

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА МІСЬКОГО БУДІВНИЦТВА І ГОСПОДАРСТВА
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему «Оцінка ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику
виникнення аквапланування автомобільних доріг»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1929-мбг-з

спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

(код і назва спеціальності)

освітньої програми «Міське будівництво та
господарство»

(код і назва освітньої програми)

Алієв В.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник доц., к.т.н. Фостащенко О.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Савін В.О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

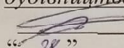
Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра Міського будівництва та господарства
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва)
Освітня програма «Міське будівництво та господарство»
(шифр і назва)
Спеціалізація -
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

завідувач кафедри міського
будівництва та господарства
 доцент А.В. Банах
« 28 » 05 20 20 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ / ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Алієв Владислав Вагіфович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи (проєкту) «Оцінка ефективних
конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування
автомобільних доріг»

керівник роботи Фостащенко Олена Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «25» 05 2020 року № 598-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи грудень 2020 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Актуальність обраного напрямку
досліджень, значимість у сучасному житті, можливості розв'язання
проблематики, перспективи впровадження майбутніх досягнень, мета
роботи, завдання до виконання обраних досліджень, об'єкт досліджень,
предмет досліджень, передбачувані методи виконання досліджень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) Сучасний стан заходів з відновлення нежорстких дорожніх
одягів. Конструктивні заходи з ліквідації ризику виникнення аквапланування
автомобільних доріг. Дослідження дорожніх умов автомобільних доріг.
Дослідження конструкцій дорожніх одягів на автомобільних дорогах з
підвищеним рівнем аквапланування. Охорона праці та техногенна безпека.

АНОТАЦІЯ

Алієв В.В. Оцінка ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг.

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 - Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник О.М. Фостащенко. Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра міського будівництва та господарства, 2020.

Виконаний аналіз ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг. Наведені та проаналізовані методи оцінки безпеки руху автомобілів на дорозі, вивчено особливості експлуатації автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування.

Встановлено, що основними транспортно-експлуатаційними показниками при експлуатації автомобільних доріг з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування є: міцність, рівність, шорсткість та коефіцієнт зчеплення покриття.









Ключові слова: АКВАПЛАНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ, БЕЗПЕКИ РУХУ, ПРАВИЛА ДОРОЖНЬОГО РУХУ, ВУЛИЧНО-ДОРОЖНА МЕРЕЖА, ТРАНСПОРТНІ РОЗВ'ЯЗКИ ДОРІГ, ДІЛЯНКИ ДОРІГ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

Список публікацій магістранта:

1. Конструктивні заходи з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг – тези доповіді на XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів Інженерного навчально-наукового інституту ЗНУ, Запоріжжя, 25 листопада 2020 р. Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2020. С. 251.





5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Від 32 листів слайдів із результатами аналітичних обґрунтованих наукового напрямку досліджень, результатами експериментальних досліджень, доказами оптимальності запропонованих методів, результатами чисельних розрахунків із застосуванням сучасних інформаційних методів досліджень.


6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи магістра


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Фостащенко О.М., доц. каф.МБГ		
Розділ 2	Фостащенко О.М., доц. каф.МБГ		
Розділ 3	Фостащенко О.М., доц. каф.МБГ		
Розділ 4	Фостащенко О.М., доц. каф.МБГ		

7. Дата видачі завдання 28.08.2020

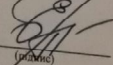
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Пряміть
1	Розділ 1. Дослідження дорожніх умов автомобільних доріг	1 жовтня	
2	Розділ 2. Конструктивні заходи з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг	1 листопада	
3	Розділ 3. Дослідження конструкцій дорожніх одягів на автомобільних дорогах з підвищеним рівнем аквапланування	1 грудня	
4	Розділ 4. Охорона праці та техногенна безпека	1 грудня	

Студент  Алієв В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проекту)  Фостащенко О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  Фостащенко О.М.
(підпис) (ініціали та прізвище)

ABSTRACT

Aliyev V. The Evaluation of Effective Constructive Measures to Eliminate the Risk of Road Aquaplaning

Qualifying work for obtaining a master's degree in higher education in specialty 192 - Construction and civil engineering, scientific supervisor A.N. Fostaschenko. Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Urban Construction and Economy, 2020.

The performed analysis of effective constructive measures to eliminate the risk of road aquaplaning. Methods for assessing the safety of traffic on the road are presented and analyzed, the features of the operation of highways in areas with an increased level of danger of aquaplaning are studied.

It has been established that the main transport and operational indicators during the operation of highways with an increased hazard of aquaplaning are: strength, evenness, roughness and coefficient of adhesion of the coating.

Key words: AQUAPLAN PLANNING OF ROADS, TRAFFIC SAFETY, TRAFFIC RULES, STREET ROAD NETWORK, TRANSPORT INTERCONTICLES

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНІХ УМОВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	11
1.1 Аналіз дорожніх умов автомобільних доріг	11
1.2 Фактори, що впливають на виникнення аквапланування	17
1.3 Конструкції дорожнього одягу автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем безпеки	23
РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТИВНІ ЗАХОДИ З ЛІКВІДАЦІЇ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ АКВАПЛАНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ	35
2.1 Конструкції дорожнього одягу армовані геосинтетичними матеріалами.	35
2.2 Синтетичні матеріали для армування конструкцій дорожнього одягу.	40
2.3 Геосинтетичні матеріали на ділянках доріг з підвищеним рівнем безпеки аквапланування	45
2.4 Розрахунок конструкції дорожнього одягу автомобільної дороги Дніпро-Запоріжжя	48
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ З ПІДВИЩЕНИМ РІВНЕМ АКВАПЛАНУВАННЯ	55
3.1 Дослідження виникнення ефекту аквапланування автомобільних доріг.	55
3.2 Дослідження впливу ефекту аквапланування на безпеку дорожнього руху	64
3.3 Оцінки міцності дорожніх конструкцій, які попереджають появу аквапланування автомобілів	67
3.4 Проектування водовідвідних систем і споруд	70
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА.....	74
4.1 Охорона навколишнього природного середовища	74
4.2 Вимоги безпеки і охорони праці при застосуванні геосинтетичних матеріалів	78
ВИСНОВКИ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БДР – безпека дорожнього руху;
 ДТП – дорожньо-транспортна пригода;
 ПЧ – проїзна частина;
 ТЗ – транспортний засіб;
 ПДР – правила дорожнього руху;
 ПП – пішохідний потік;
 ППС – паливо-повітряна суміш;
 ЛЗР – легкозаймиста речовина;
 ТЕФ – транспортно-експлуатаційні фактори;
 ТЗ – транспортний засіб;
 ТЕП – транспортно-експлуатаційних показників;
 ТП – транспортний потік;
 УДР – управління дорожнім рухом;
 УР – умови руху;

ВСТУП

Актуальність проблеми. За останні два десятиріччя різко змінився якісний склад транспортних потоків на автомобільних дорогах України. Збільшення інтенсивності руху та маси експлуатаційного навантаження викликало пришвидшений фізичний знос дорожнього одягу і погіршення його стану. Особливо гостро в Україні постала проблема забезпечити безпеку руху на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування. Нераціональний вибір дорожньої конструкції і матеріалів дорожнього одягу, невірний вибір геометричних параметрів сприяє підвищенню ймовірності виникнення різних видів дефектів та явища аквапланування, що призводить до збільшення кількості ДТП на дорогах України.

Кількість ДТП значно збільшується при русі транспорту за складних погодних умов, зокрема під час опадів: дощу та снігопаду або в тумані, які сприяють утворенню шару води на дорожньому покритті.

В результаті сумісного впливу від'ємних або близьких до 0 °С температур, підвищеної вологості повітря, танення снігу з подальшим замерзанням талої води, охолодження покриття, випадання атмосферних опадів, конденсації водяних парів змінюється стан поверхні покриття проїзної частини, зменшується зчеплення шини колеса з дорогою.

