобетонних покриттів із застосуванням холодного асфальтобетону

Ремонтні роботи з усунення вибоїн можна здійснювати з використанням традиційних складованих холодних

асфальтобетонних сумішей за температури повітря, не нижчої за мінус 10° С, при цьому сніг або дрібний незначний дощ не є перешкодою для ремонту. На ділянках з інтенсивністю руху понад 1000 авт./добу необхідно застосовувати суміші щільного типу, до 1000 авт./добу допускається використання і пористих сумішей. Вибойну завглибшки до 3 см необхідно поглибити до 5 см за допомогою перфоратора або мотобетонолома. У разі глибини вибоїни понад 10 см нижню її частину заповнюють необробленим щебнем або щебнем, що оброблений органічним в'язучим з трамбуванням. Дно і стінки вибоїни перед укладанням суміші очищають від бруду, ретельно промивають водою, після чого воду видаляють і заповнюють асфальтобетонною сумішшю. У цьому разі дно і стінки вибоїни не ґрунтують. Заповнення сумішшю ведуть поступово з трамбуванням і з деяким запасом за висотою, з огляду на подальше ущільнення транспортними засобами цей запас становить орієнтовно 1,0–1,5 см на 5 см глибини вибоїни.

Остаточну відремонтовану ділянку ущільнюють пневмокатком за 3–5 проходів по одному сліду. Рух по дорозі можна відкривати відразу після проведення ремонтних робіт.

Формується структура матеріалу протягом 3–30 діб залежно від погодних умов та інтенсивності руху транспортних засобів. Досвід експлуатації показує, що на ділянках, відремонтованих у несприятливі за погодними умовами періоди року, «латки» переважно не витримують більше року. Вищої якості робіт досягають, використовуючи холодні асфальтобетонні суміші на основі бітумних емульсій або бітумів, що містять розчинники (рис. 3.13).

Під час укладання холодної асфальтобетонної суміші не потрібно кваліфікованої робочої сили і спеціальної техніки; її можна доставляти до місця ремонту невеликими партіями (у багажнику легкового автомобіля). Отже, можна проводити

оперативний ремонт за утворення незначних вибоїн, не даючи їм збільшуватися.

Досвід застосування холодної складованої асфальтобетонної суміші для ямкового ремонту асфальтобетонних покриттів на автодорогах загального користування показав, що незаперечною перевагою цієї технології є те, що технологічний процес потребує участі 4–6 робітників, а роботи з ущільнення – мінімальної кількості техніки.

Основними перевагами холодних складованих асфальтобетонних сумішей є:

- цілорічність використання;
- тривалий термін зберігання;
- екологічність (мінімальний парниковий ефект);
- мінімальне використання трудовитрат;
- простота технології виконання робіт (не потрібна дорога і високотехнологічна дорожно-будівельна техніка);
- оперативність;
- введення в експлуатацію відремонтованого асфальтобетонного покриття відразу після завершення ремонтних робіт.



Рис. 3.13. Холодна пакетована асфальтобетонна суміш для ямкового ремонту

Недоліками цієї технології, окрім високої ціни складованої холодної суміші, є менший опір зсуву, що не дає змоги її застосовувати для ремонту дорожнього полотна в місцях гальмування, на перехрестях і автобусних зупинках.

Оптимальним варіантом є використання холодної складованої суміші для оперативного ремонту покриттів на початковій стадії руйнування при від'ємних температурах повітря і невеликих площах ремонтovanого покриття.

Застосування холодної складованої суміші для оперативного ремонту покриттів істотно знижує витрати на ремонтні роботи у найнесприятливіші за погодними умовами періоди року, зменшити об'єми руйнувань на покриттях і підвищити безпеку дорожнього руху.

Незалежність від погодних умов та інші переваги роблять технологію холодної асфальтобетонної суміші гідним конкурентом традиційній гарячій технології.

3.7. Ремонт тріщин на дорожньому покритті

Найбільш поширеним видом дефектів є тріщини. Вчасно не відремонтовані тріщини поступово перетворюються на осередок руйнування дорожнього одягу (рис. 3.14, 3.15, 3.16).

Тріщини класифікуються по ширині на вузькі – до 5 мм, середні – 5–10 мм і широкі – 10–30 мм. Основним завданням при ремонті тріщин є запобігання проникнення через них води в нижні шари дорожнього одягу. Гідроізоляція тріщин досягається за рахунок їх герметизації бітумом або спеціальними матеріалами – гумово-бітумною або бітумно-полімерної мастиками. В залежності від ширини та причин утворення тріщин вибирається технологія їх ремонту та склад устаткування, що буде застосовуватись. Основним завданням при ремонті тріщин є запобігання проникнення через них води в нижні шари дорожнього одягу.

При наявності на покритті мережі дрібних тріщин, спричинених недостатньою міцністю основи, їх не закривають, а на площі, більшій зруйнованого місця, руйнують дорожнє покриття. Після цього видаляють матеріал покриття основи та підстилаючого шару і влаштовують нову основу та асфальтобетонне покриття. Гідроізоляція тріщин досягається за рахунок їх герметизації бітумом або спеціальними матеріалами – гумово-бітумною або бітумно-полімерною мастиками.





Рис. 3.14. Дефекти асфальтобетонного аеродромного покриття



Рис. 3.15. Сітка тріщин асфальтобетонного покриття



Рис. 3.16. Дефекты щебеневого виmoщення асфальтобетонного аеродромного покриття

Для ремонту тріщин в асфальтобетонному покритті дороги можливе використання бітумної стрічки, що складається з модифікованого полімерами бітуму, змішаного із заповнювачами за певною рецептурою. Стрічка на бітумній основі використовується для ремонту швів та тріщин шириною до п'яти міліметрів, тобто там, де потрібне просте та оперативне відновлення асфальтобетонної поверхні. Вона має гарну адгезію до асфальтобетонного покриття, еластична та добре ущільнюється.

Бітумно-полімерна стрічка для ремонту тріщин без проблем накладається на стики асфальтового покриття та не допускає проникнення поверхневої води. Сучасна промисловість виробляє величезну кількість матеріалів для герметизації та гідроізоляції тріщин і з'єднань, що виникають в результаті експлуатації та ремонтів на автомобільних дорогах. У перелік цих матеріалів входять: каучукові стрічки, бутил каучукові стрічки, бітумно-каучукові стрічки, а також бітумно-каучукові мастики.

Вся продукція має відповідну упаковку, яка зручна для транспортування та забезпечує безпеку. Усі матеріали готові до використання. Стикувальна стрічка спеціально розроблена для влаштування з'єднань гарячого асфальтобетону, з холодною кромкою фрезерованого або раніше укладеного дорожнього покриття. В результаті випробувань стикувальних з'єднань було з'ясовано, що водонасичення дорожнього полотна в місцях використання стрічки на 45 відсотків нижче, ніж у районах де стрічка не застосовувалася. Каучукова стрічка призначена для герметичного з'єднання холодної кромки підготовленої поверхні дорожнього покриття та свіжого асфальтобетону. Перед укладанням на стрічку з одного боку наноситься спеціальний клей, що забезпечує адгезію в холодному стані або стрічка може бути самоклеюча, тому місце укладання має бути ретельно очищене від різного роду забруднень.

Виготовляється стрічка шириною 10, 50, 100 міліметрів, товщиною 3 міліметри, довжиною 15 метрів (рулон). Бутил каучукова стрічка складається з нетканого полотна, просоченого бутилкаучуком. Стрічка має високу адгезію, добре приклеюється до асфальтобетону, швидко полімеризується, довговічна. Витримує дію будь яких погодних факторів: спеку та мороз, дощ та сніг, пил та бруд. Виготовляється товщиною від 0,75 до 2 мм, шириною від 40 до 200 мм, довжиною від 15 до 25 метрів. Стрічка бітумно-каучукова складається з нафтових бітумів, каучуку, пластифікаторів і структуруючих добавок. Стрічку виготовляють шляхом екструзії у промислових умовах. Унікальність бітумної стрічки полягає в тому, що ефект герметизації відбувається в момент укладання гарячого асфальту. Виготовляється завтовшки від 5 до 8 міліметрів, шириною 50 міліметрів, довжиною від 9,5–10,5 метрів. Стрічка змотана в рулони та упакована у картонні коробки. Для забезпечення якості герметизації тріщин бажано використовувати мастики гарячого застосування.

Бітумно каучукова мастика є готовою композитною сумішшю, що складається з нафтових бітумів, гумової крихти, модифікуючих полімерів і смол. Мастика перед застосуванням розігрівається, потім укладається раніше підготовлену поверхню. В даний час як вітчизняні, так і зарубіжні фірми випускають широку гаму мастик, кращими з яких за експлуатаційними якостями є бітумно-полімерні. При виборі мастик необхідно орієнтуватися на їх основні властивості: – температуру розм'якшення, яка в окремих марок становить $+100^{\circ}\text{C}$; – температуру крихкості (до -50°C); – відносне подовження (до 150% при температурі $+20^{\circ}\text{C}$); – еластичність (до 95%).

Якість герметизації тріщин залежить від правильного вибору технології робіт і обладнання яке використовується. Тріщини шириною до 5 мм очищають продуванням стисненим

повітрям, просушують, прогрівають до температури не менше 80° С і заповнюють бітумною емульсією або мастикою з високою проникаючою здатністю.

При ремонті середніх і широких тріщин, якщо тріщина має зруйновані кромки, ремонт повинен починатися з розширення її верхньої частини з утворенням камери, в якій забезпечується оптимальна робота герметизуючого матеріалу на розтяг в період розкриття тріщини. Ширина камери повинна бути не менше зони руйнування кромки тріщини (12–20 мм), співвідношення її ширини і глибини приймається 1:1. Якщо кромки тріщини не піддавалися руйнації її герметизують без її розкриття. Для забезпечення якісної герметизації тріщин велика увага приділяється проведенню робіт з очищення та просушування тріщини, з метою забезпечення потрібного зчеплення герметика зі стінками необробленої тріщини або відфрезерованої камери.

При ремонті цементобетонних покриттів для поліпшення адгезії виконують підgruntовку стінок відфрезерованої камери праймером – малов'язкою плівкоутворюючою (склеюючою) рідиною. З характерних для асфальтобетонного покриття пошкоджень найбільш небезпечні поперечні тріщини.

Утворення тріщин відбувається внаслідок скорочення (при охолодженні) їх розмірів, або при прогині покриття, викликаному в основному деформацією основи і земляного полотна. Тріщини виникають втому випадку, якщо гранично можливе для даного покриття розтягнення і подовження при даних температурах і навантаженні являється недостатнім для запобігання виникаючим критичним напруженням в покритті, які перевищують його опір розриву.

Для асфальтобетонних покриттів більш доцільно використовувати прогрівання зони тріщини до температури, при якій відбувається виділення в'язучого з асфальтобетону на стінках тріщини, яке збільшує міцність зчеплення

герметика зі стінками. Мастика нагрівається до температури 150–180° С, після чого подається у влаштовану камеру або безпосередньо в порожнину тріщини. На автомобільних дорогах з не високою інтенсивністю руху після герметизації тріщини, або одночасно з заливкою на поверхні покриття в зоні тріщини влаштовують пластир шириною 6–10 см і товщиною 1–3 мм що дозволяє зміцнити кромки тріщини і запобігти їх руйнування.

Завершальною операцією технології ремонту тріщин є присипка загерметизованої тріщини подрібненим сухим піском фракції 3–5 мм, близьким за кольором основного мінерального матеріалу покриття для відновлення загальної текстури і шорсткості покриття, а також запобігає налипанню мастики на колеса автомобіля.

Технологічний процес санації тріщин повинен бути практично безперервним. Операції очищення від пилу і бруду, просушування, прогріву і заливання тріщин повинні переходити одна в іншу при мінімальному розриві за часом.

Надійність і довговічність покриттів визначається не тільки конструктивними рішеннями і застосованими технологіями будівництва, а й кліматичними умовами району. З усього розмаїття кліматичних факторів, що впливають на стан покриттів, величезне значення пов'язане з впливом води в конструкціях підстав. Відомо, що вода може потрапляти двома шляхами: з ґрунтовими водами і з атмосферними опадами. На більшій частині території України 70–80 відсотків всієї води під покриття потрапляє з поверхні.

Виходячи з цього необхідно максимально виключити проникнення атмосферних опадів (води) в основу покриттів, а це перш за все залежить від якості проведених робіт з герметизації швів і тріщин. Тому сучасна технологія по санації тріщин пропонує «Обробити» і «Залити», вважаючи цей метод необхідним і правильним. Перш за все, необхідно «обробити тріщину». Співвідношення ширини і глибини резервуара

повинно бути в межах 1:1 або 1:2. Найбільш оптимальний перетин 1:1. Слід зазначити, що для тріщин шириною більше 5 см застосовується технологія санування струменевим методом або використання литих сумішей. Обробляючи тріщину, прибирається зруйнований (окислений) шар асфальтобетону (бетону), що надалі сприятливо позначиться на адгезії. Гумово-бітумна мастика повинна добре «приклеїтися» до вертикальних стінок резервуара. Тільки в цьому випадку мастика в повному обсязі виконує свої задані функції і існує гарантія від проникнення в тріщину вологи.

Далі оброблену тріщину необхідно очистити від пилу і «випарувати вологу», після цього тріщина заливається гумово-бітумною мастикою або полімер-бітумним герметиком. В якості рекомендації пропонується заливати шви і тріщини в комбінації – «резервуар» або «резервуар-надслойка», триступінчатим методом, з наступними видами робіт:

- оброблення тріщини і надання їй правильної геометричної форми;
- очищення та просушування розчиненою тріщини від вологи;
- заливка розчиненою тріщини гумово-бітумною мастикою під тиском.

Рекомендований метод дозволить значно збільшити працездатність санірованої тріщини або шва. При дотриманні технології життєздатність мастики може досягати 5–7 років. Такий термін служби герметика значно економить витрати на щорічне утримання покриття і є достатнім економічним обґрунтуванням стосовно практикуючого щорічного заливання швів і тріщин неякісними бітумними сумішами. Усі описані технології, поза сумнівом, мають право на існування. Який спосіб виявиться найбільш ефективним, вирішується окремо для кожного конкретного випадку.

3.8. Поверхнева обробка дорожнього покриття

Спосіб поверхневої обробки полягає в тому, що на поверхню покриття наносять (розливають) в'язуче (бітум або дьоготь), а потім розсипають дрібний кам'яний матеріал і прокатують. У результаті утворюється шар товщиною 0,5–4,0 см, що забезпечує підвищення несучої спроможності, збереження покриття від зношування та водонепроникності (рис. 3.17).

Залежно від властивостей в'язучих речовин, а головним чином від їх в'язкості, поверхнєве оброблення може виконуватись коли в'язуча речовина знаходиться в гарячому або холодному стані.

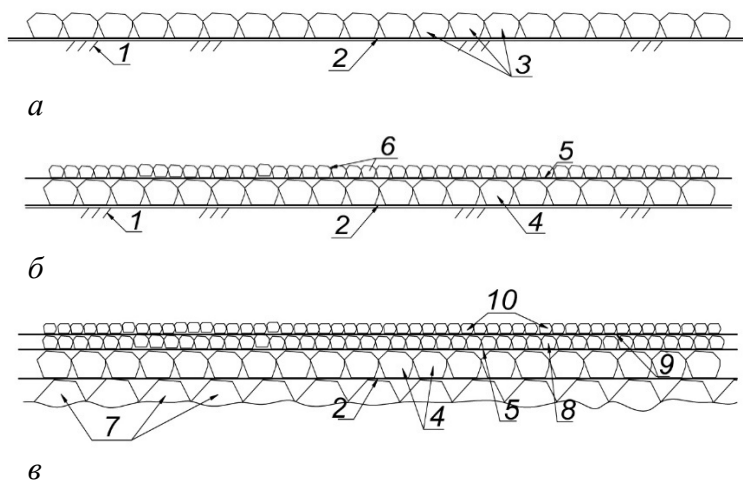


Рис. 3.17. Схеми поверхневого оброблення: *а* – одинарне; *б* – подвійне; *в* – потрійне; 1 – основа; 2 – перший шар бітуму; 3 – дрібний кам'яний матеріал; 4 – перший шар кам'яного матеріалу; 5 – другий шар бітуму; 6 – перший шар дрібного кам'яного матеріалу; 7 – щебінь; 8 – другий шар дрібного кам'яного матеріалу; 9 – третій шар бітуму; 10 – третій шар дрібного кам'яного матеріалу

Розливання в'язучих речовин і розсипання дрібного кам'яного матеріалу виконують в один, два або три прийоми що характеризують одинарне, подвійне або потрійне поверхнєве оброблення.