Вплив води на покриття не обмежується зменшенням зчеплення. Рідина, що знаходиться на проїзній частині, здійснює динамічний тиск на шину колеса, викликаючи, особливо при ускладнених дорожніх та погодних умовах, зменшення зони контакту і навіть появу проковзування колеса на водяному шарі (аквапланування автомобіля). Частіше всього, аквапланування автомобіля відбувається на ділянках доріг, де виникає застій води (на ділянках увігнутих вертикальних кривих поздовжнього профілю чи на горизонтальних ділянках автомобільної дороги) внаслідок дії опадів – випадання дощу або танення снігу. Це обумовлено недоліками, допущеними при проектуванні доріг, а саме – невірному

виборі геометричних параметрів (радіусів кривих, ширини проїзної частини, ухилів) тощо та нераціональному виборі конструкції і матеріалів дорожнього одягу, що при проїзді транспортних засобів сприяє появі на покритті дефектів, деформацій і руйнувань, тобто невідповідності транспортно-експлуатаційних показників (ТЕП) вимогам безпеки руху.

У даній роботі наведені та проаналізовані методи оцінки безпеки руху автомобілів на дорозі, вивчено особливості експлуатації автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування.

Виходячи з вищевикладеного, встановлено, що основними транспортно-експлуатаційними показниками при експлуатації автомобільних доріг з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування є: міцність, рівність, шорсткість та коефіцієнт зчеплення покриття.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Випускна робота виконана відповідно з планами науково-дослідних робіт кафедри міського будівництва та господарства Запорізького національного університету. В основу роботи покладено теоретичні дослідження та практичні розробки підвищення безпеки руху на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування.

Метою роботи є дослідження підвищення безпеки руху на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування.

Забезпечити надійність дорожньої конструкції та безпеку руху на автомобільних дорогах – це першочергові завдання, які стоять перед інженерами-дорожниками.

Тому для попередження явища аквапланування застосовуємо улаштування двошарового покриття, в якому верхній шар укладається із гарячого пористого асфальтобетону, а нижній - гарячий крупнозернистий асфальтобетон і між шарами влаштовується прошарок із геотекстильного матеріалу – базальтового суцільного полотна марки ПСБ-Д.

Доведено, що включений в проектування будівництва доріг геотекстиль дозволяє значно покращити якісні та експлуатаційні характеристики

дорожньої основи, збільшити термін його служби без необхідності проведення ремонтних робіт.

Для досягнення поставленої мети в роботі передбачене рішення наступних задач:

- дослідити причини існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування на автомобільних дорогах;
- проаналізувати та узагальнити методичні підходи спрямовані на підвищення надійності автомобільних доріг;
- проаналізувати нормативну базу та результати досліджень щодо сучасних методів попередження виникнення явища аквапланування;
- дослідити причини існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування в залежності від критичної глибини шару води, яка обумовлює критичну швидкість руху автомобілів із врахуванням нерівностей покриття.

Об'єкт дослідження – ефект аквапланування на ділянках автомобільної дороги.

Предмет дослідження є впровадження сучасних методів підвищення надійності автомобільних доріг та зниження рівня небезпеки ефекта аквапланування.

Методи дослідження. В процесі опрацювання роботи застосовано метод аналізу та узагальнення; теоретичних досліджень, заснованими на сучасних досягненнях в області теорії та практики підвищення надійності конструкцій автомобільних доріг згідно сучасних нормативних документів.

Джерела дослідження. Під час дослідження теми були використані наукові статті в періодичних виданнях, монографії, дисертаційні рукописи, збірки тез доповідей науково-практичних конференцій, інтернет-ресурси наукових електронних бібліотек.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- досліднені причини існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування на автомобільних дорогах;

- проаналізовані та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності автомобільних доріг;
- проаналізована нормативна база та результати досліджень щодо сучасних методів попередження виникнення явища аквапланування;
- досліджені причини існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування;
- наведені транспортно-експлуатаційні показники дорожнього одягу і покриття, що знижують рівень небезпеки аквапланування з визначенням міцності, рівності і коефіцієнта зчеплення.

Практичне значення одержаних результатів полягає у дослідженні та узагальненні методичних підходів, що спрямовані на підвищення надійності автомобільних доріг; дослідженні причини існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування; наведені транспортно-експлуатаційні показники дорожнього одягу і покриття, що знижують рівень небезпеки аквапланування з визначенням міцності, рівності і коефіцієнта зчеплення.

Особистий внесок автора. Наведені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності автомобільних доріг, виконаний аналіз існуючих методів проектування ділянок доріг з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування. Розроблені рекомендації щодо можливості застосування сучасних новітніх технологій при проектуванні автомобільних доріг.

Відомості про апробацію результатів роботи. Апробація роботи – за результатами досліджень опубліковано тези доповіді на XIII університетської науково-практичної конференції «Молода наука-2020». *Відомості про публікації здобувача.* Конструктивні заходи з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг - тези доповіді на XIII університетської науково-практичної конференції «Молода наука-2020».

Структура та обсяг магістерської роботи. Робота складається з вступу, чотирьох основних розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 91 сторінці, 17 таблиць, 19 рисунків. Для написання даної роботи використано 51 літературне джерело.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОРОЖНІХ УМОВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

1.1 Аналіз дорожніх умов автомобільних доріг

Відповідно дорожньої термінології під дорожніми умовами розуміють сукупність геометричних параметрів, транспортно-експлуатаційних якостей дороги, дорожнього покриття, елементів інженерного обладнання, що безпосередньо впливають на умови руху (виконання водіями операцій по перевезенню пасажирів, вантажу).

В наведеному визначенні відсутній зв'язок дорожніх умов з безпекою руху. Разом з тим дорожні умови, що є постійною складовою системи “Дорожні умови - транспортні потоки - навколишнє середовище” чинять позитивний або негативний вплив на безпеку руху, що обумовлене якісним їх станом.

Таким чином, дорожні умови можна трактувати як сукупність факторів, які позитивно чи негативно впливають на безпеку дорожнього руху транспортних засобів та пішоходів. До дорожніх факторів належить все те, що є на дорозі за винятком учасників руху та навколишнього природного середовища.

Слід відмітити, що дорожні умови для водія, що рухається, не постійні (стаціонарні) - вони весь час змінюються не самі по собі, а у сприйманні водія під час руху. Рухаючись із швидкістю 90 км/год (25 м/с) за декілька секунд виникають і змінюються елементи обстановки дороги (дорожні знаки, напрямні стовпчики, дорожні огороження), мости, пішохідні переходи, перехрестя тощо.

Водій за короткий проміжок часу сприймає інформацію, аналізує її, приймає рішення і його виконує. З часом забуває про минуле бо неупинно поступає нова інформація.

Безпосередній вплив дорожніх умов на безпеку руху можна виявити

шляхом аналізу фактичного покільометрового розподілу дорожньо-транспортних пригод (ДТП) за довжиною доріг.

Коли на кілометрах ділянок доріг, що аналізуються, ДТП по довжині розподілені рівномірно (без явного скупчення), то дорожні умови задовольняють вимогам утвореного руху і їх можна характеризувати як сприятливі для безпеки дорожнього руху. Якщо на ділянці дороги дорожні умови не відповідають вимогам безпеки руху на ній спостерігається скупчення (концентрація) ДТП, що свідчить про негативний вплив одного або декількох дорожніх факторів на безпеку дорожнього руху.

Дорожні умови, як фізична реальність, містять в собі непомітну для рухомого водія ймовірнісну сутність, що полягає в непередбаченості заздалегідь певної зміни існуючих дорожніх умов, елементів дороги, якісного їх стану, геометричних розмірів у плані, подовжньому та поперечному профілях.

В процесі руху водій не визначає довжину прямолінійних чи криволінійних ділянок, значення радіусів кривих у плані та подовжньому профілі, відстань видимості поверхні дороги, зустрічного автомобіля, не оцінює ширину проїзної частини, смуг руху, коефіцієнт зчеплення коліс транспортних засобів з поверхнею дорожнього покриття, рівність дорожнього покриття і все інше. Саме це може стати прямою або непрямою причиною виникнення помилки, яка приводить водія до хибного вибору ним режиму руху у виникненні конфліктної ситуації, яка трансформується в аварійну ситуацію і закінчуються виникненням ДТП.

Первинним джерелом інформації і поясненням поведінки водія на кожній конкретній ділянці дороги є сама дорога. В загальному вигляді фактори, що привертають увагу водія під час руху можна розділити на три групи:

- фактори, що відносяться до самої дороги, дорожньої обстановки тобто елементи дороги або попередження про них які безпосередньо впливають на управління автомобілем (зміна напрямку та положення дорожнього

покриття, дорожні знаки, нерівності проїзної частини, примикання, розгалуження доріг і т. п.);

- фактори, які пов'язані з учасниками руху - інші автомобілі, пішоходи, мотоциклісти і велосипедисти, пішоходи на узбіччях ділянок доріг, тощо;

- фактори, які безпосередньо не пов'язані з рухом - будови і споруди, що впадають у вічі, рослинні групи на придорожній смузі, елементи навколишнього ландшафту, навіть літаки, що пролітають над дорогою.

Кількість факторів, що водій може розрізнити і чітко зафіксувати у своїй свідомості обмежена мінімальною протяжністю часу, необхідного для сприйняття окремих дій його органами відчуття. Для кожного з подразників людини існує граничне значення часу фіксації інформації, яка індивідуальна і залежить від загального емоційного напруження людини.

В середньому граничне значення часу складає: для зору - 1/16 с; для слуху - 1/20 с; для мускульної реакції на поштовх та тряску - 1/5 с.

В нормальних умовах руху головним джерелом інформації водія про дорожні умови є зір.

Таким чином, аналіз особливостей сприйняття дорожніх умов водіями дозволяє зробити висновок про те, що небезпечними необхідно вважати дорожні умови, на яких виникає різка зміна режимів руху транспортних засобів в порівнянні з попередніми умовами і водіям потрібна підвищена увага. Саме за таких дорожніх умов виникають дорожньо-транспортні ситуації які переходять в події, спостерігається скупчення ДТП.

Зчеплення коліс автомобілів всіх типів з покриттям є однією з головних умов забезпечення безпеки руху по дорогах.

Безпека руху – це відсутність ймовірності виникнення аварії автомобілем будь-якого типу, який рухається з вибраною водієм деякою швидкістю в потоці при умові забезпечення ефективної роботи водія і транспортного засобу в тій чи іншій дорожній обстановці.

Поняття «дорожня обстановка» включає в себе сукупність геометричних елементів дороги, транспортно-експлуатаційних показників, архітектурних

елементів і елементів рельєфу місцевості, а також видимість, наявність засобів регулювання руху, швидкість та інтенсивність руху транспортних засобів, професійні якості водіїв та їх психофізіологічний стан.

Дорожня обстановка на різних ділянках доріг відрізняється за своїми властивостями, типом дорожнього одягу, розміщенням проїзної частини в полі зору водія та інше. Це призводить до того, що водії вимушені безперервно приймати рішення щодо режимів руху, які найбільш відповідають даній дорожній обстановці.

Дорожньо-транспортні пригоди (ДТП) виникають в таких випадках:

- де рух автомобілів виконується з виїздом на смугу зустрічного руху, при обгонах, об'їзді перешкод та під дією поперечної сили внаслідок невірної початку або завершення обгону;
- при пересіченні траєкторії руху транспортних засобів і пішоходів, що зустрічається на ділянках із з'їздами, примиканнями, пересіченнями в одному рівні, пішохідними переходами, майданчиками відпочинку тощо;
- при недостатній відстані видимості поверхні дороги або зустрічного автомобіля. Але частіше всього ДТП з тяжкими наслідками виникають на слизьких та мокрих покриттях внаслідок невідповідності транспортно-експлуатаційних показників інтенсивності і режимам руху автомобілів.

Дослідженнями А.О. Белятинського, О.А. Білятинського, К.В. Краюшкіної, О.П. Васильєва, М.В. Немчинова, В.Ф. Бабкова, Я.В. Хомяка, В.Ф. Скорченко, Knoll, Nazet, Sudwing [5-13] та інших визначено, що із усіх елементів дороги на режим і безпеку руху найбільше впливає стан проїзної частини і узбіч.

Велике значення мають матеріали, з яких влаштована проїзна частина, узбіччя і вся конструкція дорожнього одягу, оскільки від цього залежить забезпечення техніко-економічних показників (ТЕП) доріг різних технічних категорій. До ТЕП відносяться показники, які визначають відповідність стану проїзної частини і узбіч вимогам руху і здатність забезпечення цієї відповідності на період експлуатації дороги.

Згідно Технічних правил ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України до основних ТЕП відносяться: шорсткість - зчіпні якості покриття (коефіцієнт зчеплення), рівність покриття і міцність дорожнього одягу.

Шорсткість являє собою сукупність нерівностей покриття, які не викликають низькочастотних коливань автомобіля на підвісці і не впливають на його динаміку та роботу двигуна.

Максимальна довжина нерівностей шорсткості залежить від розмірів шин автомобілів і знаходиться в межах 30-100 м.

Шорсткість покриття поділяється на два види: макрошорсткість (макронерівності) довжиною 2-3 мм і висотою не більше 0,2-0,3 мм, які впливають на динаміку автомобіля та роботу двигуна і мікрошорсткість (мікронерівності) довжиною 1-2 мм і висотою 0,1-0,2 мм, які викликають коливання автомобіля на підвісці, але не впливають негативно на роботу двигуна. Мікронерівності визначаються шорсткістю матеріалу, що утворює нерівності макрошорсткості.

М.В. Немчинов визначив, що шорсткість покриття має значний вплив на величину коефіцієнта зчеплення ($K_{зч}$), який раціонально виразити через площу контакту шини з покриттям [10].

Дослідженнями В.О. Астровва, О.П. Васильєва, Я.В. Хом'яка, М.В. Немчинова [8, 10, 11, 14 – 15] доведено, що опір ковзанню автомобільних шин, тобто опір акваплануванню автомобіля в основному залежить від ступеня шорсткості поверхні покриття дороги.

Шорсткість покриття впливає на витрати енергії автомобіля, що рухається на такі дії:

- тертя і деформацію гуми протектора шин, тобто на величину адгезійної і деформаційної складових сили опору ковзання;
- опору появи аквапланування автомобіля;
- вірогідність розриву водяної плівки, що формується на проїзній частині доріг під час дощу або танення снігу;

- формування теплового режиму в зоні контакту шини з покриттям дороги, від чого залежить плавність руху автомобіля, рівень транспортного шуму, можливість засліплення водіїв відображеним світлом фар зустрічних автомобілів.

Ступінь шорсткості покриття значною мірою впливає на зменшення чи збільшення рівня небезпеки аквапланування автомобілів під час випадіння дощу або танення снігу взимку. Але необхідно враховувати, що покращення зчіпних якостей покриття за рахунок збільшення шорсткості супроводжується зростанням транспортного шуму і посиленням вібрації автомобіля.

Однією із головних характеристик дорожнього покриття, особливо за складних погодних умов, при можливості виникнення аквапланування, є здатність надавати опір проковзуванню автомобільних шин, тобто забезпечувати зчіпні якості колеса автомобіля з поверхнею дороги.

У випадку зниження зчіпних якостей покриттів доріг визначені строки для усунення цього явища, які наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Строки усунення зниження зчіпних якостей покриття

Роботи з підвищення зчіпних якостей покриття	Строк виконання роботи, доби не більше
- за умови зносу шорсткої поверхні	Протягом будівельного сезону
- за умови випотівання органічних в'язучих речовин	4
- при акваплануванні автомобілів	3
- при забрудненні	1

Стан проїзної частини за зчіпними якістьми оцінюється коефіцієнтом зчеплення, який вимірюється причіпним пристроєм типу ПКРС на вологому покритті згідно до вимог ДСТУ Б В.2.3-2-2000, ДСТУ Б В.2.3-8-2003.