При одинарному поверхневому обробленні утворюється бітумний шар товщиною 0,5–1,5 см. Одинарне оброблення застосовується при рівних і щільних покриттях, з метою укріплення поверхні покриття. При подвійному обробленні шар має товщину 1–3 см.

Головна мета подвійного оброблення це – захист від зношення покриття.

При потрійному поверхневому обробленні утворюється захисний шар товщиною 2,5–4 см і влаштовується у таких самих умовах, що і при подвійному обробленні, але при більших нерівностях поверхні покриття.

3.8.1. Технологія виконання робіт способом поверхневої обробки

Технологія одинарного поверхневого оброблення включає операції з підготовки поверхні покриття, розливання в'язучої речовини, розсипання кам'яного матеріалу і ущільнення. При подвійному або потрійному поверхневому обробленні останні три операції виконуються два або три рази.

Підготовка поверхні покриття полягає в тому, що перед обробленням її необхідно ретельно вирівняти, очистити від пилу та бруду і провести по ній попередній розлив рідкої в'язучої речовини (виконати підґрунтовку). Для нового покриття підготовка зводиться до очищення від сторонніх предметів і дрібних кам'яних частин.

При вирівнюванні поверхні доводиться застосовувати ямковий ремонт. Якщо нерівності мають глибину не більше 2см, то в цьому випадку достатньо очистити їх від пилу і бруду, обробити в'язучою речовиною і засипати дрібним кам'яним матеріалом з ретельним ущільненням катками або

трамбівками. Якщо ж глибина виїмок більша ніж 2 см, необхідно попередньо обрубати краї з тим, щоб отримати вертикальні стінки. Після вичищення дна і стінок необхідно їх змастити шаром в'язучої речовини і заповнити щебенем. Далі ущільнюють щебеневу засипку з одночасним розливанням в'язучої речовини і додатковим внесенням більш дрібних фракцій кам'яного матеріалу.

Розливання в'язучого матеріалу виконують з використанням авто-гудронаторів (рис. 3.18) або спеціально обладнаних цистерн, що встановлюються на автомобілях. Роботи з розливання повинні виконуватись у суху і теплу погоду по сухій поверхні.



Рис. 3.18. Розливання в'язучої речовини автогудронатором

Ширина смуги розливання визначається довжиною розподільчої труби авто-гудронаторів і може становити 1–7 м. Суміжні смуги перекриваються не більше ніж на 10 см. Довжина смуги розливання приймається з таким розрахунком, щоб в'язуча речовина із автогудронатора була повністю розлита за один прохід без розворотів і зупинок. Виконання такої умови забезпечує найменшу кількість з'єднань при розливанні. Необхідно зазначити, що надлишок в'язучої

речовини спричиняє (під час експлуатації влітку) розм'якшення шару поверхневого оброблення і появу так званих жирних плям. Недостатня кількість в'язучого не забезпечує формування бітумно-кам'яного шару, що утворюється під час поверхневого оброблення і призводить до швидкого його руйнування.

Для того щоб витримати у місцях з'єднання задану норму в'язучого матеріалу, можна застосувати такий спосіб: в кінці смуги розливання на всю ширину і довжину 3–4 м укласти руберойд або фанерні щити, на які автогудронатор наїжджає і зупиняється так, щоб розподільча труба була над закритою ділянкою. Потім швидко закривають кран труби, а залишкова в розподільній системі в'язуча речовина витікає на руберойд або фанеру. При продовженні роботи на цій смузі автогудронатор знов виїжджає на закриту ділянку, зупиняється і після відкриття крана швидко розпочинає рухатися.

Довжину смуги розливання в'язучої речовини можна визначити за формулою

$$l_p = \frac{Q}{q_n \cdot b}, \quad (3.1)$$

де Q – об'єм бака автогудронатора, л; q_n – норма розливання в'язучого л/м²; b – ширина смуги розливання.

Розсипання кам'яного матеріалу виконують відразу після розливання в'язучої речовини за допомогою спеціальних розподільювачів. Розподільювач повинен рухатись заднім ходом по розсипаному кам'яному матеріалу.

Ущільнення виконують катками з гладкими валками на пневматичних шинах і віброкотками. Кількість проходів катка приймають два або три по одному сліду після кожного розсипання. Склад бригади і засобів механізації для виконання поверхневої обробки приймають за розрахунком. Ведучою машиною є автогудронатор для розливання в'язучої речовини.

4. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях

Область використання геосинтетичних матеріалів у конструктивних шарах дорожніх одягів, починаючи з 60-х років минулого століття і до теперішнього часу, широка та багатогранна.

У дорожній галузі застосовуються геосинтетичні матеріали різних типів та характеристик [8; 9; 10; 11]. Дорожня галузь стала однією з перших, де використання геосинтетичних матеріалів досягло великих обсягів, але при цьому вплив даних матеріалів на деформаційно-фізичні властивості дорожніх конструкцій вивчається досі. В останні роки великого поширення у всьому світі набули споруди із застосуванням геотекстильних матеріалів. Кількість побудованих споруд із геотекстилем постійно збільшується і вираховується десятками тисяч, а дані систематичних обстежень за цими спорудами свідчать про їх надійність, довговічність та високі техніко-експлуатаційні показники. Все більшого застосування наводить геотекстильний матеріал у конструкціях земляного полотна та дорожнього одягу, при чому особливості його роботи у дорожньому одязі менш вивчені, ніж у земляному полотні.

Впровадження групи геосинтетичних матеріалів – геопластмас (геосітки, георешітки, геомати, геомембрани та ін.) у дорожньому будівництві почалося орієнтовно з 2000-х років. За минулий період застосування об'ємних геосинтетичних матеріалів позиціонувалося на зміцнення укосів, схилах, водоканалів та ін., де матеріал має функцію стримування наповнювача від сповзання під природним навантаженням.

В світовій практиці існує декілька класифікацій геотекстильних матеріалів, одна із яких наведена на рис. 4.1 [12].

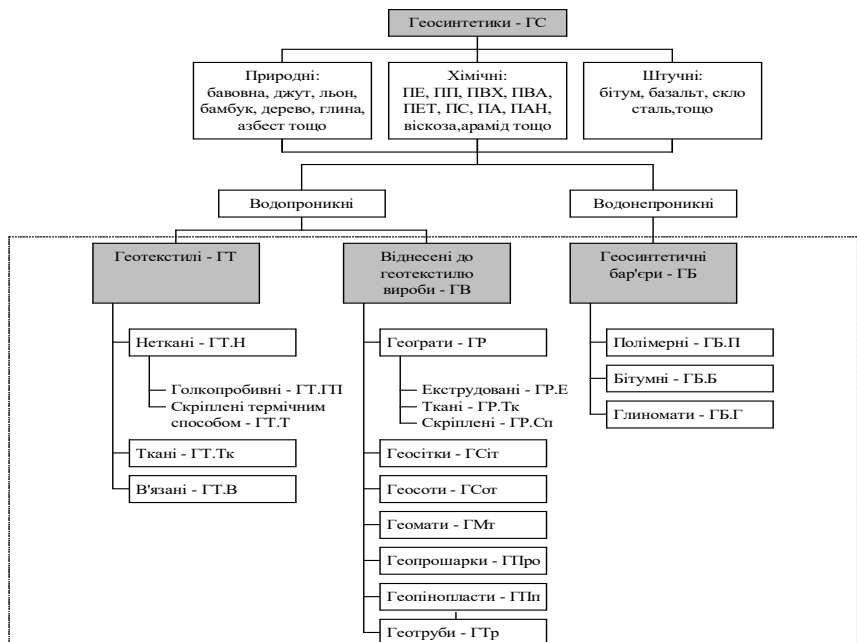


Рис. 4.1. Класифікація геотекстильних матеріалів

При цьому менша увага була приділена підвищенню характеристик міцності дорожньої конструкції з впровадженням в неї об'ємних геосинтетичних матеріалів, зокрема георешітки. Георешітка є одним із класів геосинтетичних матеріалів, являючи собою поліетиленові стрічки, з'єднані між собою зварними швами. У розтягнутому стані георешітка є об'ємною сотоподібною конструкцією, створюючи каркас для її заповнювача. Застосування георешітки в дорожньому будівництві дає низку істотних переваг. Полімери, з яких виробляється георешітка, відрізняються високою стійкістю до дії вологи, низької та високої температури (мінус 40° С – плюс 40° С), а також впливу різких температурних перепадів, агресивних середовищ.

Вони хімічно інертні і не піддаються корозії. На них не розповсюджується грибок та пліснява.

Завдяки об'ємній структурі ґрати здатні витримувати великі навантаження механічного та динамічного характеру. Це дозволяє проводити ефективне зміцнення дорожнього полотна для проїзду важкого транспорту. За рахунок невеликої ваги георешітки легко транспортувати, а її монтаж не вимагає застосування спецтехніки. Це знижує тимчасові та трудові витрати на будівництво дороги. Установка георешітки зменшує товщину дорожнього одягу на 30–50% завдяки зниженню обсягу сипучих матеріалів. Це скорочує собівартість будівництва.

Об'ємна структура ґрат сприяє більш тісному зчепленню шарів дорожнього одягу. Це підвищує стійкість дорожнього полотна, робить його безпечнішим для транспорту, збільшує термін його експлуатації. Дорога рідше потребує ремонту. В якості заповнювача георешітки можуть бути застосовані:

- ґрунт;
- незв'язні мінеральні матеріали (щебінь, гравій), що укріплені в'язчим;
- бетонні суміші та інші матеріали.

Максимальний розмір зерен мінерального матеріалу, що застосовується повинен бути не більше 40 мм при висоті георешітки менше 15 см і 70 мм – при висоті георешітки 15 см і більше. Таким чином, дорожній одяг сприймає навантаження від автомобільного транспорту та передає його на земляне полотно. Під впливом навантажень від транспорту дорожній одяг автомобільних доріг передчасно руйнуються внаслідок погіршення рівності поверхні покриття, утворення хвиль, колійності, вибоїн. У зв'язку з цим, швидкості руху автомобільного транспорту на дорозі зменшуються, зростають витрати паливно-мастильних матеріалів

Для збереження дорожнього одягу в стані, що забезпечує ефективну роботу транспорту, збільшення міжремонтних

термінів, зниження транспортно-експлуатаційних витрат, міцність дорожніх одягів доцільно підвищити за рахунок застосування георешіток.

Згідно ДСТУ ISO 10318:2004 Геотекстиль. Словник термінів, геотекстильний матеріал може виготовлятися у вигляді *геограт*, *геотекстилю* чи *геокомпозиту* на основі полімерний чи штучних волокон, який використовується для армування монолітних шарів нежорсткого дорожнього одягу.

Геограти – плоска полімерна структура у вигляді регулярної ґратки (сітки), виготовлена з'єднуванням (екструзією, спаюванням чи сплетенням) в одне ціле тривких до розтягування елементів, розмір отворів якої більший за розмір елементів. Використовується як армуючий прошарок в зернистих і монолітних матеріалах.

Геосітка – геосинтетик у вигляді наборів паралельних ребер, накладених під різними кутами і взаємоскріплених. Використовується в якості дренажного ядра дренажних геокомпозитів.

Геотекстиль – плоский проникний полімерний (синтетичний чи природний) матеріал, який може бути тканинним, нетканиним чи трикотажним, який використовують в контакт з ґрунтом і (або) іншими матеріалами у геотехнічних і цивільно-будівельних спорудах.

Геосинтетичні глиномати це поєднання полімерів і природного ґрунту. Виготовляються як рулонний матеріал. Тонкий шар бентонітової глини поміщається між двома геотекстильними полотнами і з'єднується способом голкопробивання чи прошивання через бентонітове ядро для збільшення внутрішнього опору зсуву. Геосинтетичні глиномати використовуються як композитний компонент під геомембранами чи як самостійний конструктивний шар.

Геокомпозити це матеріали, виготовлені з двох чи більше типів геосинтетиків. Наприклад, геотекстиль – геосітка, геотекстиль – геогратка, геосітка – геомембрана.

Прифабриковані геокомпозитні дрени складаються з пластикового ядра оточеного геотекстильними фільтрами. Геосинтетичні глиномати – це пакет геотекстиль –бентоніт – геотекстиль. Область застосування різноманітна залежно від використовуваних типів геосинтетиків.

Геомембрани це гнучкі полотна, виготовлені з одного чи більше синтетичних матеріалів, відносно тонкі, водо- і газонепроникні. Використовуються як бар'єр для рідин і газів в конструкціях резервуарів, каналів, полігонів для поховання відходів (в основі й перекритті) тощо.

Геосоти це тримірні структури висотою 0,1–0,2 м, виготовлені зі стрічок полімерного полотна. Стрічки з'єднуються між собою в фабричних умовах з утворенням сот, які після вкладання матеріалу в конструкцію заповнюються ґрунтом чи бетоном.

4.1. Обґрунтування застосування геотекстилю у дорожньому будівництві

Основні функції геотекстилю в дорожньому будівництві:

- розділення конструктивних шарів дорожнього одягу;
- армування конструктивних шарів дорожнього одягу;
- фільтрація води у дренажних шарах дорожнього одягу;
- протиерозійний захист від переміщення ґрунту по поверхні укосів і схилів під дією води або вітру.
- гідроізоляція.

Розділення конструктивних шарів дорожнього одягу виконується з метою попередження перемішуванню суміжних ґрунтів або матеріалів. Наприклад, для запобігання проникнення одного матеріалу в інший (рис. 4.2). Завдяки цьому досягається проектна товщина конструктивних шарів дорожнього одягу, збільшується їх несуча здатність.

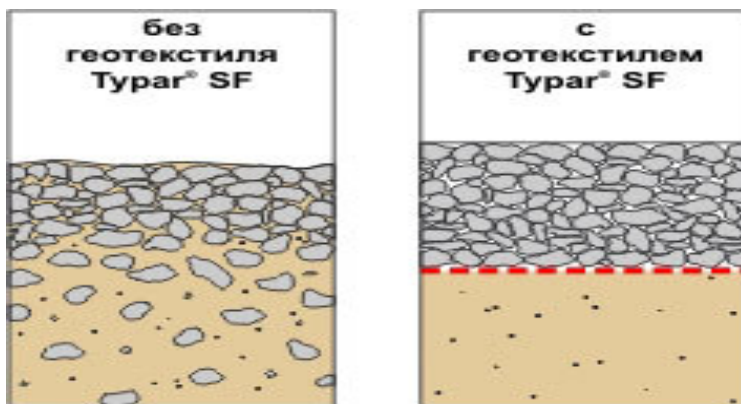


Рис. 4.2. Розділення щебеневого матеріалу і дренажного піщаного шару

Армування конструктивних шарів дорожнього одягу та ґрунту штучної і природної основи виконується з метою підвищення їх міцності та несучої здатності (рис. 4.3).

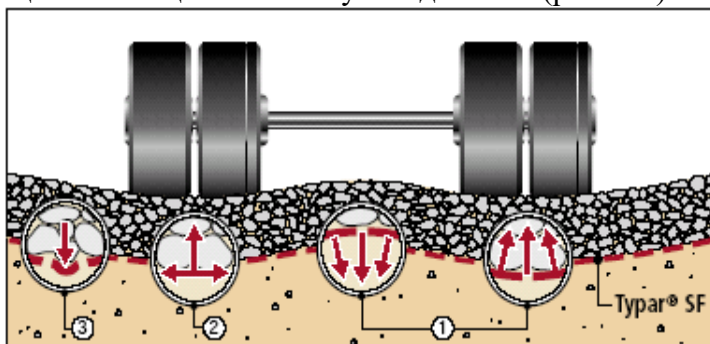


Рис. 4.3. Робота армованих конструктивних шарів дорожнього одягу під навантаженням

Типові схеми армування при ремонті та реконструкції дорожнього покриття наведені на рис. 4.4–4.6.