Допустимий коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з проїзною частиною повинен забезпечувати безпечні умови руху при нормативній швидкості згідно вимог ДСТУ 3587-97 і бути не менше 0,3.

Але забезпечення нормативного значення коефіцієнта зчеплення залежить не тільки від транспортно-експлуатаційного стану покриття і дорожнього одягу, а й інших факторів.

1.2 Фактори, що впливають на виникнення аквапланування

Аквапланування (також гідропланування) являє собою явище, в якому шини на мокрих дорожніх умовах втрачають контакт з дорогою через осілий шар води між ними. Шини в цій ситуації, не можуть досить швидко видалити надлишок води, яка накопичується в них, так що транспортний засіб втрачає контакт з поверхнею, що призводить до втрати контролю з боку водія автомобіля.

Погодні умови, які роблять дороги крижаними або засніженими, роблять нас більш обережними під час водіння. Тим не менше, водіння в дощ або на мокрій, повній калюж, дорозі може бути небезпечним. Як видно з даних, наведених у таблиці нижче, дорожньо-транспортні пригоди, викликані несприятливими погодними умовами, зокрема дощем, часто призводять до значного числа травмованих і навіть загиблих. Виникнення такого роду аварій відбувається дуже часто, і, як правило, несе відповідальність за це явище аквапланування.

Транспортний засіб в процесі аквапланування не реагує на маневри, які виконуються водієм, наприклад поворот, гальмування або прискорення. Аквапланування застає водія зненацька, і описується як відчуття "пухкості" в задній частині транспортного засобу.

Фактори, що впливають на виникнення аквапланування:

Швидкість. Чим вища швидкість, тим більша ймовірність аквапланування. Це явище може відбуватися навіть при швидкості 50 км/год. Рекомендується, зменшити швидкість, особливо ближче до великих калюж.

Стан і тип шин. Правильно обраний розмір шин, рекомендований виробником тиск в шинах, тип і глибина протектора безпосередньо

впливають на можливість виникнення явища аквапланування.

Глибина і кількість води на дорозі. Чим глибші калюжі повинен подолати автомобіль, тим більша ймовірність того, що автомобіль буде втрачати контакт з дорогою. Проте, навіть з тонким шаром води, може виникнути аквапланування.

На рис. 1.1. наведена класифікація факторів, що впливають на значення коефіцієнту зчеплення, тобто на попередження появи аквапланування.

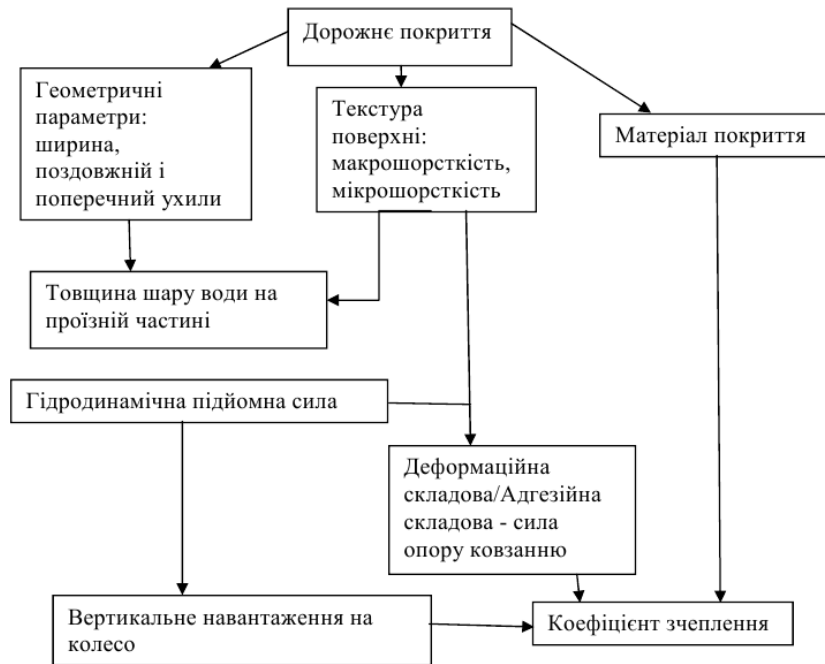


Рисунок 1.1 - Класифікація факторів, що впливають на попередження появи аквапланування

Але забезпечення нормативного значення коефіцієнта зчеплення залежить не тільки від транспортно-експлуатаційного стану покриття і дорожнього одягу, а й інших факторів.

Загальна класифікація факторів, що визначають зчеплення шини автомобільного колеса з покриттям і попередження виникнення аквапланування транспортного засобу при дії погодно-кліматичних факторів наведена на рисунку 1.2.

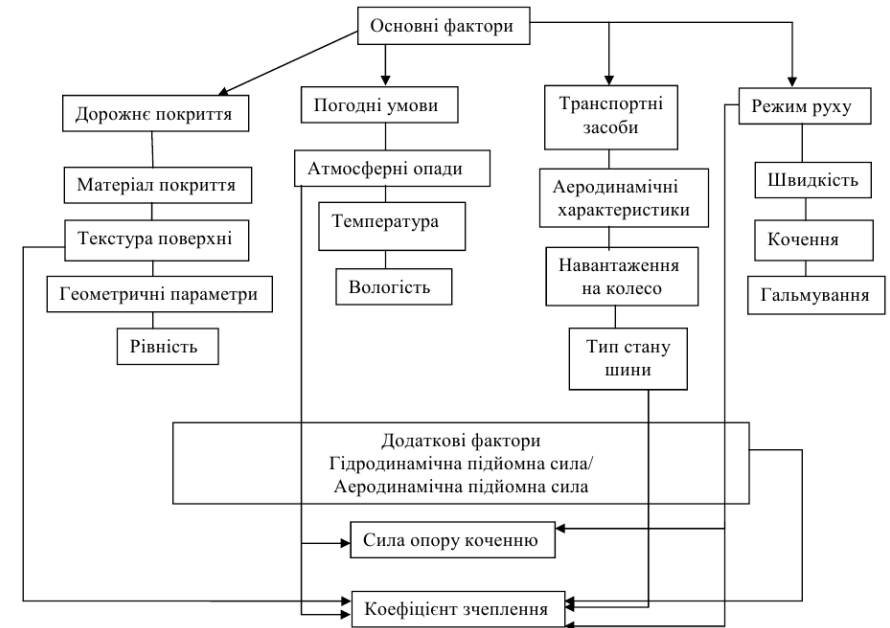


Рисунок 1.2 - Класифікація факторів, що впливають на забезпечення зчеплення колеса автомобіля з покриттям і попереджують появу аквапланування транспортного засобу [9]

Аналізуючи фактори забезпечення зчеплення колеса автомобіля з покриттям видно, що регулювати $K_{зч}$ і попереджувати появу аквапланування стає можливим завдяки:

- забезпеченню ТЕП відповідно до технічної категорії дороги;
- регулюванню режимів руху транспортних засобів;
- улаштуванню раціональної конструкції дорожнього одягу на ділянках доріг з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування.

Покриття може бути міцним і довговічним, але якщо не забезпечена шорсткість і рівність проїзної частини та узбіччя, то не будуть забезпечені розрахункові швидкості і безпека руху автомобілів.

Стан покриття дороги, що знаходиться в експлуатації, за рівністю вважається задовільним, якщо гранично допустимі показники рівності проїзної частини при контролі трюхметровою рейкою відповідають визначеним відповідним значенням по категоріях доріг, що наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Значення показника рівності проїзної частини доріг різних категорій

Категорія дороги і тип дорожнього одягу	Рівність проїзної частини, мм
I капітальний	5/6
II капітальний	5/7
II полегшений	7/8
III капітальний	5/9
III полегшений	7/12
IV капітальний	7/14
IV полегшений	10/15

При таких значеннях рівності практично виключена можливість появи аквапланування автомобілів під час дії негативних погодно-кліматичних умов.

Міцність дорожнього одягу оцінюється коефіцієнтом запасу міцності (K_m), який визначається як відношення фактичного модуля пружності дорожньої конструкції в розрахунковий період року (E_ϕ) до необхідного модуля пружності (E_n) при існуючому русі на дорозі:

$$K_m = \frac{E_\phi}{E_n}, \quad (1.1)$$

Дорожня конструкція задовольняє умовам по міцності, якщо виконується умова:

$$K_{zm} > K_{zm}^{don},$$

де K_{zm}^{don} - мінімально допустиме значення коефіцієнту запасу міцності дорожнього одягу.

Проблемою забезпечення безпеки руху автомобілів різних типів на складних ділянках доріг займалися такі вчені як В.Ф. Бабков, О.А. Белятинський, Я.В. Хом'як, К.В. Краюшкіна, М.В. Немчинов, М.В. Борисюк, Ю.М. Сухоруков, В.М. Юмашев, Darguzis A. et al, Zarijs A. [18-28].

Аналіз проведених досліджень свідчить, що статистичні моделі для визначення ділянок доріг з незабезпеченими розрахунковою швидкістю руху та підвищеним ризиком виникнення ДТП значну роль відводять ділянкам, де є підвищений рівень небезпеки аквапланування. Поява аквапланування залежить від дії погодно-кліматичних факторів, але спричиняється дією багатьох чинників (ТЕП, текстурних, конструктивних), поєднання яких призводить до тієї чи іншої ймовірності початку аквапланування.

Встановлення залежності швидкості руху автомобіля по шару рідини – «ймовірність аквапланування» є важливим завданням зниження аварійності на дорогах на стадії експлуатації (шляхом обмеження швидкості руху чи зміною відміток поздовжнього і поперечного профілів дороги. За даними досліджень [29-30] на зчеплення колеса з поверхнею покриття значно впливає товщина плівки води на покритті. Зі зменшенням швидкості руху автомобіля при визначеній товщині плівки води, зчеплення значно зростає для одного і того ж протектора колеса транспортного засобу однакового ступеню зносу. Доведено, що зі збільшенням зносу протектора, зменшується зчеплення при тій самій товщині плівки води. Для забезпечення безпеки руху транспортних засобів важливо, щоб шина зберігала відповідну глибину канавок, ступінь зносу і рисунок протектора за будь-яких погодних умов. При наявності на покритті шару води і швидкості руху, значно більшої ніж прийнятої для даної категорії дороги, рисунок протектора припиняє відштовхувати вологу під шиною. Втрачається контакт та зчеплення між шиною та дорогою.

Якщо глибина рисунку протектора менша, ніж чотири міліметри, здатність шини тримати дорогу на вологій поверхні та протистояти акваплануванню ще зменшується. Як наслідок – значно збільшується гальмівний шлях, схильність до заносу і зростає рівень небезпеки аквапланування.

Випробування, проведені компанією Nokian Tyres, показали, що у разі зношеної шини (протектор менше 1,6 мм, товщина водяного шару на дорозі приблизно 5 мм) аквапланування відбудеться під час виконання повороту на швидкості 76 км/год, а якщо шина нова – на швидкості 96 км/год. Як поводитися під час аквапланування? По-перше, не панікувати! Різкі маневри можуть тільки погіршити ситуацію. Рекомендується, щоб в тій мірі наскільки це можливо, зберегти напрямок руху і поворот кермового колеса з боку в бік. Це призведе до ще більшої втрати контролю над транспортним засобом і може мати фатальні наслідки. Для того, щоб повернути собі контроль над транспортним засобом вам потрібно прибрати ногу з газу, почекати поки повернеться кермове управління і обережно натиснути на педаль гальма.

Що робити, щоб уникнути аквапланування? Регулярно замінювати шини. Часто перевіряти глибину протектора, рівень розмиття шин, їх стан, вік, знос. Звертати увагу на ширину шини - ширші шини більш сприйнятливі до аквапланування, бо вага автомобіля розподіляється по більшій поверхні; тонші шини перетинають шар води швидше і ефективніше. Якість шин треба підбирати спеціально захищені шини від аквапланування. Аквапланування може бути дуже небезпечним фатальним явищем, але не завжди. Якщо ми регулярно перевіряємо стан наших шин, піклуємося про відповідний вибір параметрів транспортного засобу, а також їх добрий стан, ми можемо усунути корінні причини аквапланування. Перш за все, ви повинні стримувати бравату під час водіння, зменшити швидкість, регулюючи її до несприятливих дорожніх умов, що переважають в дощ, і після.

1.3 Конструкції дорожнього одягу автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки

Найбільш поширеним матеріалом для улаштування удосконалених покриттів доріг вищих категорій є асфальтовий бетон [48-66].

В країнах Європи вони складають більше 90 % від загальної протяжності доріг, по яких перевозиться більше 40 % вантажів.

В Україні теж дороги I-II технічної категорії влаштовані на 97 % з асфальтобетонним покриттям, завдяки цілому ряду переваг присутніх цьому матеріалу. Це висока ремонтоздатність, безшумність, безпиліність, технологічність.

Зазвичай, у верхніх шарах дорожньої конструкції використовується гарячий щільний дрібнозернистий асфальтобетон типів «А» та «Б», властивості якого відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-119-2011 [55].

Гарячий асфальтобетон (асфальтобетона суміш) містить в'язуче – бітум марок БНД 90/130, БНД 60/90, БНД 40/60 та укладається за температури 140 - 160 °С. Формування структури закінчується після ущільнення котками.

За крупністю скелетних фракцій асфальтобетони поділяються на крупнозернисті, що містять фракції щебеню від 20 до 40 мм, дрібнозернисті 10 - 20 мм і піщані 0-5 мм.

За пористістю (щільністю) – залишковою пористістю асфальтобетони поділяють на щільні (об'єм пор – 3-5 %), пористі (об'єм пор – 5-10 %) і високопористі (об'єм пор – 3-5 %).

Асфальтобетон характеризується значною міцністю, водонепроникністю, водостійкістю, здатністю до пружних і пластичних деформацій, що забезпечує дорожньому покриттю еластичність, шорсткість і високе зчеплення з автомобільними шинами.

Дослідженнями Г.К.Сюньї, Л.Б. Гезенцева, М.В. Горелишева, І.В. Корольова, В.О. Золотарьова, А.О. Белятинського, К.В. Краюшкіної та інших [54, 56-59] доведено, що при об'єднанні бітуму з мінеральними

складовими щебенем і піском відбувається взаємодія між цими компонентами з протіканням складних фізико-хімічних міжмолекулярних явищ, які виявляються не тільки при приготуванні суміші, а й при експлуатації покриття.

Ці явища дозволяють щільному асфальтобетону протистояти дії атмосферних опадів, дощу, снігу при таненні, випаровуванню, зберігати шар води на покритті, не дозволяючи йому просочитись у нижчерозташовані шари дорожнього одягу.

В результаті водостійкості щільного асфальтобетону, на ділянках доріг з невідповідними геометричними параметрами, складними умовами рельєфу місцевості і значною кількістю опадів, автомобільний транспорт піддається акваплануванню. Це призводить до незабезпечення безпеки і комфортності дорожнього руху, появи ДТП зі складними наслідками і взагалі переривання руху.

Пористий (дренуючий) асфальтобетон (залишкова пористість >10 %) – це штучний будівельний конгломерат, який являє собою суміш мінеральних матеріалів (щебеню, піску і мінерального порошку) з бітумом у зменшеній кількості і виготовлений у визначених технологічних режимах, може бути укладений і ущільнений у верхніх шарах дорожнього одягу, на ділянках автомобільних доріг з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування. Пористий асфальтобетон призначений для швидкого відведення води з поверхні дороги.

В США пористий (дренуючий) асфальтобетон отримав назву «Open graded friction course (OGFC)» і використовується вже більше 60 років. Ці суміші були розроблені для підвищення рівня безпеки на дорогах в районах з підвищеною кількістю атмосферних опадів. Підбір суміші використовувався таким чином, щоб в ущільненому матеріалі була система сполучених пор, по яких вода з поверхні дороги видаляється значно швидше ніж з покриття із щільних сумішей. Це досягається за рахунок

особливостей гранулометричного складу суміші, значну долю в якій складає одномірний щебінь.