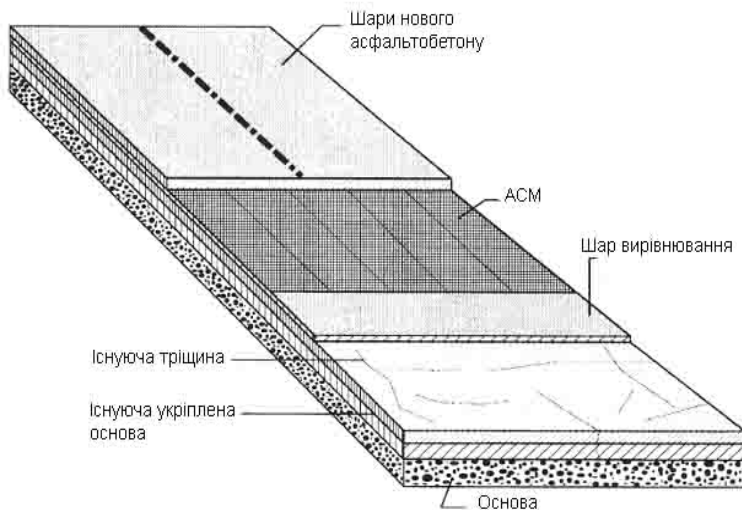


Рис. 4.4. Типова схема армування існуючого дорожнього покриття

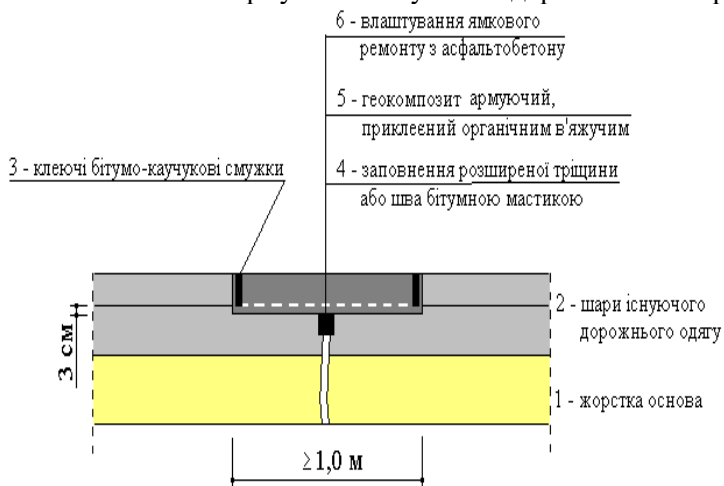


Рис. 4.5. Армування дорожнього покриття при ямковому ремонті

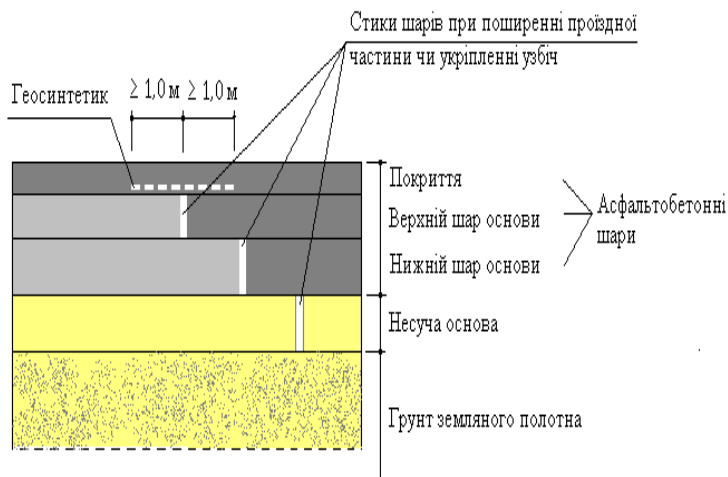


Рис. 4.6. Армування дорожнього одягу при поширенні

Основні технологічні операції при армуванні конструктивних шарів дорожнього одягу:

- підготовка основи (очищення від бруду і пилу, заливка тріщин (шириною більше 3 мм) і вибоїн, нанесення підгрунтовки);

- розлив органічного в'язучого;
- укладання і кріплення геосинтетичного матеріалу;
- повторний розлив в'язучого;
- влаштування підсилюючих шарів асфальтобетонного покриття.

Фільтраційна функція геосинтетичного матеріалу полягає у тому, що він працює подібно до зернистого матеріалу (щебеневого або піщаного) шляхом пропуску воду та затримання від виносу дрібних частин фільтраційним потоком. При цьому, не допускає попадання дрібних ґрунтових часток в дренаючі щебеневі шари або труби (рис. 4.7).

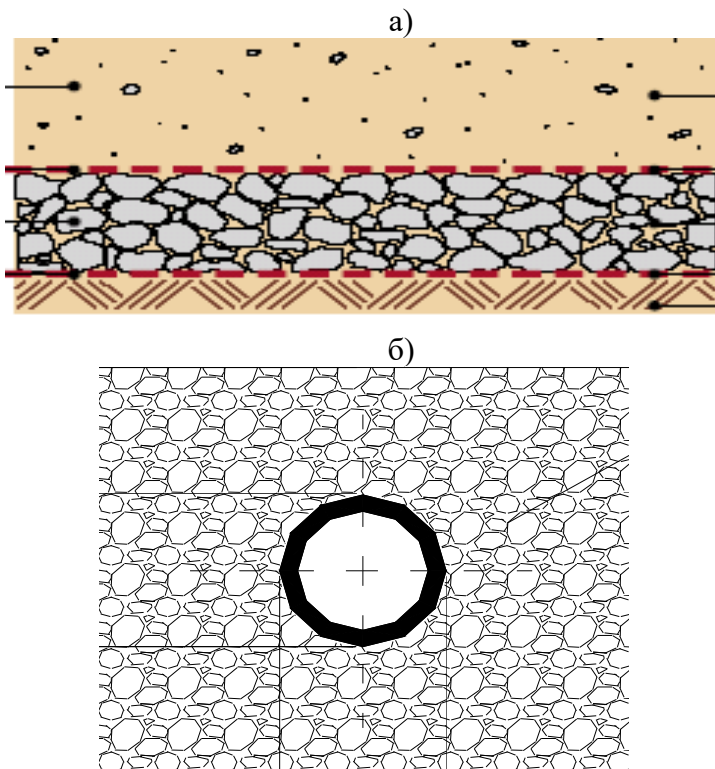


Рис. 4.7. Фільтраційна функція геосинтетичного матеріалу:
а – дренауючого щебеневого шару, б – дренажної труби

Захисна функція геосинтетичних матеріалів полягає у тому, що він використовується для зниження ерозії рослинного шару ґрунту укосів або природних схилів дощовими опадами і водами поверхневого стоку (рис. 4.8).

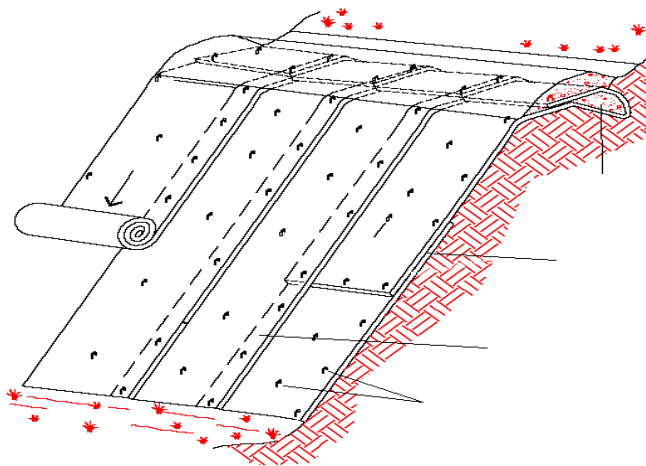


Рис. 4.8. Протиерозійний захист ґрунту укосу

Нерідко геотекстильні матеріали використовують, як гідроізоляцію каналів, дахів тощо (рис. 4.9).

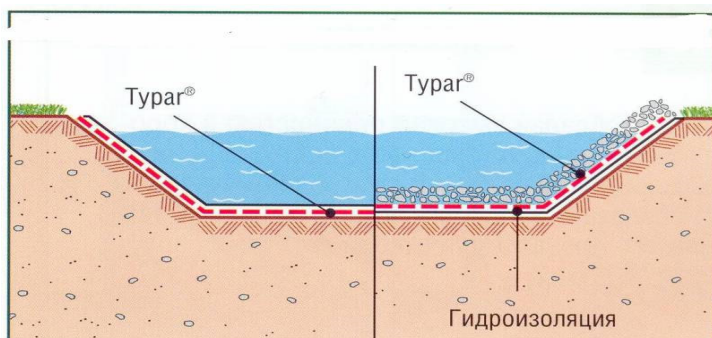


Рис. 4.9. Гідроізоляція водостічної канави

4.2. Технологія укладання геотекстилю на ґрунтову основу

Укладання полотен виконується вручну двома робітниками шляхом розкочування рулонів уздовж земляного

полотна, починаючи від його краю (рис. 4.10). Влаштування швів паралельно осі дороги заборонено. Складки і зморшки, які виникли на поверхні полотен при їх вкладанні, необхідно розрівняти вручну. При необхідності полотна пришпилюють до основи щоб запобігти їх зриванню вітром.

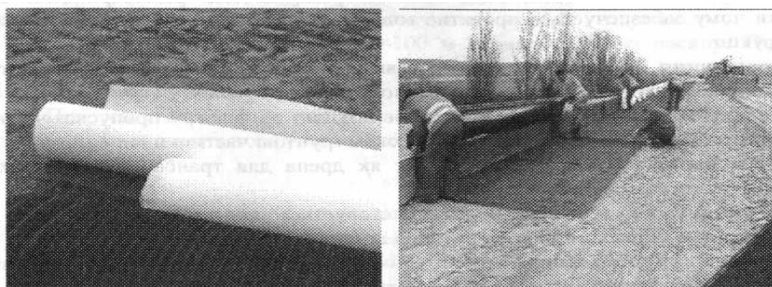


Рис. 4.10. Укладання полотен геотекстилю

Після вкладання першого рулону робітники повертаються до початку ділянки і вкладають другий рулон таким чином, щоб повздовжнє перекриття полотен складало 8–12 см (рис. 4.11).

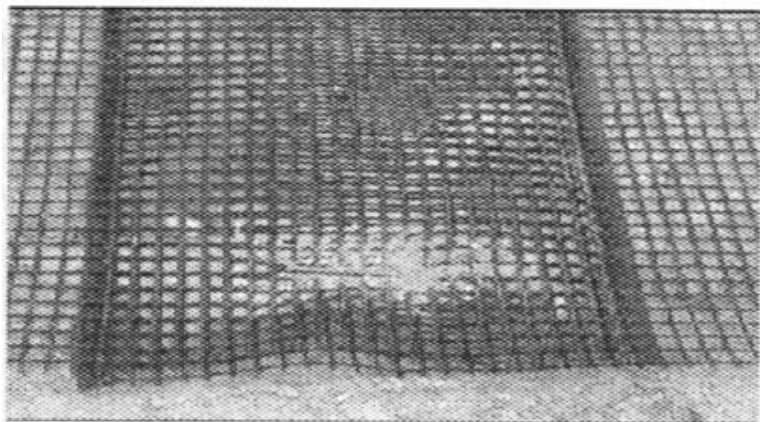


Рис. 4.11. Перекриття повздовжніх полотен

Мінімальна величина поперечного перекриття полотен при вільному напуску становить 0,5 м і може бути збільшена до 1,0 м при недостатній несучій здатності ґрунтової основи. На ділянках торфу величина перекриття може бути збільшена до 2,0–2,5 м. Полотна в частині перекриття повинні додатково кріпитись до основи за допомогою нагелів через кожні 5 м. При необхідності передачі зусиль між полотнами їх зшивають, склеюють, з'єднують скобами чи стрічками.

Краї торцевої частини полотен шару, що армується, на початку ділянки притискаються до ґрунту металевими анкерами діаметром 3–6 мм і довжиною 150–200 мм (рис. 4.12). Відстань між анкерами 1,0–1,2 м.



Рис. 4.12. Закріплення полотен металевими скобами

Геополотна засипають ґрунтом або зернистим матеріалом в напрямку від полотен, які перекривають, до полотен, які підстеляють. Розрівнювання здійснюється, як правило, бульдозером. Мінімальна товщина шару ґрунту або зернистого матеріалу засипки поверх геосинтетичного полотна повинна становити не менше 0,2 м. Заїзд будівельної

техніки для розвантаження матеріалу засипки безпосередньо на геосинтетичне полотно заборонено.

Ущільнення виконується котком, рух якого варто проводити з перекриттям попереднього проходу на 0,3–0,4 м, поздовжніми круговими проходами (рис. 4.13). Ґрунт ущільнюють до максимальної щільності з попереднім зволоженням.



Рис. 4.13. Ущільнення захисного шару ґрунту геополотна

5. Ущільнення асфальтобетону

5.1. Основні принципи ущільнення асфальтобетону

5.1.1. Принципи ущільнення

Ущільнення асфальтобетонного покриття, як правило, складається з нижнього шару проміжного (зв'язуючого) шару і верхнього шару (шару зношення). Для верхнього шару асфальтобетонного покриття використовують зазвичай щільний класичний асфальтобетон або щебенево-мастиковий асфальтобетон.

Укладена суміш повинна бути ущільнена до такого ступеню, щоб значно підвищилась її щільність та зменшилась залишкова пористість асфальтобетонного шару. При цьому, залишкова пористість повинна бути знижена до рекомендованих значень, щоб досягнути необхідний ступінь ущільнення. Це забезпечує стабільність шару і, таким чином, підвищується його опір деформаціям. Від ступеня ущільнення також залежить зносостійкість шару і його міцність на розтяг при згині.

Машина, що ущільнює асфальтобетон, повинна одночасно вирівнювати його, щоб забезпечити плавний рух автомобіля. У зв'язку з цим, поверхневий шар повинен мати суцільну і гладку поверхню та при цьому забезпечувати максимальне зчеплення коліс з дорогою.

5.1.2. Вплив складу суміші на ущільнення

Склад асфальтобетонної суміші може значно відрізнятися в залежності від навантаження, що виникає під час руху автотранспорту, зміни погодних умов, тощо. У зв'язку з цим різні асфальтобетонні суміші по різному піддаються ущільненню. Ступінь ущільнення асфальтобетонної суміші залежить від її складу мінеральних заповнювачів, якості і в'язкості бітуму та температури суміші.

Асфальтобетонні суміші для доріг з інтенсивним рухом характеризуються високою стійкістю до деформацій. Їх основу складають крупнозернисті мінерали, тобто вони містять велику кількість крупнозернистих каменів, дрібних каменів у подрібненому піску та густий бітумний розчин. Такі суміші важко піддаються ущільненню і вимагають значних зусиль.

Асфальтобетонні суміші для доріг з низькою інтенсивністю руху, зазвичай, містять меншу кількість каміння, але більшу кількість природнього піску та м'який бітумний розчин. Такі суміші, зазвичай, легко ущільнюються, не вимагають значних зусиль, але через їх нестабільність при гарячому вкладанні, вони можуть значно деформуватися при ущільненні важкими котками або при ущільненні зразу після вкладання. У зв'язку з цим відбувається значне зміщення матеріалів, а також формуються перед вальцями катка хвилі (рис. 5.1).

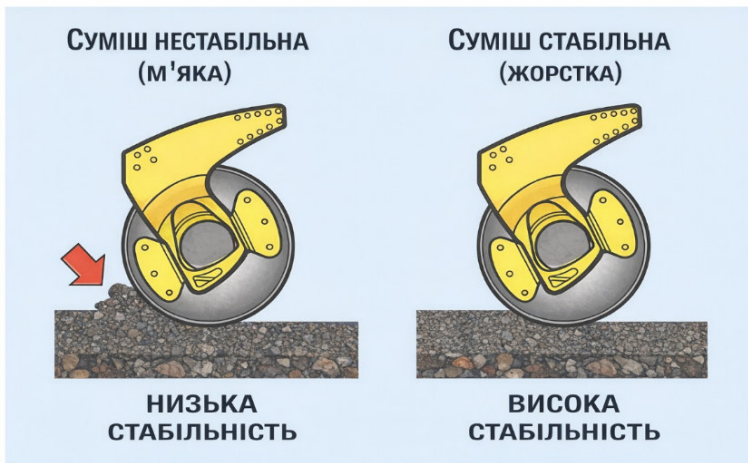


Рис. 5.1. Поведінка різних асфальтових сумішей при ущільненні

5.1.3. Вплив температури асфальтобетонної суміші на її ущільнення

Встановлено, що температура асфальтобетонної суміші в значній мірі впливає на її ущільнення. Якщо температура асфальтобетонної суміші досить висока, то ущільнення котком відбувається, в основному, завдячуючи низькій в'язкості бітуму. В даному випадку, бітум діє як змазка і понижує внутрішнє тертя в мінеральній складовій суміші. При інтенсивному затвердінні бітуму, що викликано його охолодженням, вимагається значно більше зусилля для ущільнення. У даному випадку, ущільнення слід розпочинати при оптимальній температурі. Вважається, що оптимальна температура для ущільнення звичайної асфальтобетонної суміші є температура від 100°C до 140°C (рис. 5.2). Ущільнення повинно бути завершене, коли температура суміші знизиться до $80\text{--}100^{\circ}\text{C}$.

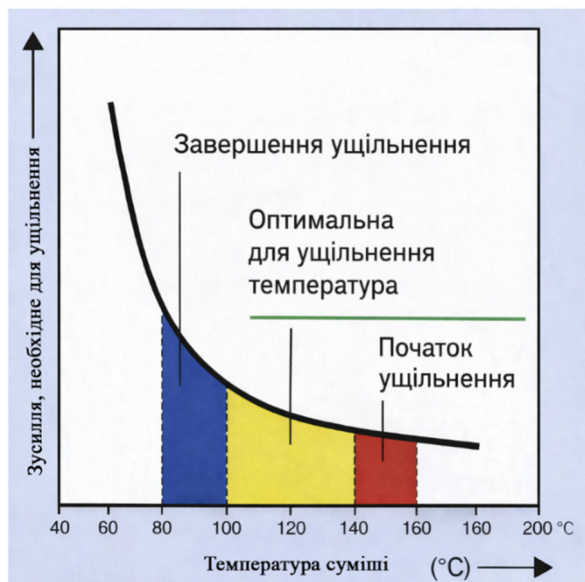


Рис. 5.2. Залежність зусиль, необхідних для ущільнення від температури

5.2. Способи ущільнення

5.2.1. Початкове ущільнення з допомогою асфальтоукладальника

Після попереднього ущільнення з допомогою асфальтоукладальника використання навіть легкого котка є досить відповідальним рішенням, так, як застосований коток може бути дуже важким і може порушити рівномірність покриття і в залежності від стабільності асфальтобетонної суміші, може викликати небажане зміщення матеріалів покриття.

У даному випадку, тандемні віброкатки повинні виконувати перші два проходи без застосування вібрації. Висока якість початкового ущільнення з допомогою асфальтоукладальника падає позитивний вплив на рівномірність шару і, одночасно, дозволяє розпочинати ущільнення котком, коли температура суміші досить висока (рис. 5.3). У результаті, значно підвищується якість ущільнення котками, а кінцеве ущільнення можна досягти за невелику кількість проходів.

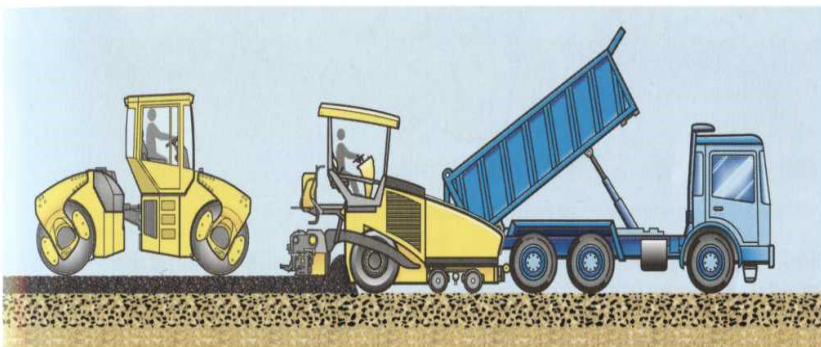


Рис. 5.3. Початкове ущільнення за допомогою асфальтоукладача

5.2.2. Статичне ущільнення

Статичне ущільнення відбувається за рахунок власної ваги котка. ТанDEMні котки і пневматичні колісні котки використовуються для статичного ущільнення. У порівнянні з віброкотками, ущільнення після таких котків досить слабке. ТанDEMні котки ущільнюють асфальтобетон за рахунок статичного лінійного навантаження вальця (рис. 5.4) або, у випадку використання колісних котків (рис. 5.5) за рахунок навантаження від колеса (т) і тиску повітря в колесах (МПа).

Статичне ущільнення з допомогою танDEMних котків, як правило, застосовують для початкового ущільнення, коли асфальтобетон легко піддається ущільненню, а також при ущільненні пористої асфальтобетонної суміші або ущільнення тонкого шару асфальту (шару зношення).

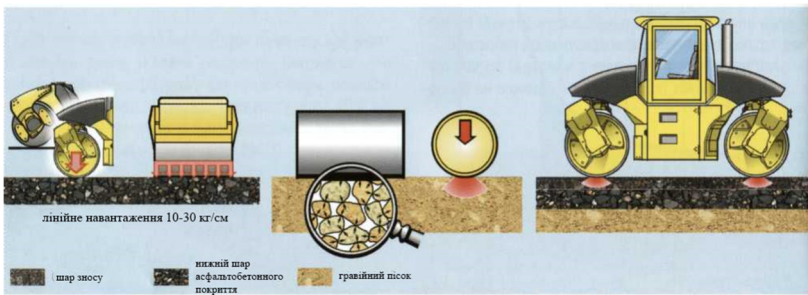


Рис. 5.4. Статичне ущільнення за допомогою танDEMних катків

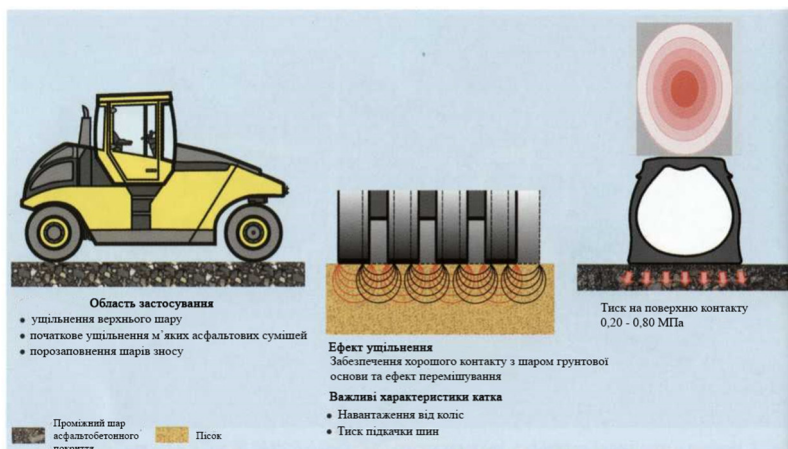


Рис. 5.5. Статичне ущільнення за допомогою пневмоколісного катка

Слід зазначити, що із-за прогинання коліс, пневматичні катки дозволяють отримувати хороші результати при статичному ущільненні. У зв'язку з цим, колісні катки застосовують в основному для попереднього профілювання і ущільнення м'яких сумішей, а також для ущільнення асфальтобетонних покриттів доріг з малою інтенсивністю руху. В останньому випадку пневмоколісний коток працює сумісно з котком з гладким вальцем.

5.2.3. Віброущільнення

У теперішній час віброкатки отримали широке застосування, оскільки забезпечують значне ущільнення за меншою кількістю проходів, ніж статичні катки. Вібрація понижує внутрішнє тертя у мінеральній суміші. При цьому, завдячуючи сполученню власної ваги катка і динамічного навантаження, значно підвищується щільність асфальтобетонного покриття. Крім статичного лінійного

навантаження, значний вплив на ущільнення чинять такі фактори, як вага віброкотка, частота і амплітуда вібрації.

Для оптимального ущільнення різних за товщиною шарів асфальтобетону використовують важкі тандемні віброкотки, які мають різні амплітуди і частоти вібрації двох вальців (рис. 6.6). Робоча швидкість таких віброкотків від 3 до 6 км/год.

Надлишкова кількість проходів з вібрацією може привести до розпушення структури покриття.

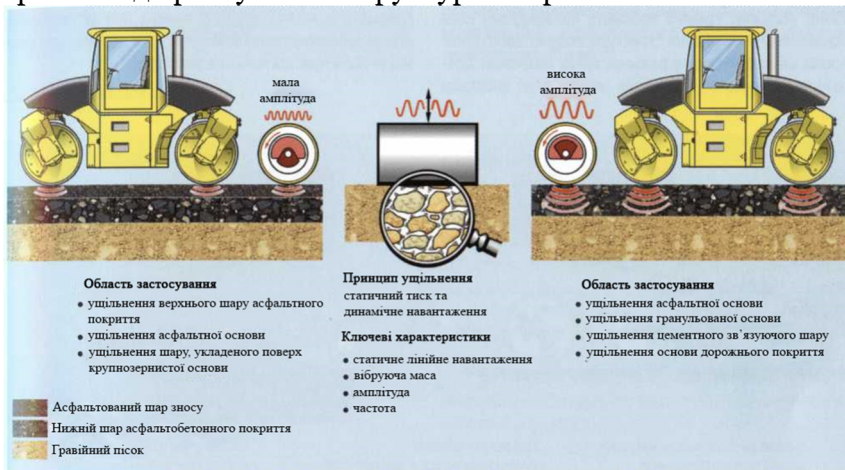


Рис. 5.6. Ущільнення за допомогою тандемного віброкотку з круговими коливаннями

5.2.4. Ущільнення котками, що обладнані автоматизованою системою контролю ступеня ущільнення ASPHALT MANAGER

Автоматизована система контролю ступеня ущільнення автоматично вимірює і регулює необхідне для ущільнення зусилля. В автоматичному режимі оператору не потрібно виконувати яких небудь регулювань. Котки з ASPHALT MANAGER (рис. 5.7) обладнані системою прямого збудження і автоматично регулюються. У процесі ущільнення система в

неперервному режимі відслідковує умови і при їх зміні, змінює величину амплітуди вібрації. Таким чином, вдається уникнути пошкодження шару матеріалу і руйнування його структури. Крім автоматичного режиму, дані котки дозволяють оператору вибирати певний напрямок вібрації (ручний режим). Існує всього шість напрямків вібрації, розпочинаючи з вертикального і закінчуючи горизонтальним. Завдячуючи своїм пристосуванням до різних умов, котки з системою ASPHALT MANAGER здатні виконувати широкий спектр робіт з ущільнення асфальтобетонних покриттів.

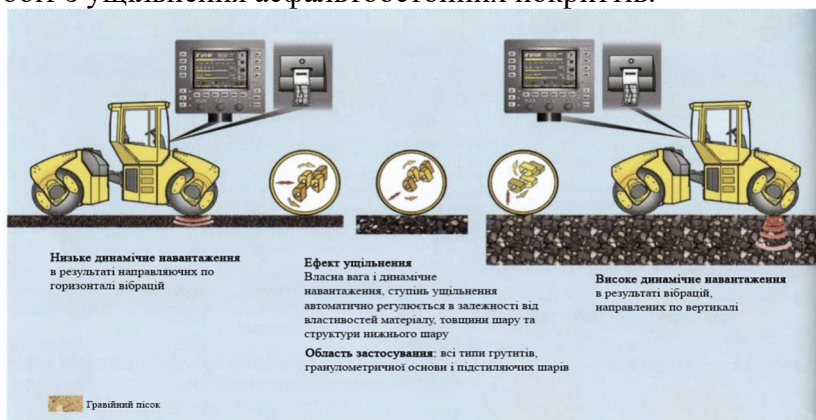


Рис. 5.7. Ущільнення за допомогою віброкатка з системою ASPHALT MANAGER та системи направленої вібрації

Для ущільнення асфальтобетонних покриттів мостів рекомендується ручний режим з горизонтальним напрямком вібрації, також для ущільнення асфальтобетонних покриттів в багатоповерхових стоянках для автомобілів або в безпосередній близькості від будівель, що можуть бути чутливі до вібрації.

Основні переваги даних котків:

- універсальне застосування;
- висока ефективність ущільнення без руйнування матеріалу;

- рівномірне ущільнення завдячуючи безперервній зміні зусилля ущільнення;

- покращена гладкість і однорідність структури асфальтобетонного шару;

- висока ефективність ущільнення ділянок, що розташовані біля краю дорожнього полотна, а також з'єднань смуг покриття;

- оптимально підходить для укладання асфальтобетонного покриття на мостах, а також у безпосередній близькості чутливих до вібрації споруд і будівель;

- обладнані пристроями з вимірювання щільності і температури.

5.3. Обладнання для ущільнення

5.3.1. Ручне обладнання для ущільнення

Для ущільнення асфальтобетонів і основ трамбівки відносяться до самих малих машин, що застосовуються на будівельних майданчиках і в дорожньому будівництві. Вони використовуються в місцях з обмеженим простором, де неможливо застосовувати більші машини і обладнання для ущільнення. Вага трамбівок, зазвичай, не перевищує 60–80 кг (рис. 5.8).



Рис. 5.8. Трамбовки

Для силового агрегату застосовується 4-тактний бензиновий або дизельний двигун. Ексцентрик (кривошипний привід) надає швидкі вертикальні зворотньо-поступові рухи трамбууючої плити.

Віброплити (рис. 5.9) розрізняють прямохідні і реверсні та використовуються для ущільнення невеликих ділянок з обмеженим доступом. Вага віброплит складає 50–150 кг, а робоча ширина від 45 до 60 см. Віброплити приводяться в дію бензиновим або дизельним двигуном. Система збудження (вібратор направленої дії) надається через паскову передачу і центробіжну муфту. Напрямок руху реверсних віброплит змінюється шляхом регулювання напрямком дії вібратора.

Ручні тандемні котки (рис. 5.10), вага яких може складати від 600 до 1000 кг, а робоча ширина 60–75 см. Привід двох вальців може бути механічний з допомогою двохступеневого редуктора або гідростатичного. Котки працюють з подвійною вібрацією.



Рис. 5.9. Віброплита

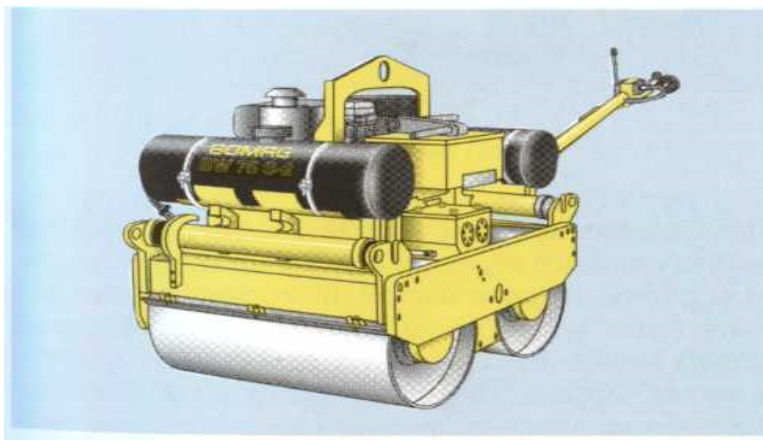


Рис. 5.10. Ручні котки

5.3.2. Легкі тандевні котки

Легкі тандевні котки (рис. 5.11) з шарнірно-з'єднувальною рамою випускаються масою від 1,3 до 4,2 т та робочою шириною 80–138 см. Обидва вальця котків споряджені гідростатичним приводом і вібростистемою.