Значно ширше пористий (дренуючий) асфальтобетон почав використовуватись в США з 1980 років, коли почала діяти програма федерального дорожнього агентства (FHWA) по боротьбі із заносами на дорогах. FHWA разом з Національним центром досліджень асфальту (NCAT) розробили гранулометричні склади дреноуючих асфальтобетонних сумішей та визначили оптимальну кількість в'язучого.

ASTM Д6932/Д6932 М регламентує улаштування верхніх шарів зносу із пористих (дренуючих) асфальтобетонів для підвищення безпеки руху і попередження явища аквапланування автомобілів.

Для підвищення корозійної стійкості дреноуючого асфальтобетону рекомендується введення адгезійних добавок до бітуму. Для підвищення шорсткості поверхні покриття і ТЕП можливо додавання волоконних добавок різних видів (дисперсне армування асфальтобетонної суміші).

Крім США активне використання пористого (дренуючого) асфальтобетону проводилось в інших країнах – Японії, Великобританії, Нідерландах, Франції, Німеччині. На відміну від дреноуючих асфальтобетонів, що використовують в США, в Європі ці матеріали мають пористість 18-22% (в США 15-16 %) і вимагають обов'язкового застосування полімерно-бітумного в'язучого.

У Білорусі теж проводились роботи по використанню пористого (дренуючого) асфальтобетону у верхніх шарах покриття та основі дорожнього одягу [67-70].

Були розроблені вимоги до зернового складу і кількості бітуму, які наведені в таблиці 1.3.

Проведені дослідження свідчать, що використання пористих сумішей запропонованих зернових складів дозволяє отримати дреноуючий асфальтобетон каркасної структури із властивостями, які відповідають щільному асфальтобетону.

Таблиця 1.3 - Вимоги до зернового складу і кількості в'язучого пористого асфальтобетону

Асфальтобетонні суміші	Вміст зерен мінерального матеріалу, % дрібніше, мм												Орієнтовна витрата в'язучого (понад 100 %)
	40	25	20	15	10	5	2,5	1,25	0,68	0,31	0,14	0,07	
Крупнозернисті	95-100	76-92	68-88	58-82	47-74	30-65	24-50	17-38	12-28	7-17	4-8	2-6	2,5-3,5
Середньозернисті	-	95-100	95-100	72-90	58-60	35-65	24-50	17-38	12-28	7-17	4-8	2-6	2,5-3,5
Дрібнозернисті	-	-	-	95-100	63-85	35-65	24-50	18-38	12-36	8-22	4-15	2-8	2,5-4
Дрібнозернисті дроблені	-	-	-	-	100	83-83	68-83	45-67	28-50	18-33	10-20	4-8	3,0-4,5
Піщані з природного піску чи природні дроблені	-	-	-	-	-	95-100	74-93	53-86	37-75	22-58	12-35	4-8	3,0-4,5

Вимоги до фізико-механічних властивостей пористого (дренуючого) асфальтобетону наведені в таблиці 1.4.

Одним із головних показників тут є визначення коефіцієнту заповнення пор бітумом (Кзп), який є показником структури асфальтового бетону.

Таблиця 1.4 - Показники фізико-механічних властивостей пористого (дренуючого) асфальтобетону

Найменування показників	Значення показників для асфальтобетону	
	зернистого	піщаного
Пористість мінерального остова, % за об'ємом	16-22	<25
Коефіцієнт заповнення пор мінерального остову бітумом	0,35-0,37	0,30-0,35
Водонасичення, % за об'ємом	8,0-14,0	12,0-18,0
Набрякання, % за об'ємом, не більше	2,0	2,0
Границя міцності при стиску, Па (кгс/см ²)	12·10 ⁵ (12)	15·10 ⁵ (15)

При отриманні визначених значень $K_{зч}$, забезпечується постійний обсяг вільного бітуму в суміші при будь-якій щільності мінерального кістяка. Це забезпечує каркасність структури, нормативну міцність і довговічність асфальтобетону при експлуатації.

Білоруськими вченими [68-70] визначено, що для верхнього шару покриття краще всього використовувати пористий асфальтобетон, що вміщує:

- щебеневі матеріали фракцій: 20-40 мм – 20 % за масою; 5-20 мм – 25 % за масою;
- гранітний відсів дроблення: 0-5 мм – 35 % за масою;
- бітум БНД 70/100 4,0-4,5 % (понад 100 % суміші).

Така суміш забезпечує щільність в межах 2,49-2,51 г/см³ і водонасичення (W1) 5,0-5,8 %, тобто наближається до показника водонасичення для щільних асфальтобетонів (W) 3,0-3,5 згідно ДСТУ Б В.2.7-119. Зсувостійкість пористого асфальтобетону вищенаведеного складу визначається міцністю при стиску при 50 °С, яка знаходиться в межах 0,92-1,23 МПа, тобто коливання вмісту мінеральних складових можливе в межах 5-10 % за масою.

Улаштування асфальтобетонного покриття підбраного складу забезпечує високі транспортно-експлуатаційні показники асфальтобетонному покриттю і забезпечує відведення води в умовах підвищеного зволоження.

В Україні вчені Г.К. Сьоньї, М.І. Волков, І.М. Борщ, І.В. Корольов, В.О.Золотарьов, В.В. Мозговий [71-76] теж проводили дослідження (теоретичні і практичні) щодо визначення можливості улаштування верхнього шару покриття із пористого асфальтобетону.

В Україні згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-119 дренуючий асфальтобетон поділяється на марки:

- пористий, із залишковою пористістю від 5 до 10 % (П);
- високопористий, із залишковою пористістю від 10 до 15 % (ВП).

За вмістом щебеню і піску пористий має тип А-Б від 35 до 73 % мінеральних складових, високопористий має тип А-Б, Д, від 35 до 70 % мінеральних складових.

Пориста і високопориста асфальтобетонна суміш гаряча (АСГ) має марку І і ІІ. Для приготування асфальтобетонної суміші пористої і високопористої використовується бітум в'язкий марки БНД 90/130.

Мінеральні зерна в асфальтобетонній суміші вкриті шаром бітуму, при ущільненні утворюють конгломератну трьохфазну систему - мінеральний остов, бітум, повітря. Повітря знаходиться в міжзерновому просторі, не заповненому бітумом та в пустотах мінеральних зерен. Ці простори не заповнені бітумом, а заповнені повітрям і є залишковою або сумарною пористістю.

Взагалі, асфальтобетон являє собою систему структурних елементів різних величин, що обумовлює наявність пор різного розміру – диференціальна пористість [54, 77 - 80]. Умовно наявні пори в асфальтовому бетоні можна поділити на три групи в залежності від розміру:

- мікропори радіусом до 50 А;
- перехідні пори радіусом 50 А – 500 А;
- субмакропори радіусом 500 А – 3 μ;
- макропори радіусом 3 μ- 50 μ,

де А=10-8 см, а μ=10-4 см.

Але на основні характеристики асфальтобетону - міцність і водостійкість не впливає розмір пор. Їх значення залежать тільки від величини сумарної пористості.

Це пояснюється тим, що при збільшенні кількості бітуму в суміші, наприклад, від 10 до 11,5%, кількість мікропор зменшується, а вміст перехідних пор зростає. Міцність асфальтобетону теж зростає. Однак збільшення міцності ніяк не означає, що всі пустоти мінерального остова заповнені бітумом: з 28,5 % пустот мінерального остова 1/3 залишається незаповненими і складаються із перехідних пор, які вміщуються в

мінеральних зернах і субмакропор, що знаходяться у між зерновому просторі.

Це відбувається внаслідок різниці температур приготування суміші ($t=160$ °С), укладання ($t=120-130$ °С), при якій бітум зменшується в обсязі і відбувається втягування повітря при перемішуванні суміші.

В результаті проведених досліджень була визначена оптимальна кількість мінеральних складових і бітуму в пористому асфальтобетоні.