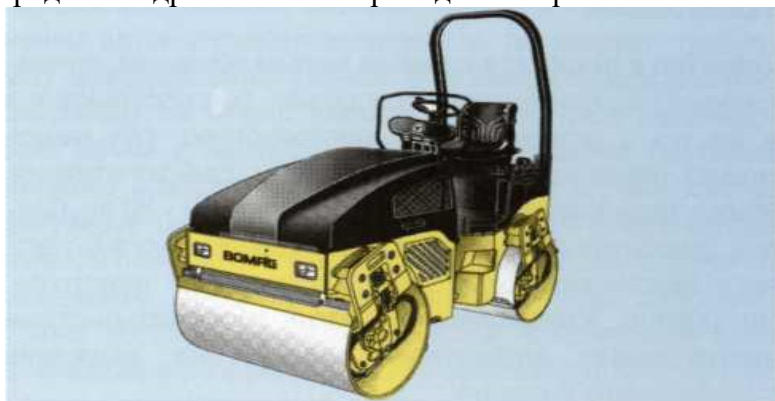


Рис. 5.11. Легкі тандевні котки з шарнірно-зчленованою рамою

5.3.3. Комбіновані котки

Комбіновані котки в своїй конструкції мають вібровалець і комплект коліс (рис. 5.12) Вони дуже добре підходять для ущільнення асфальтобетонних покриттів і влаштування пішохідних доріжок і автомобільних стоянок. Комбіновані котки випускаються вагою 1,5–2,5 т, а також від 7 до 10 т.



Рис. 5.12. Комбінований коток

5.3.4. Пневмоколісні котки

Пневмоколісні котки (рис. 5.13) випускаються з керуючою передньою віссю і нерухомим заднім ведучим мостом. Завдяки додатковому баласту вагою до 10 т, загальна вага таких котків може бути збільшена до 20–27 т. Процес ущільнення досягається з рахунок власної ваги машини, а також завдяки перемішування суміші і прогинання коліс. Ефективність ущільнення значно залежить від тиску у шинах і кількості проходів. Зазвичай, у даних котках, обидві осі обладнані 4-ма ущільнюючими колесами. При цьому колеса закріплені із зміщенням у поперечному напрямку (зміщення колії) приблизно на 40 мм (рис. 5.14).

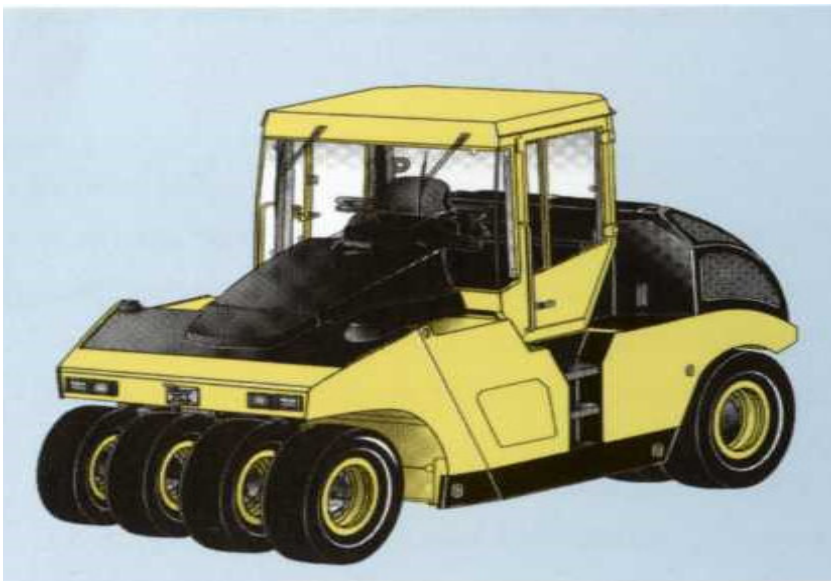


Рис. 5.13. Пневмоколісний коток

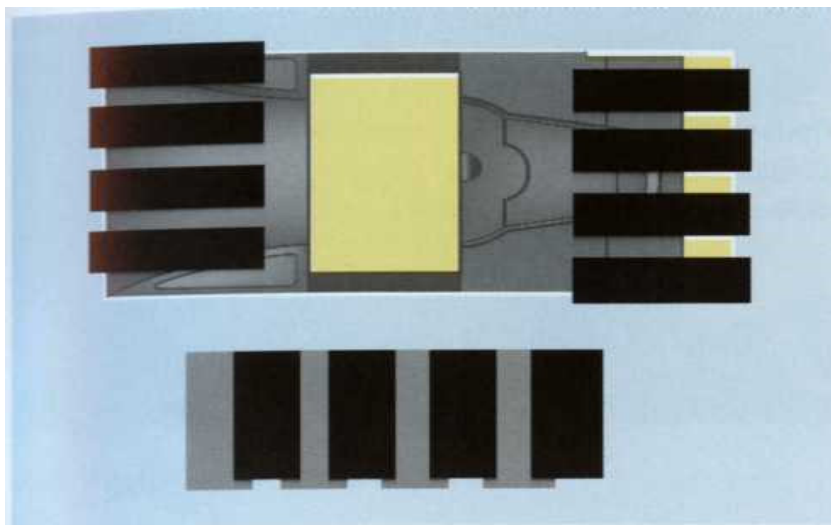


Рис. 5.14. Зміщення коліс пневмоколісного котка

5.3.5. Тандемні котки з шарнірно-з'єднувальною рамою

Основними параметрами тандемних котків з шарнірно-з'єднувальною рамою є вага від 7 до 14 т при робочій ширині ущільнення 1,5 м, 1,68 м, 2,0 м і 2,13 м (рис. 5.15, 5.16). Вони призначені для середніх і крупних будівельних об'єктів. Вібрація цих котків може відбуватися: тільки переднім вальцем, тільки заднім вальцем і двома вальцями. При цьому вальці можуть бути суцільні і розрізні. Обидва вальця з центральним шарнірним з'єднанням завжди рухаються один за другим, навіть при виконанні поворотів (наліво або направо). Також випускаються котки, що обладнані «крабовим» рухом зі зміщенням вальців до 120 см в обидві сторони (рис. 5.17). Таке розміщення полегшує ущільнення біля країв покриття, а також дозволяє обминати бічні перешкоди.



Рис. 5.15. Тандемні котки з шарнірно-з'єднувальною рамою

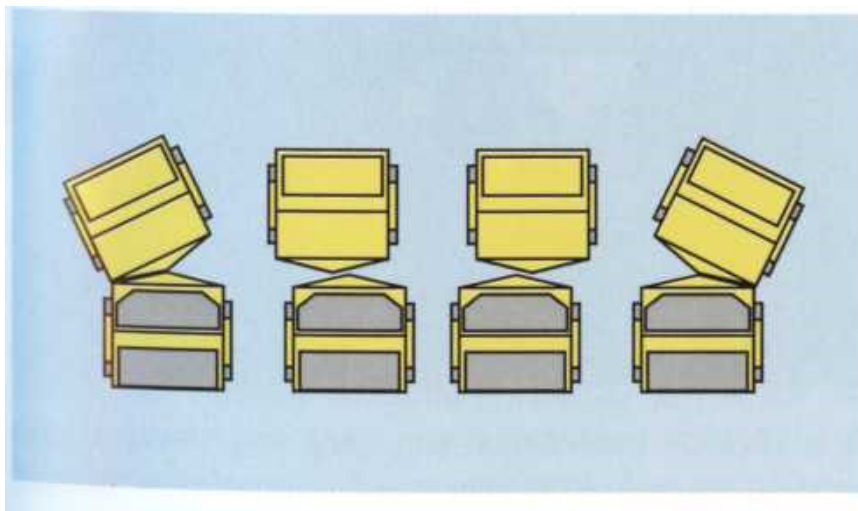


Рис. 5.16. Концепція управління котком з шарнірно-зчленованою рамою

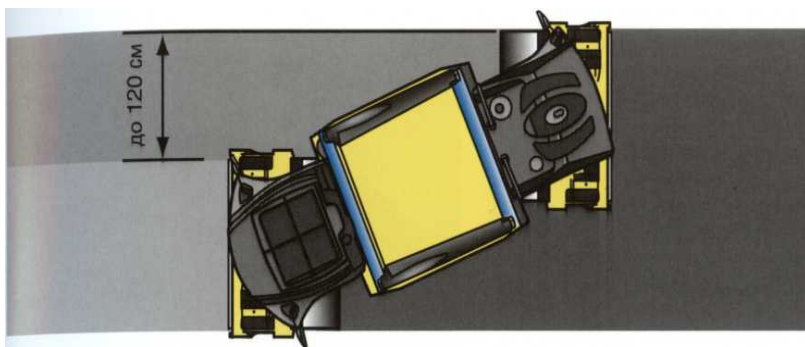


Рис. 5.17. Рух крабовим ходом

5.3.6. Тандемні котки з керуючими вальцями

Тандемні котки з керуючими вальцями випускаються вагою від 7 до 10 т та робочою шириною ущільнення 1,5 і

1,68 м (рис. 5.18). Вібрація може відбуватися переднім і заднім вальцем, або, окремо, переднім і заднім.

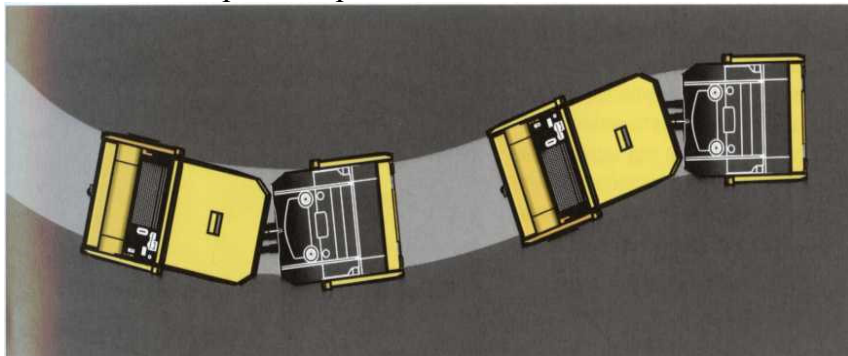


Рис. 5.18. Котки з шарнірно-зчленованою рамою

На котках з керуючими вальцями обидва вальця можуть повертатися одночасно (синхронне керування) або окремо (переднім або заднім) (рис. 5.19). Котки з керуючими вальцями також дозволяють рухатися «крабовим» рухом зі зміщенням вальців до 120 см (див. рис. 5.17).

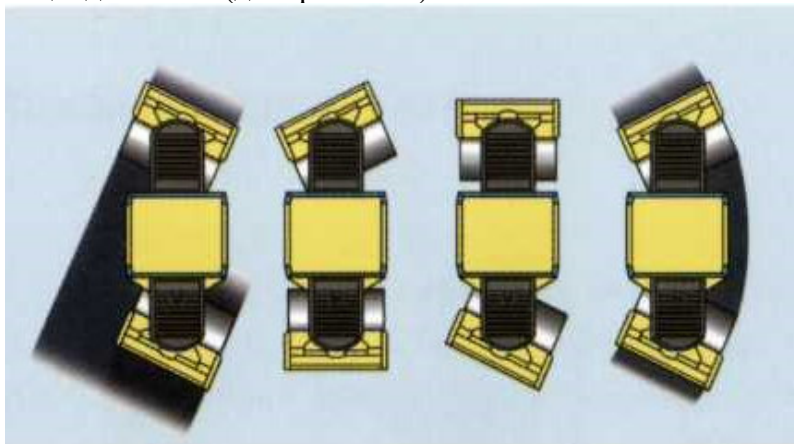


Рис. 5.19. Типи управління котком з керованими вальцями

Котки з керуючими вальцями оптимально підходять для роботи як на невеликих майданчиках (перехрестя, кільцеві розв'язки тощо) (рис. 5.20), так і на великих будівельних майданчиках (автомагістралі і автостради).

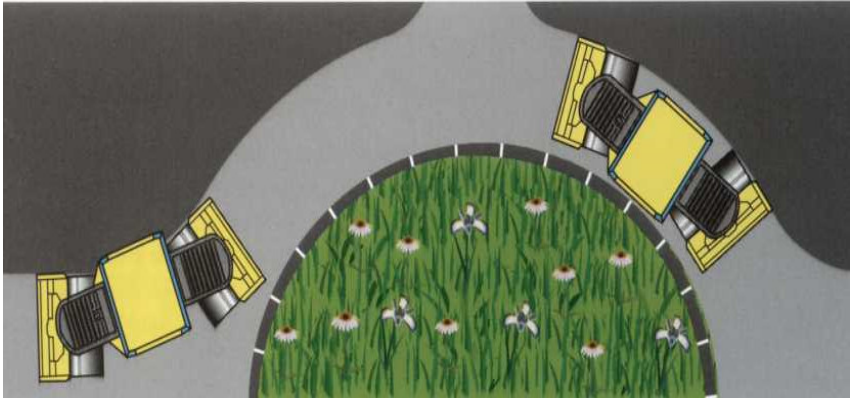


Рис. 5.20. Керовані вальці

5.4. Обладнання тандемних і комбінованих котків

5.4.1. Обладнання для ущільнення і обрізання країв покриття

Як правило, всі невеликі тандемні котки вагою до 4 т обладнуються наступними трьома інструментами для ущільнення і обрізання країв асфальтобетонного покриття:

- а) ущільнюючий ролик із зрізом 45 (рис. 5.21);
- б) відрізний диск (рис. 5.22, 5.23);
- в) конусний ролик (рис. 5.24).

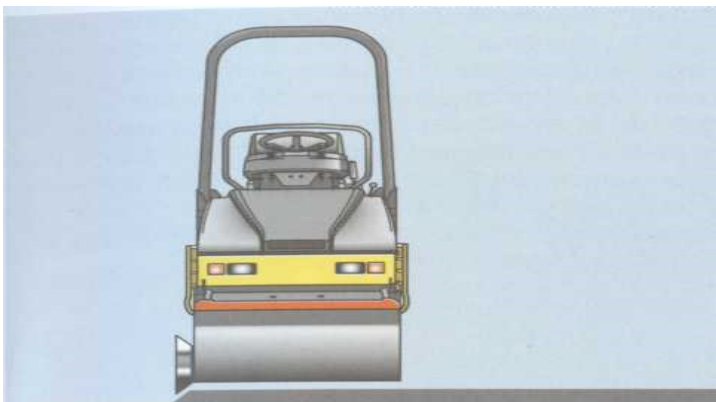


Рис. 5.21. Пристрій ущільнення краю дорожнього покриття

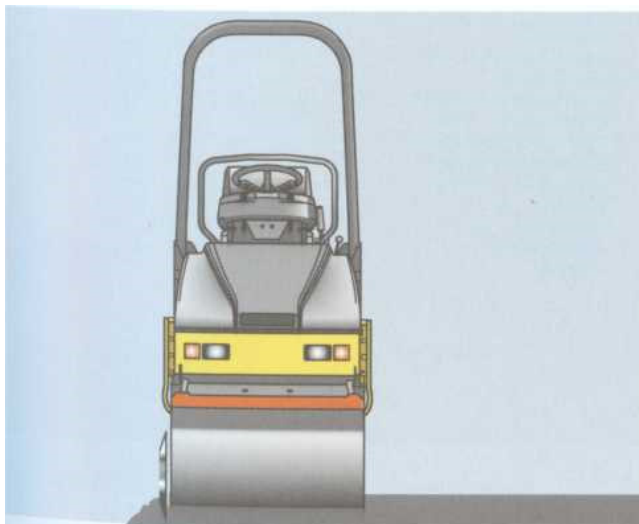


Рис. 5.22. Обрізний диск

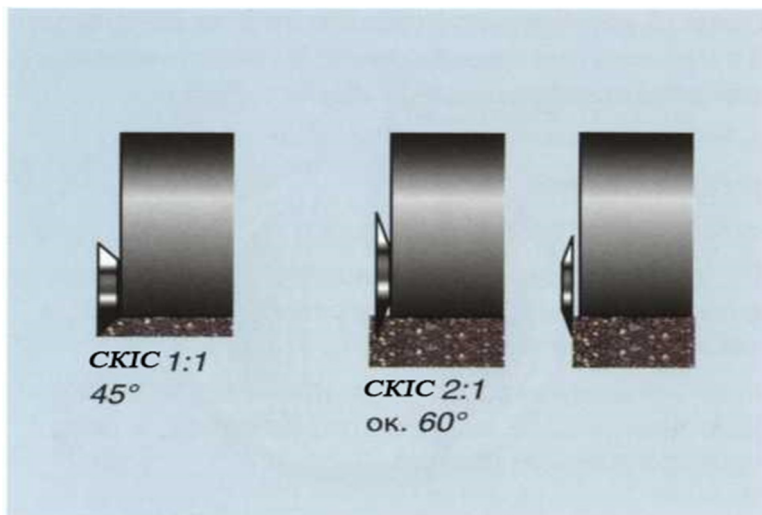


Рис. 5.23. Ущільнюючі ролики та обрізний диск

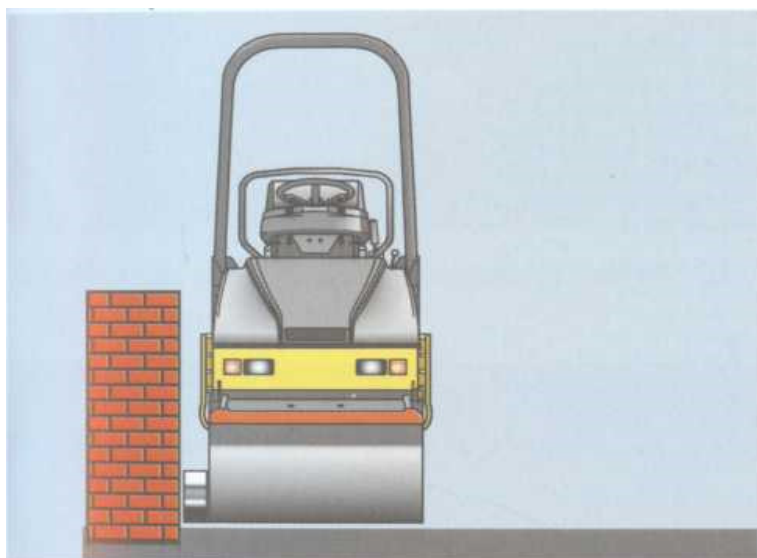


Рис. 5.24. Конічний ролик

За замовленням на великі тандемні котки влаштовуються ущільнюючі ролики зі зрізом 45 або 60, а також з відрізним диском (рис. 5.25, 5.26).



Рис. 5.25. Ущільнюючий ролик зі зрізом 1:1 (45°)



Рис. 5.26. Ущільнюючий ролик, що формує похилу і гладку поверхню кромки асфальтного покриття

Краї асфальтобетонного покриття ущільнюються з допомогою необхідного інструменту, наприклад, з допомогою ущільнюючих роликів.

Завдяки скошеній формі ролика, є можливість ущільнювати краї покриття поблизу перешкод (стін будівель і споруд). Конусні ролики встановлюються лише на тандемних котках вагою менше 4 т.

Відрізний диск дозволяє виконувати з рівною поверхнею краї покриття, стики шарів, тощо.

Робота з ущільнюючим роликом або з відрізним диском вимагає наявності досвіду машиніста.

Тандемні котки можуть бути обладнані двома ущільнюючими роликами (на передньому вальці зправа і на задньому – зліва).

5.4.2. Щебеневі розподілювачі

Для рівномірного розподілення кам'яного дріб'язку на поверхні асфальтобетонного покриття, деякі компанії пропонують розподілювачі для котків вагою 7–10 т.

Високоточні щебенерозподілювачі марки BS150 і BS160 (рис. 5.27) з вібраційною розрівнюючою рейкою встановлюються на великі тандемні котки, а розподілювачі роликів типу з гідроприводом можуть бути встановлені на легкі тандемні котки.



Рис. 5.27. Коток BW 154 з щебенерозмежувачем BS 150

Абразивна крихта забезпечує краще початкове зчеплення коліс з асфальтобетонним покриттям. Ширина розподілення крихти регулюється в межах від 1,0 до 1,8 м. Об'єм абразивної крихти регулюється шляхом зміни нахилу бункера не змінюючи робочої швидкості котка. Бункер з абразивною крихтою легко від'єднується від котка завдячуючи швидкодіючій гідравлічній муфті.

5.4.3. Визначення показників продуктивності котків

Показники продуктивності (за площею і за об'ємом) обладнання для укладання і ущільнення взаємозалежні. Таким чином обидва показники слід розраховувати у взаємозв'язку.

Продуктивність за площею залежить від ширини укладання, робочої швидкості, а також від коефіцієнта завантаження асфальтоукладальника. Загальна продуктивність обладнання залежить від об'єму суміші і продуктивності (за площею) дорожнього асфальтоукладальника.

На значення продуктивності (за площею і за об'ємом) обладнання для ущільнення впливають такі показники, як час ущільнення, кількість проходів, режим ущільнення, швидкість руху, а також ширина захватки обладнання для ущільнення. Вибір і комбінація обладнання для ущільнення залежить від різних критеріїв якості і інших факторів, таких як ступінь ущільнення, рівномірність поверхні з закритими порами, внутрішній зв'язок між шарами, ущільнення з'єднань (рис. 5.28, 5.29).

Продуктивність котка за площею ущільнення поверхні покриття визначається за формулою:

$$F = \frac{f \cdot b_{ef} \cdot V \cdot 1000}{n}, \quad (5.1)$$

де F – продуктивність котка за площею поверхні покриття; f – знижувачий коефіцієнт, що дорівнює 0,75; b_{ef} – ефективна ширина захватки (приймається 90% ширини вальця); V –

середня швидкість руху котка при ущільненні; n – кількість проходів.

Продуктивність котка за продуктивністю визначається за формулою:

$$M = \frac{f \cdot b_{ef} \cdot V \cdot h \cdot \delta_a \cdot 1000}{n}, \quad (5.2)$$

де M – продуктивність котка за об'ємом; h – товщина асфальтобетонного шару перед ущільненням; δ_a – щільність асфальтобетонної суміші перед ущільненням.



Рис. 5.28. Укладання і ущільнення асфальту за допомогою трьох асфальтоукладачів та п'яти віброкатків (масою 10 т). Ширина укладки >10 м; щоденний об'єм покладеного асфальту >3000 т



Рис. 5.29. Котки BW 203 AD продуктивністю 250 м/год. працює на несучому шарі асфальтного покриття товщиною 16 см

Необхідну кількість проходів може бути визначено, виходячи з досвіду роботи, а також за результатами експериментального ущільнення. У кожному окремому випадку кількість проходів залежить від опору матеріалів, ущільнення, температури суміші, товщини шару, швидкості руху котка, типу котка, а також режиму його роботи.

У таблицях 5.1 і 5.2 наведені значення продуктивності котків за площею і за об'ємом.

Таблиця 5.1

Продуктивність котків за площею ущільнення

Вага котка, т	Продуктивність за площею в м ² /год, при товщині шару		
	2–4 см	6–8 см	10–14 см
1,5–2,5	250–450	200–350	150–300
3,0–4,5	400–800	250–600	250–450
7,0–9,0	600–1500	500–900	400–700
10–14	1000–2200	800–1200	600–900

Таблиця 5.2

Продуктивність котків за об'ємом ущільнення

Вага котка, т	Продуктивність за об'ємом в т/год, при товщині шару		
	2–4 см	6–8 см	10–14 см
1,5–2,5	10–40	25–60	40–100
3,0–4,5	20–60	40–90	70–160
7,0–9,0	40–100	70–160	120–220
10–14	70–120	100–200	180–280

5.5. Схеми ущільнення**5.5.1. Схема ущільнення асфальтобетонного покриття при роботі одного асфальтоукладальника**

У залежності від ширини захватки покриття асфальтоукладальником, для ущільнення покриття може застосовуватися, як один, так і декілька котків. При цьому кожен наступний прохід слід виконувати з перекриттям не менше 15 см, щоб не залишалось неуцільнених смуг. Для того, щоб ущільнення було рівномірне по всій ширині покриття, необхідно виконувати однакову кількість проходів котка.

Повернення котка завжди виконують по ущільненій смузі. Після чого виконують наступний прохід. При наявності бордюрного каменю, ущільнення слід виконувати від зовнішнього краю.

5.5.2. Схема ущільнення асфальтобетонного покриття при роботі двох асфальтоукладальників

При ущільненні асфальтобетонного покриття з допомогою асфальтоукладальників, що розміщені в шахматному порядку, стики необхідно ущільнювати якомога швидше. При цьому котки, що рухаються за правим асфальтоукладальником, розпочинають ущільнення з правого краю дороги і переміщуються до центру. Котки, що рухаються за лівим асфальтоукладальником, розпочинають ущільнення з

центру (терміново ущільнюють з'єднання смуг покриття) . При цьому вони заходять на 15 см на шар, що укладений правим асфальтоукладачем (рис. 5.30). У результаті інтенсивного перемішування двох шарів, вони щільно з'єднуються один з одним.

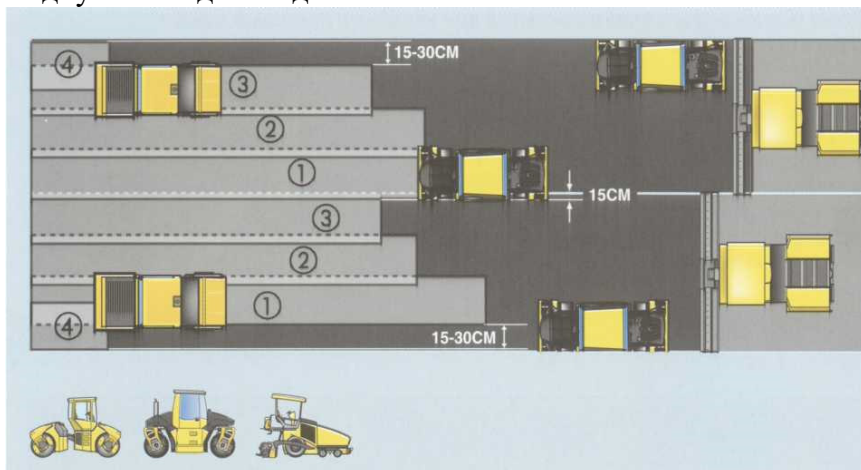


Рис. 5.30. Схема укладки при використанні 2-х асфальтоукладачів

5.5.3. Ущільнення асфальтобетону тільки з допомогою тандемних котків

Встановлено, що всі типи асфальтобетонних сумішей для різних конструктивних шарів можуть бути ущільнені з допомогою тандемних віброкотків (рис. 5.31). При цьому не обов'язково використовувати колісні котки. Дуже важливо ущільнювати асфальтобетонні суміші при високій температурі (близько 140–160° С). Кількість проходів в режимі віброущільнення залежить від товщини шару, лінійного навантаження і погодних умов. В залежності від стабільності і початкової щільності суміші, слід розпочинати з статичного ущільнення, а потім продовжувати ущільнення в режимі вібрації.

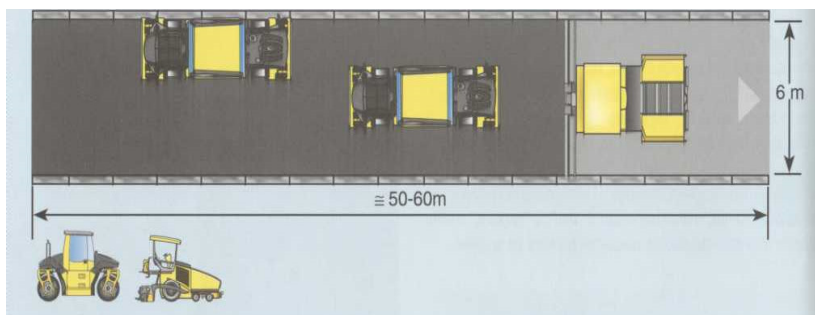


Рис. 5.31. Схема укладки при використанні тандемних котків

5.5.4. Ущільнення асфальтобетону з допомогою пневмоколісних і тандемних котків

Асфальтобетонні суміші, що схильні до задирів, такі, які використовують для зв'язуючих шарів або підстиляючих шарів або комбінованих шарів, спочатку слід ущільнювати з допомогою пневмоколісних котків. Колеса дуже добре перемішують суміш, а їх прогинання шин гарантує захист від утворення задирів або тріщин. Для кінцевого ущільнення зазвичай використовують тандемні котки вагою 7–10 т (рис. 5.32).

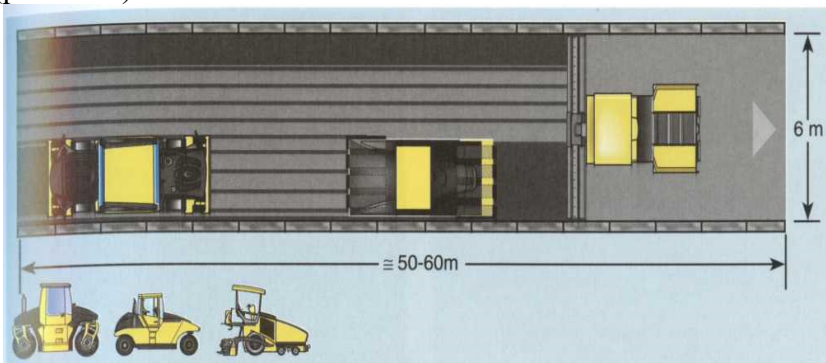


Рис. 5.32. Схема укладки при використанні пневмоколісних та тандемних котків

Ущільнення з формування випуклого поперечного профілю дорожнього покриття наведена на рис. 5.33.

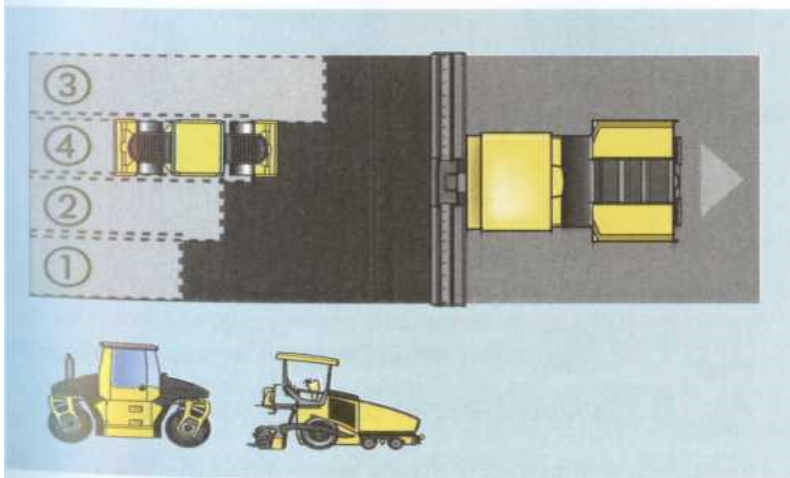


Рис. 5.33. Ущільнення з формуванням випуклого поперечного профілю

Ущільнення заокруглених ділянок дорожнього покриття наведена на рис. 5.34.