сьогодні в Україні в достатній кількості є матеріали, які дають можливість застосувати пористий асфальтобетон підвищеної міцності. Це добавки до бітуму різних видів (адгезійні, модифікуючі, полімерні), які підвищують його довговічність. Для зимового утримання існує цілий перелік хімічних реагентів, які не допускають утворення ожеледиці і попереджають появу зимової слизькості. Але головне те, що з початку 90-х років в дорожній галузі широко використовуються геосинтетичні матеріали (ГМ) в різних шарах дорожніх конструкцій.

Геосинтетичні матеріали укладаються між шарами дорожньої конструкції як армуючі, капілярперериваючі, дренаючі, розділюючі та укріплюючі прошарки.

Для відведення поверхневої води на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування, яка крізь пори пористого (дренуючого) асфальтобетону просочується в нижче розташований шар покриття і далі в товщу дорожнього одягу, попередження вологонакопичення в конструкції дорожнього одягу, збільшення міцності і довговічності, в роботі пропонується укладання під верхній шар покриття суцільного тканого геосинтетичного прошарку - базальтового суцільного полотна, просоченого полімерною речовиною, марки ПСБ-Д (просочене).

Така конструкція, запропонована автором, розроблена вперше, пройшла виробничу апробацію і зарекомендувала себе як ефективна для відведення поверхневої води з проїзної частини дороги, попередження появи аквапланування автомобілів [9].

Укладене базальтове суцільне полотно марки ПСБ-Д (просочене) є в значному ступені додатковим конструктивним шаром, який підвищує опір навантаженням від рухомих автомобілів і сприяє рівномірному розподілу напружень, тобто покращенню напружено-деформованого стану всієї дорожньої конструкції [81-94].

Армований дорожній одяг являє собою композиційну конструкцію, в якій суміщуються характерні позитивні властивості двох різних матеріалів – асфальтобетону і геосинтетичного матеріалу.

Геотекстильні матеріали: неткані водопроникні суцільні полотна; ткані водопроникні, не оброблені полімерним в'язучим або водонепроникні, оброблені полімерним в'язучим, суцільні полотна.

Неткані полотна отримують в результаті скріплення синтетичних волокон (путанки), укладених по площинах одна на одній елементарними нитками.

Скріплення може бути механічним - голколпробивне (проколювання чи прошивання) та термоз'єднання адгезійним чи когезійним (за допомогою клейкої речовини).

Геотекстильні полотна ткані виготовляються на ткацьких станках методом складання схрещених під прямим кутом полімерних або базальтових ниток. Вони розрізняються по вигляду ниток (кручена, вузькі смужки, зрощена нитка). За необхідності, додатково можуть скріплюватися місця поєднання ниток. Для забезпечення водонепроникності виконується просочення розчинами полімерів.

До геосинтетичних матеріалів належать: сітки просочені, плетені, в'язані, екструзійні та сітки з підкладкою – композиційні матеріали, сітчасті смуги (шириною до 1 м), стрічки, георешітки – плоскі та об'ємні (модульні, сотові);

До гідроізоляційних матеріалів належать: водонепроникні чи із незначним ступенем водопроникності, бентонітові композити, геопластик із полімерного матеріалу.

Характерні особливості ГМ і галузі їх використання наведені в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 - Фізико-механічні властивості ГМ і галузі їх використання

Вид ГМ	Вихідний матеріал	Галузь використання	Показники фізико-механічних властивостей
Геотекстильні полотна неткані механічно скріплені	Поліпропілен, поліефір, полівініл-хлорид	В нижніх шарах дорожньої конструкції, як розділюючі прошарки, дренажні, фільтруючі, захист від кольматації	Міцність при розриві, відносно подовження при розриві, модуль пружності
Термоскріплені	Поліпропілен	Армування верхніх шарів основи, відкосів насипів, водовідведення	Міцність при проколюванні конусом, ефективна пористість, хімічна стійкість, щільність, товщина
Геотекстильні полотна ткані просочені (водонепроникні) стійкість, щільність, адгезія до асфальтобетону	Поліефір, поліпропілен, базальт (волокно)	Армування верхнього шару покриття і основи, укріплення відкосів насипів, водовідведення з проїзної частини	Міцність при розриві, відносно подовження при розриві, модуль пружності, границя повзучості, хімічна
Сітки плетені, в'язані, екструзійні, просочені (волокно)	Поліпропілен, поліамід, скло, базальт	Армування всіх шарів дорожнього одягу, улаштування спайних ростверків, захист від відображених тріщин	Міцність при розриві, відносно подовження при розриві, модуль пружності, границя повзучості
Сітчасті смуги	Поліетилен, поліпропілен, поліамід, базальт		Хімічна стійкість, щільність, коефіцієнт зовнішнього тертя
Георешітки плоскі	Поліетилен, поліпропілен	Укріплення відкосів насипів, виїмок на підходах до штучних споруд, армування верхніх шарів дорожніх конструкцій, влаштування дренажів всіх типів	Міцність при розриві, міцність стиків, морозостійкість і хімічна стійкість
Георешітки об'ємні, модульні, сотові	Поліетилен, поліпропілен		
Гідроізоляційні матеріали	Поліпропілен, бентоніт та інші вироби плоскої форми	Улаштування повністю водонепроникних елементів, геотехнічних та дорожніх конструкцій	Водонепроникність, міцність при розриві, відносно подовження при розриві, товщина, щільність

Геосинтетичні фільтруючі прошарки використовують для запобігання попаданню дрібних ґрунтових частинок, захоплених водою, в зернисті дренаючі шари чи перфоровані труби або для запобігання суфозії в конструкціях протиерозійного захисту.

Застосування геотекстильних фільтрів є ефективним в дренажах між крупно- і дрібнозернистими шарами дорожнього одягу, між ґрунтом зворотної засипки і габіонами, в системах контролю ерозії ґрунтів.

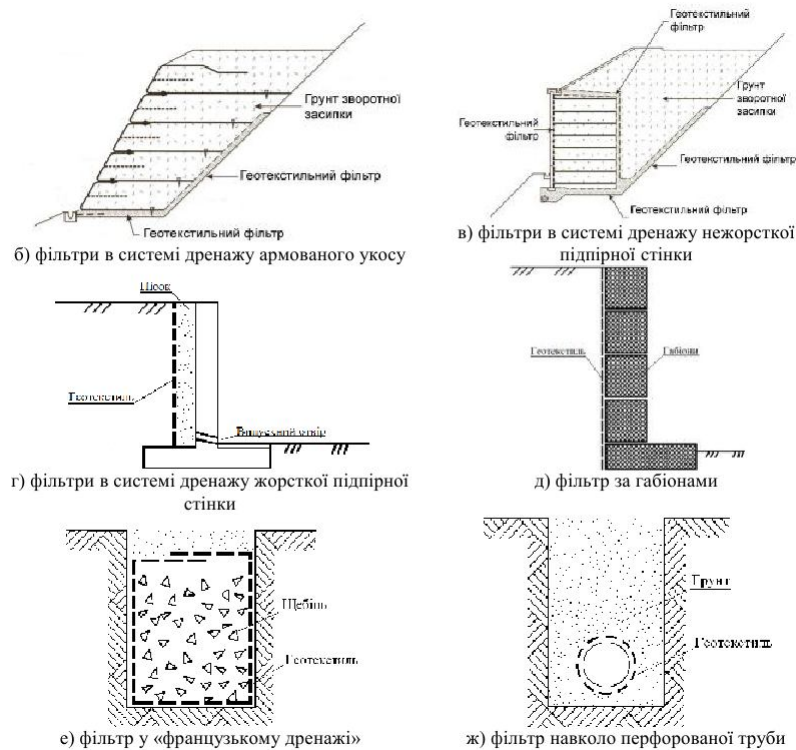


Рисунок 1.3 - Схеми закладання геотекстильних фільтрів

Найбільш ефективними геосинтетиками для фільтрації є нетканинні термічно скріплені та виготовлені за механічною (голкопробивні) та

комбінованою технологіями. Вибір геосинтетика залежить від умов застосування та обумовлюється: їх товщиною, орієнтуванням волокон, поверхневою щільністю та відносною густиною матеріалу.