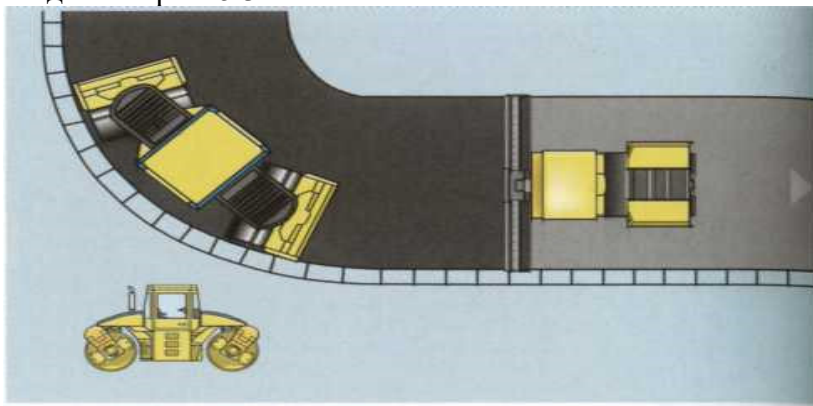


Рис. 5.34. Ущільнення за допомогою котків з керованими вальцями

5.5.5. Ущільнення швів і стиків

Для ущільнення поперечних стиків по всій ширині дорожнього покриття коток повинен рухатися так, щоб тільки 5–20 см вальця знаходилось на гарячому неущільненому асфальтобетоні з подальшим поступовим ущільненням гарячого шару за декілька заходів (рис. 5.35) Оскільки ширина проїзної частини невелика, рекомендується застосовувати невеликий маневрений коток. Якщо для маневрування котка недостатньо місця, то ущільнення поперечного стику можна виконувати по діагоналі до напрямку укладання.

При ущільненні повздовжніх стиків валець котка повинен заходити на гарячий шар приблизно на 20 см (рис. 5.36, 5.37). Інша частина вальця повинна рухатись по ущільненому матеріалі. Така технологія дозволяє досягнути з'єднання шарів, що однакові за висотою і без зсувів матеріалу.

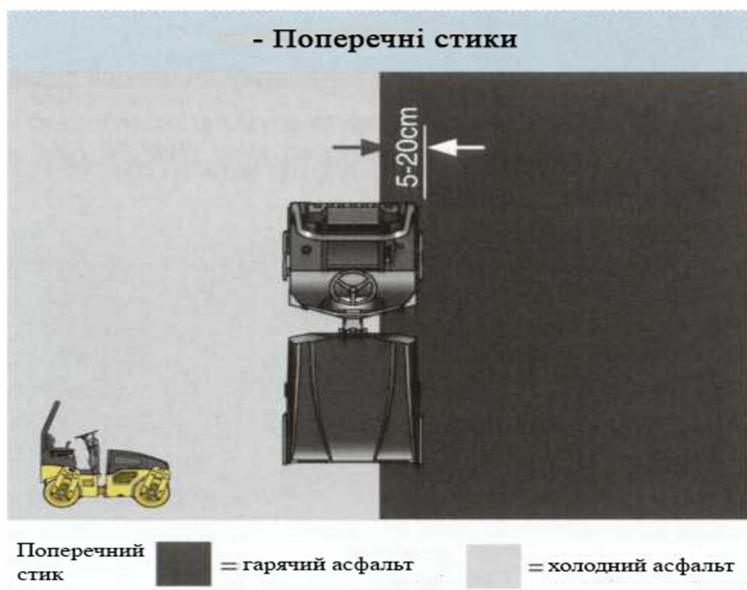


Рис. 5.35. Поперечний стик без руху транспорту

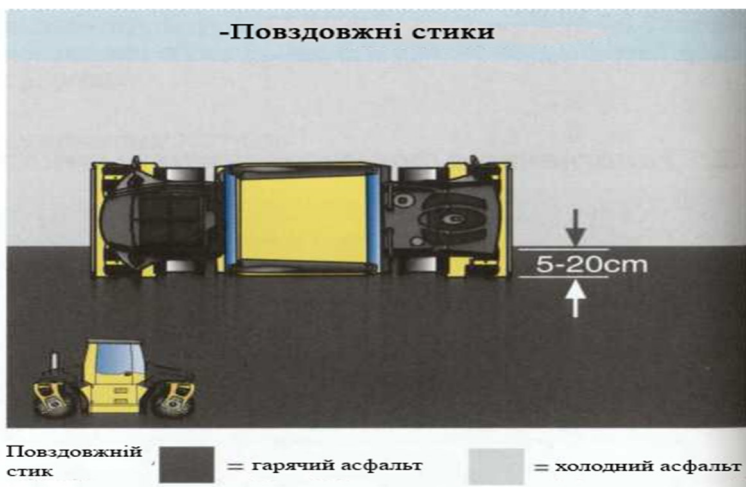


Рис. 5.36. Повздовжній стик без руху транспорту

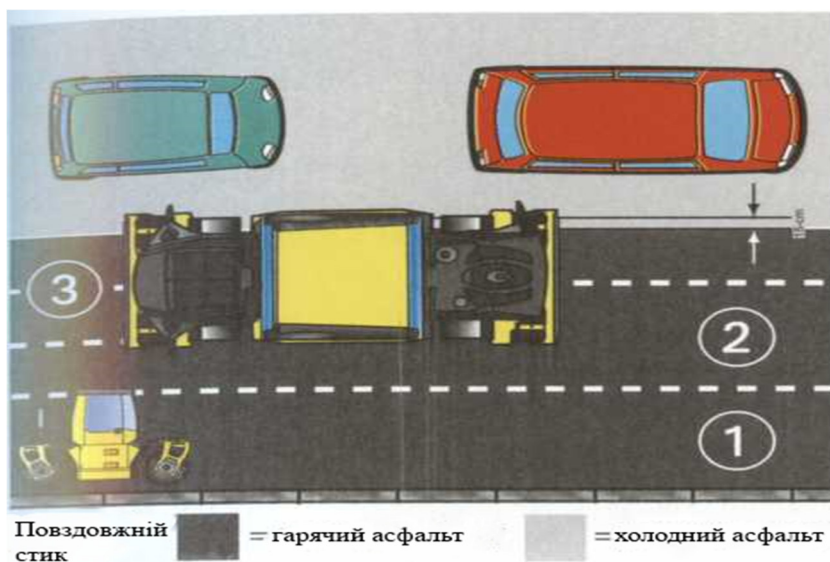


Рис. 5.37. Повздовжній стик з рухом транспорту

5.5.6. Рекомендації з технології ущільнення асфальтобетонного покриття

Не дотримання технології ущільнення асфальтобетонних покриттів може привести до небажаних процесів і явищ. Це накопичення і переміщення у вигляді хвилі асфальтобетонної суміші перед вальцем (рис. 5.38). Причинами цього явища може бути:

- досить велика вага котка (велике лінійне навантаження), а також досить малий діаметр вальця;
- нестабілізована суміш піддається ущільненню досить швидко, коли її температура достатньо висока.

Для цього рекомендується:

- використовувати коток меншої ваги;
- приступати до ущільнення суміші після її деякого застигання.

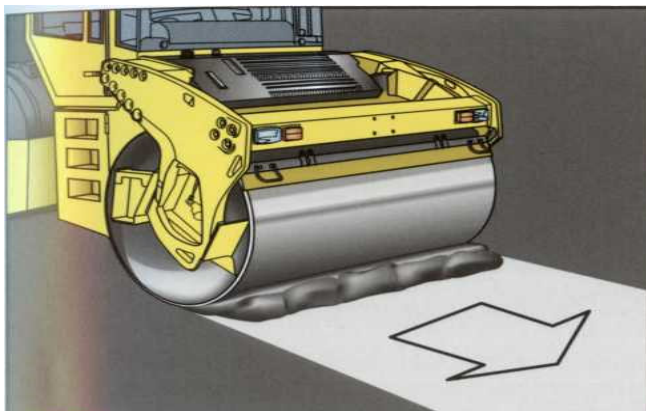


Рис. 5.38. Утворення задир суміші перед вальцем

Виникають випадки, коли асфальтобетонна суміш налипає на валець (рис. 5.39). Можливими причинами цього явища можуть бути:

- ущільнення відбувається при досить високій температурі асфальтобетонної суміші;
- недостатньо зрошений валець котка водою.

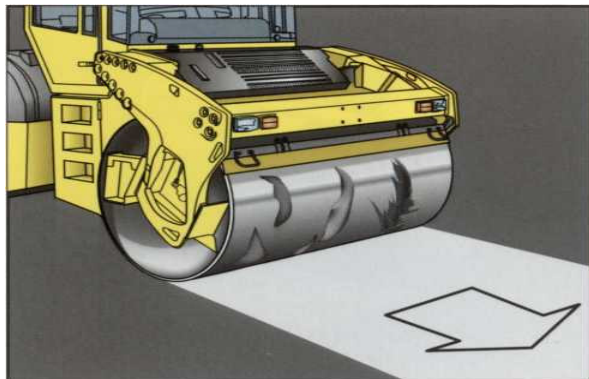


Рис. 5.39. Суміш налипає на вальці

Для усунення цього явища рекомендується до початку ущільнення змочувати валець по всьому колу. При недотриманні правил ущільнення асфальтобетонних сумішей, може відбуватися накопичення суміші з обох сторін вальця (рис. 5.40).

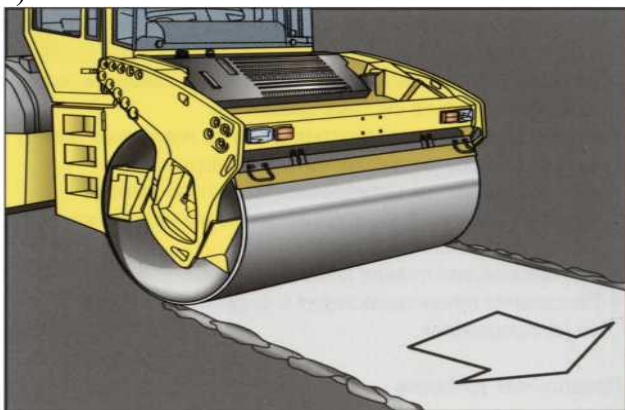


Рис. 5.40. Утворення повздовжніх опуклих профілів з обох сторін вальця

Причинами цього явища можуть бути:

- недостатнє початкове ущільнення (підкатка легким котком);

- досить висока температура суміші;

- неправильний склад суміші.

Можливі випадки при ущільненні асфальтобетонів виникнення поперечних і повздовжніх тріщин (рис. 5.41)



Рис. 5.41. Поперечні та повздовжні тріщини, які утворились в результаті використання занадто важкого катка

Причинами виникнення поперечних тріщин покриття (рис. 5.42) під час ущільнення можуть бути:

- недостатнє початкове ущільнення асфальтоукладачем;

- використання досить важкого котка по поверхні недостатньо застиглої суміші;
- після розподілення суміші по ширині покриття і до початку її ущільнення пройшло досить багато часу (поверхня суміші застигла, а під поверхнею шар гарячий);
- коток продавлює укладений матеріал в підстилаючий шар;
- комбінація досить товстих шарів і похилих поверхонь;
- використання так званих «коротких» сумішей (високий вміст натурального піску низької та недостатній вміст бітуму);
- надмірне ущільнення шару;
- нерівномірне розподілення суміші, і, як наслідок, її розшарування.

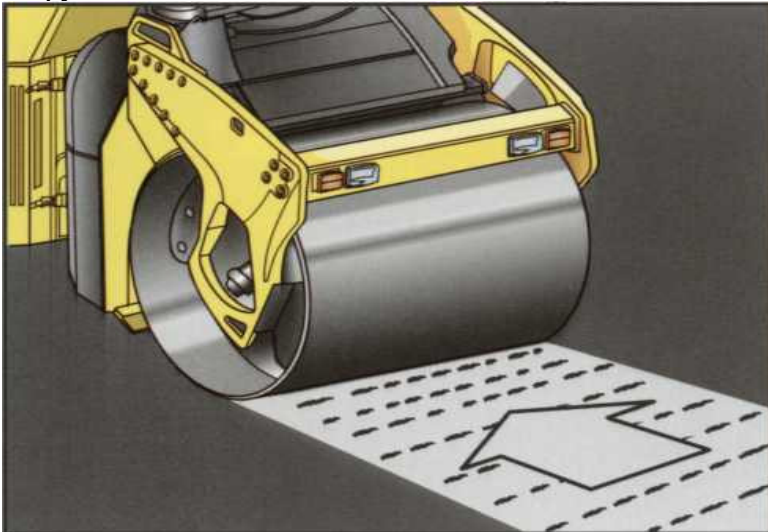


Рис. 5.42. Поперечні тріщини позаду вальця

Найбільш частими причинами виникнення повздовжніх тріщин (рис. 5.43) є:

- неякісно влаштований підстилаючий шар;

- зрізання суміші під важким навантаженням (при вкладанні товстого шару асфальтобетону, важкий коток вимушений чекати довгий час до початку роботи, у результаті чого поверхня його охолоджується при гарячій середині і під час ущільнення суміш зрізується);

- недостатнє початкове ущільнення;

- надлишкове ущільнення шару;

- погана стабілізація суміші із-за її складу (особливо при високому вмісту природнього піску);

- температура асфальтобетонної суміші досить висока;

- різні шари асфальтобетонного покриття погано зв'язані між собою;

- досить великий вміст зв'язуючої речовини в асфальтобетонній суміші;

- неякісне розподілення асфальтобетонної суміші і, як наслідок, її розшарування.

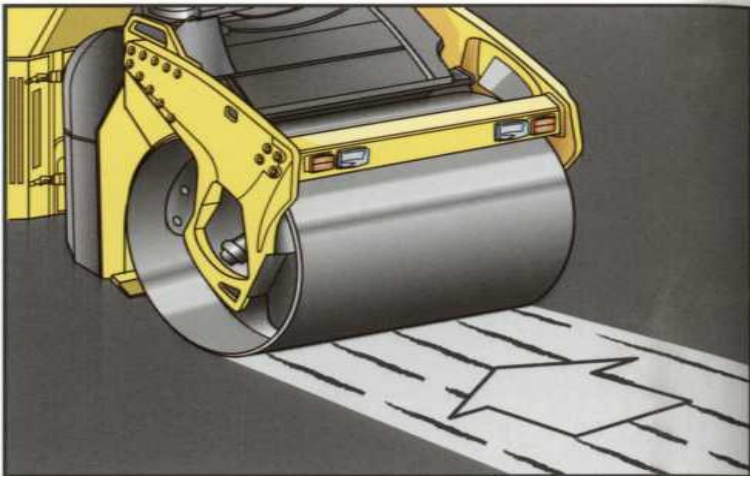


Рис. 5.43. Повздовжні тріщини

5.5.7 Основні правила ущільнення асфальтобетонної суміші

До ущільнення асфальтобетонного покриття пред'являються досить високі вимоги. Асфальтобетонне покриття повинно бути міцним, зносостійким, гладким і забезпечувати зчеплення для коліс автомобілів.

Виконання даних вимог можливе з дотримання наступних загальних правил:

1. Приступати до ущільнення асфальтобетону необхідно якнайшвидше. Допускається навіть застосування важких котків зразу після асфальтоукладальника.

2. Ущільнення країв покриття необхідно розпочинати якомога швидше, поки суміш піддається деформуванням.

3. Змочування вальців і коліс повинно бути суцільним, щоб попередити налипання суміші. Валець і шини повинні бути вологими, але не мокрими. У випадку, коли вода потрапляє на гарячий матеріал, він швидко охолоджується і, таким чином, скорочується час, на протязі якого, найбільш ефективно ущільнюється суміш.

4. Розпочинати ущільнення слід повільно і також повільно завершувати реверсний рух.

5. Слід відключати механізм вібрації під час зупинок.

6. Механізм вібрації слід включати тільки під час робочого проходу, та відключати при досягненні точки реверсу.

7. На проїзній частині з ухилом необхідно завжди розпочинати ущільнення з нижнього краю до верхнього. Таким чином, ущільнений шар служить упором для котка.

8. Для запобігання зміщення матеріалу слід керувати котком тільки по раніше ущільненому матеріалу.

9. Забороняється зупинятися на гарячій суміші, щоб запобігти додаткового осідання шару.

6. Застосування литих холодних сумішів для ремонтно-відновлювальних робіт автомобільних доріг

6.1. Визначення, класифікація та сфера застосування литих холодних сумішів

Сьогодні в більшості країн світу для ремонту доріг і продовження їх термінів експлуатації, дуже часто використовують литі холодні емульсійно-мінеральні суміші.

Холодна лита емульсійно-мінеральна суміш – суміш, яка виготовляється змішуванням за температури навколишнього середовища у змішувачі укладальника таких компонентів, як кам'яного матеріалу з максимальним розміром зерен 5 мм, мінерального наповнювача, води і бітумної емульсії.

Холодна лита асфальтобетонна суміш – суміш, яка виготовляється змішуванням за температури навколишнього середовища у змішувачі укладальника таких компонентів, як кам'яного матеріалу з максимальним розміром зерен 15 мм, мінерального наповнювача, води і модифікованої бітумної емульсії.

Литі холодні суміші поділяються:

1) на види – залежно від виду в'язучого, яке застосовується:

- суміші з емульсій на основі чистого бітуму;
- суміші з модифікованих бітумних емульсій на основі латексу;
- суміші з модифікованих бітумних емульсій на основі бітумополімеру.

2) на класи – залежно від розвитку процесу формування щодо розпаду та ущільнення суміші:

- повільний розпад – повільне самоущільнення;
- швидкий розпад – повільне самоущільнення;
- швидкий розпад – швидке самоущільнення;
- надшвидкий розпад – надшвидке самоущільнення;

- фіктивний розпад – повільне самоущільнення.

3) на типи – залежно від найбільшого розміру мінерального матеріалу (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Типи литих холодних сумішей

Максимальний розмір зерен, мм	Тип литої емульсійно-мінеральної суміші	Тип холодної литої асфальтобетонної суміші
5(4)	Піщана – 0/5 (0/4)	-
7(6)	-	Дрібнозерниста – 0/7 (0/6)
10(8)	-	Середньозерниста – 0/10 0/8)
15(11)	-	Грубозерниста – 0/15 (0/11)

Залежно від дефектів покриття, використовують такі типи сумішей:

0/5 – застосовується для закриття тріщин, створення гідроізоляційного шару; основне призначення – відновлення поверхні проїзної частини, підвищення коефіцієнта зчеплення;

0/7 – застосовується для закриття тріщин, заповнення пустот проїзної частини, ремонту сильно зношеної поверхні проїзної частини; основне призначення – відновлення поверхні проїзної частини, підвищення коефіцієнта зчеплення і влаштування додаткового верхнього захисного шару;

0/10 – застосовується для часткового заповнення пустот, усунення нерівностей проїзної частини; основне призначення - ремонт проїзної частини і влаштування додаткового верхнього шару, що захищає поверхню проїзної частини від руйнувань під впливом кліматичних і механічних чинників;

0/15 – застосовується як нижній шар при влаштуванні багат шарового покриття або для влаштування одношарового покриття.

Застосування литих емульсійно-мінеральних сумішів (ЛЕМС) та холодних литих асфальтобетонних сумішів (ХЛАС) порівняно з технологіями гарячого асфальтобетону має такі переваги:

- зменшення шкідливості впливу на довкілля;
- нижча енергоємність виробничого процесу завдяки відсутності потреби у висушуванні, нагріванні кам'яних матеріалів і бітуму, підтриманні високої температури під час перемішування;
- висока продуктивність та низька трудомісткість;
- суміщення операцій приготування та вкладання суміші в одній машині під час її руху по дорозі;
- продовження будівельного сезону завдяки можливості виконання робіт за середньодобової температури повітря понад плюс 5° С;
- можливість виконання робіт у разі вологого покриття;
- незначний термін формування шару (від 20 до 60 хв), після чого можна розпочати рух транспорту.

6.2. Технологія приготування та укладання литих холодних сумішів

Суміші литої консистенції переважно готують у мобільних установках на основі вантажного автомобіля, на якому розміщені ємкості для мінеральних матеріалів, емульсії і ПАР місткістю, достатньою для укладання зазвичай 500–1000 м захисного шару. Для розподілення матеріалу установка оснащена набором причіпних розподільників, які дають змогу укладати захисний шар, заповнювати дрібні дефекти поверхні покриття, кольматувати дрібні тріщини. У низці випадків, коли установка призначена, переважно, для укладання ХЛАС, машина забезпечується пристосуванням для попереднього зволоження або підґрунтовки поверхні покриття емульсією (рис. 6.1) [3]. Готова суміш повинна мати колір від

коричневого до чорного. Схему мобільної установки для виготовлення литих сумішей з причіпним розподільником, що дає змогу заповнювати дрібні дефекти поверхні покриття, наведено на рис. 6.2 [3]. Загальний вигляд мобільної установки з розподільчим коробом для отримання шару Slurry Seal наведена на рис. 6.2.

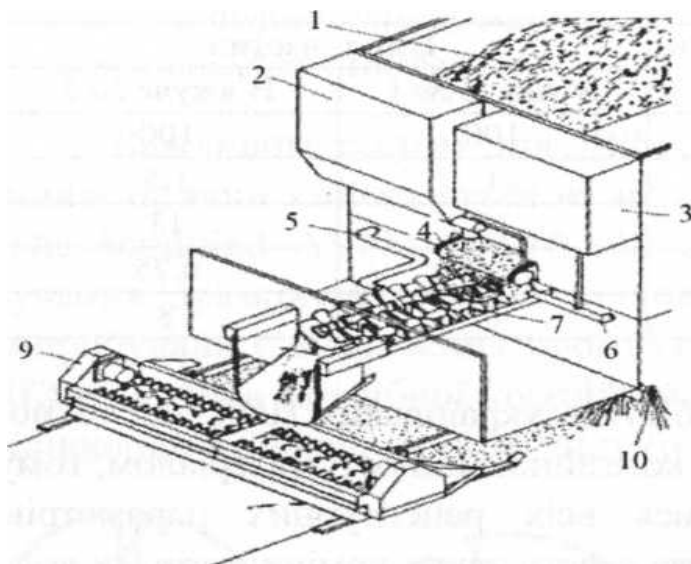


Рис. 6.1. Технологія влаштування шару з ХЛАС:

- 1 – бункер для кам'яного матеріалу; 2 – бункер для мінерального порошку; 3 – додатковий бункер; 4 – дозатор кам'яного матеріалу;
- 5 – дозатор емульсії; 6 – дозатор води і добавок; 7 – лопасті змішувача; 8 – готова ХЛАС; 9 – розподільчий короб;
- 10 – попереднє зволоження покриття

Тонкошарове покриття із холодної ЛЕМС влаштовують на половині проїзної частини або на окремих смугах руху транспорту. Після завантаження компонентів суміші на майданчику шламоукладальник подається на початок захватки. Розподільчий пристрій шламоукладальника

встановлюється на покриття і розкривається на ширину укладання шару. Компоненти суміші у заданому співвідношенні подаються в змішувач, де їх безперервно перемішують до однорідного стану з подальшою подачею готової суміші в розподільчий пристрій. Після заповнення розподільчого пристрою сумішшю починається укладання і розподіл суміші заданої товщини по ширині смуги захватки в процесі руху машини з одночасним усуненням дефектів правилом.

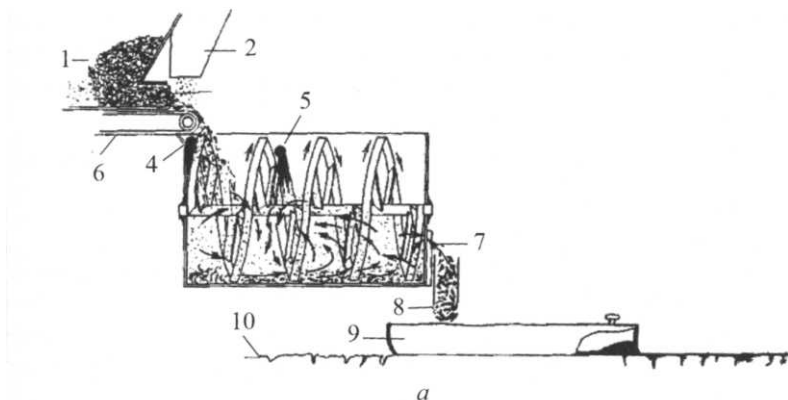


Рис. 6.2. Схему мобільної установки для виготовлення литих сумішей з причіпним розподільником:

- 1 – кам'яний матеріал; 2 – бункер для мінерального порошку;
- 3 – отвір для подачі кам'яного матеріалу; 4 – вода; 5 – емульсії;
- 6 – транспортер; 7 – вихід готової суміші; 8 – ЛЕМС;
- 9 – розподільчий короб з пристроєм для регулювання товщини шару; 10 – дрібні дефекти оброблюваного покриття

У разі повного використання будь-якого з компонентів суміші шламоукладальник припиняє роботу, змішувач і розподільюче обладнання промивають на узбіччі дороги та подають шламоукладальник на майданчик для завантаження необхідних матеріалів. Тільки після цього продовжують роботу, починаючи з попереднього місця зупинки.



б

Рис. 6.3. Мобільна установка з розподільчим коробом фірми Akzo Nobel для отримання шару Slurry Seal

Витрата суміші на квадратний метр повинна становити для типу суміші 0/7 – 14–18 кг, 0/10 – 18–22 кг, 0/15 – 24–8 кг. Під час ремонту колії заповненням сумішшю її питома витрата на квадратний метр повинна відповідати вимогам табл. 6.2.

Таблиця 6.2

Витрата суміші на квадратний метр

Глибина колії, мм	Витрата суміші, кг/м ²	Тип суміші, мм	Кількість шарів
0–15	15–25	0/7, 0/10, 0/15	1
15–25	25–35	0/7, 0/10, 0/15	2
25–35	35–45	0/7, 0/10, 0/15	2
35–40	40–55	0/7, 0/10, 0/15	2

Період формування покриття з литих сумішей складається:

- часу розпаду під час змішування;
- часу затвердіння;
- часу відкриття руху.

Час розпаду під час змішування суміші – це проміжок часу від початку приготування суміші до втрати нею рухливості. Час розпаду сумішей регулюють за допомогою введення в систему спеціальних добавок-стабілізаторів швидкості розпаду. Правильно підібрана суміш повинна характеризуватися відповідною стабільністю і залишатись однорідною протягом усього часу перемішування і розподілення. Це можливо у випадку, коли в суміші немає надлишку емульсії та води, а щебінь не містить великих часток.

У разі надто повільного розпаду емульсії виникає небезпека стікання рідкої суміші з поверхні або розшарування. Для запобігання цим явищам, підбираючи склади литих холодних сумішей, контролюють час затвердіння поверхні, який не має перевищувати 30 хвилин.

Час відкриття руху залежно від погодних умов не має перевищувати 4-х годин. Протягом цього періоду відбувається самоущільнення – процес витіснення води із суміші під впливом ваги її компонентів і формування базальної структури матеріалу. В результаті ущільнення і доущільнення в процесі витіснення води із суміші під впливом зовнішнього навантаження від котків і автотранспорту формується відповідно порова або контактна структури матеріалу.

Для литих холодних сумішей характерна рідка консистенція, яка насамперед вимагає «прасування» шару для регулювання товщини за всією площею оброблюваного покриття. Зазвичай розподільчий короб для литих сумішей оснащений гумовою стрічкою-праскою. Жорсткість гуми в таких «прасках» обирають, враховуючи склад суміші: для суміші з великим вмістом щебеню (до 35 мас.%) і з вищою в'язкістю органічного в'язучого потрібна жорсткіша гума. Така ж «праска» придатна для влаштування покривних шарів, коли необхідно втерти суміш в поверхню покриття із отриманням мінімальної товщини шару.

Після «прасування» для запобігання розшаруванню сумішей і прискорення формування шару слід видалити з нього якомога більше води випаровуванням або відтисканням ущільнювальними механізмами. Структура литих сумішей формується в процесі видалення води і остаточного ущільнення внаслідок руху транспортних засобів. За рахунок високої когезії в'язучого і задовільного зчеплення його з мінеральним матеріалом шар набуває достатньої щільності без додаткового ущільнення котком.

У проблемних випадках вважають за краще вводити до суміші добавки, що прискорюють її висихання. В Україні, де погодні умови не завжди стабільні, рекомендується доущільнення шару з литих холодних сумішей пневмокотками масою 4 – 6 т. після видалення частини води (близько половини її кількості в суміші) на всіх дорогах. Рух можна відкривати, коли із суміші починає відтискатися чиста вода, не забарвлена в'язучим або активатором.

Для шару з литих холодних сумішей на ділянках з невеликою інтенсивністю руху, де можливі значні зсувні зусилля (ділянки з частим гальмуванням транспортних засобів) або в холодну дощову пору року після висихання суміші до вологості 6–8 мас.%, рекомендується доущільнювати шар легкими (масою до 5 т) гладковальцовими котками або самохідними пневмокотками (масою 8–10 т). Комбіновані шари з литих холодних сумішей і чорного щебеню слід ущільнювати легшими пневмокотками (масою 4–6 т).

Остаточне доущільнення і формування матеріалу з литих холодних сумішей відбувається під час руху транспортних засобів. При цьому протягом деякого часу, який залежить від погодних умов і складу сумішей, обов'язкове регулювання руху: зниження швидкості, заборона гальмувань, різких поворотів і прискорення. Для сумішей типу Slurry Seal цей час дорівнює часу повного висихання суміші – від 0,5 до 8 год. Для

пастових ЛЕМС рух автомобілів обмежується протягом 3–7 діб на дорогах з інтенсивним рухом і до 15 діб на дорогах з малоінтенсивним рухом.

Список використаних джерел

1. ГБН Г.1 – 218 – 182:2011. Ремонт автомобільних доріг загального користування. Види ремонтів та перелік робіт. [Чинний від 2011-12-01]. Київ : Державна служба автомобільних доріг України, 2011. 17 с.

2. ВБН Г.1-218-050-2001. Міжремонтні строки експлуатації дорожніх одягів та покриттів на автомобільних дорогах загального користування. Київ : Українська державна корпорація «Укравтодор», 2001. 9 с.

3. Солодкий С. Й. Інноваційні матеріали і технології для будівництва та ремонту дорожніх одягів автомобільних доріг : навч. посіб. / Нац. Ун-т «Львівська політехніка». Л. : Вид-во Львівська політехніка, 2013. 137 с.

4. Рециклювання дорожніх одягів : посіб. з холодного рециклювання дорожніх одягів безпосередньо на дорозі з використанням цементу / за заг. ред. В. Жданюка і Д. Сибільського. Харків, 2005. 75 с.

5. Рециклювання дорожніх одягів : посіб. з холодного рециклювання дорожніх одягів із використанням бітумної емульсії або спіненого бітуму / за заг. ред. В. Жданюка і Д. Сибільського. Харків, 2006. Ч. 2. 75 с.

6. Рециклювання дорожніх одягів : посіб. з гарячого рециклювання асфальтобетону зі старих покриттів на заводі / за заг. ред. В. Жданюка і Д. Сибільського. Харків, 2006. Ч. 3. 51 с.

7. ВБН В.3.2-218-177-2004. Ямковий ремонт асфальтобетонного покриття автомобільних доріг струменевим методом із застосуванням бітумних емульсій. К. : Укравтодор, 2004. 8 с.

8. Посібник з проектування земляного полотна і дорожніх одягів із застосуванням геосинтетичних матеріалів. Доповнення до ВБН В.2.3-218-543. К. : Укравтодор, 2008. 143 с.

9. ВБН В.2.3-218-544:2008. Матеріали геосинтетичні в дорожньому будівництві.

10. ГБН В.2.3-37641918-544:2014. Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях. Основні вимоги. Київ : Міністерство інфраструктури України, 2014. 143 с.

11. Гамеляк І. П. Сучасні геосинтетичні матеріали : конспект лекцій до курсу «Новітні технології та матеріали у будівництві та ремонті автошляхів». Львів, 2010.

12. Гамеляк І. П., Кострицький В. В., Артеменко Л. Ф. Проблеми використання геосинтетичних матеріалів у дорожньому будівництві та шляхи їх вирішення. *Вісник КНУТД*. 2009. № 6. С. 17–27.

Навчальне видання

*Кузло Микола Трохимович
Альтман Валентина Віталіївна*

**ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ
РОБІТ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ**

Навчальний посібник

*Видавець і виготовлювач
Національний університет
водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028.*

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції РВ № 31 від 26.04.2005 р.*