Для мінімізації ризику забивання фільтра перевагу віддають геотекстилю з максимальним значенням параметра O_{90} , який задовольняє критерій утримання.

Якщо під час укладання в конструкцію можливе тривале (понад одного дня) ультрафіолетове опромінення геотекстильного полотна, то перевагу віддають УФ-стабілізованим геотекстилям. Якщо є ймовірність шкідливого хімічного чи біологічного впливу на геотекстиль (наприклад, при близькому розміщенні автомобільної дороги до полігонів поховання відходів тощо), то потрібно проводити лабораторні випробовування стійкості вибраного геотекстилю до фактичних умов оточуючого середовища конструкції.

Обмеження при улаштуванні фільтруючих прошарків у дорожній конструкції. Складності при застосуванні фільтруючих геотекстильних прошарків можуть виникати у разі використання:

- одномірних дрібнозернистих незв'язних ґрунтів, наприклад, лес, кам'яна мука та дрібнозернистий відсів;
- незв'язних ґрунтів переривчастого гранулометричного складу в умовах високого гідравлічного градієнта;
- дисперсійних (незв'язних) глин, які з часом перетворюються в агрегати;
- високолужних ґрунтових вод, які можуть призводити до відкладання і накопичення кальцієвих, натрієвих чи магнієвих осадів на геотекстилі;
- твердих суспензійних частинок в мутних річкових водах чи в результаті землечерпання, які можуть накопичуватись на поверхні чи в середині фільтруючого прошарку;
- твердих суспензійних частинок разом з високим вмістом мікроорганізмів, які можуть об'єднуватись і накопичуватись на поверхні чи в середині фільтруючого прошарку.

Влаштування фільтруючих прошарків. Підготовка основи під геосинтетичні полотна:

- основу потрібно очищати від предметів, які можуть пошкодити полотно (гостре каміння, корені та гілля дерев, будівельне сміття тощо);
- ступінь ущільнення ґрунту основи повинен відповідати проектним вимогам.

До початку робіт розробляють детальний план укладання геотекстильного фільтра, який регламентує спосіб і напрямок укладання.

Вимоги до вкладання такі:

- послідовність укладання полотен відповідає напрямку проведення будівельних робіт: кожне наступне полотно в місці перекриття повинно бути заведене під вже вкладене полотно для того, щоб запобігти зминанню і зміщенню полотен при розподілі зернистих матеріалів поверху способом "від себе";
- розгорнуті полотна, готові до засипання зернистим матеріалом, не повинні мати складок і зморщок;
- за необхідності полотна прищиплюють до основи, щоб запобігти їх зриванню вітром.

Дренажі з застосуванням геосинтетиків влаштовують для відведення води від дорожньої конструкції в дренажну систему. Дренуючі геосинтетики застосовують в конструктивних шарах дорожнього одягу, в земляному полотні та в підстиляючій основі та використовують для влаштування траншейного і площинного понижуючого дренажу, горизонтального дренажу в основі земляного полотна чи під тимчасовим навантаженням, для вертикального та горизонтального дренажу основи з метою прискорення консолідації, для капілярпереривання, для горизонтального і прикрайкового дренажу конструкції дорожнього одягу, для перехоплюючого дренажу при захисті укосів виїмок, для дренажу армованого укосу та підпірних стінок, при захисті бетонного фундаменту від агресивної дії засолених ґрунтових вод.

РОЗДІЛ 2

КОНСТРУКТИВНІ ЗАХОДИ З ЛІКВІДАЦІЇ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ АКВАПЛАНУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

2.1 Конструкції дорожнього одягу армовані геосинтетичними матеріалами

При використанні АСМ в асфальтобетонних покриттях додаткові вимоги до матеріалів шарів конструкції дорожнього одягу не висуваються. Органічні в'язучі, що застосовують для підґрунтовки повинні відповідати вимогам: бітуми – ДСТУ 4044, бітумні емульсії – ДСТУ Б В.2.7-129, модифіковані бітуми – ДСТУ Б В.2.7-135. Асфальтобетонні суміші та асфальтобетон повинні задовольняти вимогам ДСТУ Б В.2.7-119.

Щебенево-мастикові суміші та асфальтобетон повинні відповідати вимогам ДСТУ Б В.2.7-127.

В якості АСМ використовують ґратки та композитні армуючі матеріали відповідно до вимог нормативних документів та законодавства.

Для армування асфальтобетонного покриття нежорстких дорожніх одягів використовують АСМ на основі полімерних волокон.

Вибір типу АСМ виконують із співвідношення між розмірами вічок lv_{ic} та найбільшим діаметром часток заповнювача d_{max} (відношення $d_{max}/lv_{ic} \geq 2,0-2,5$) та відповідно до величини діючих напружень розтягу при згині та зрізі.

Для забезпечення максимального зв'язку шарів асфальтобетону, між якими укладають АСМ, відношення площі зайнятої ребрами АСМ до загальної площі ґраток (відкритість структури) повинно бути більше ніж 75%.

Для армування рекомендовано використовувати АСМ з міцністю не менше ніж 50 кН/м для доріг I та II категорії, та не менше ніж 40 кН/м для доріг III–IV категорії. При відповідному техніко-економічному обґрунтуванні можна використовувати АСМ з міцністю більше ніж 100 кН/м.

Для забезпечення ефективного використання АСМ його видовження при розтягу не повинно перевищувати максимального видовження при розриві композиту (асфальтобетон та АСМ), яке становить (6 – 12) % в залежності від виду полімеру та температури випробування. Робота асфальтобетонного покриття в пружній стадії зворотних деформацій забезпечується при видовженні АСМ в межах (3–6) %.

Таблиця 2.1 – Характеристики волокон для виробництва АСМ

Волокна	Стійкість до руйнування (г/день)		Поверхнева щільність, г/м ²	Вологість, %	Коефіцієнт лінійного теплового розширення (x10 ⁻⁵ на 1°С)	Температура плавлення, °С
	Середнє значення зразка в сухому стані	Середнє значення у водонасиченому стані				
1	2	3	4	5	6	7
Поліпропілен (філамент і нитка) (для підложки)	4,8-7,0	4,8-7,0	0,91	3,0	6	від 160 °С до 170 °С
Полієфір						
Філамент нормальної міцності при розриві	4,0-5,0	4,0-5,0	1,22 або 1,38	0,4 або 0,8	4-5	від 250 °С до 290 °С
Філамент високої міцності при розриві	6,3-9,5	6,2-9,4				
Нитка нормальної міцності при розриві	2,5-5,0	2,5-5,0				
Нитка високої міцності при розриві	5,0-6,5	5,0-6,4				
Поліамід						
Поліамід 66 (філамент нормальної міцності при розриві)	3,0-6,0	2,6-5,4	1,14	4,0-4,5	5,5	приблизно 260 °С
Поліамід 66 (філамент високої міцності при розриві)	6,0-9,5	5,0-8,0				
Поліамід 66 (нитка)	3,5-7,2	3,2-6,5				
Поліамід 6 (філамент)	6,0-9,5	5,0-8,0				
Поліамід 6 (нитка)	2,5	2,0				
				4,5	5,0	не нижче 210 °С
				4,5	5,0	від 160 °С до 220 °С

Поверхневий (неглибокий) ремонт поперечних відображених тріщин з використанням АСМ застосовують для уповільнення розвитку відображених тріщин в асфальтобетонних шарах, коли крайки тріщин

достатньо міцні, а фрезерування шарів покриття на всій довжині ділянки не обов'язкове якщо площа окремих руйнувань менша 10% від загальної площі поверхні покриття.

Порядок виконання поверхневого ремонту (рисунок 2.1):



Рисунок 2.1 – Схема поверхневого ремонту поперечних відображених тріщин та аварійний ремонт

- локальне фрезерування асфальтобетонного шару покриття вздовж тріщини смугою шириною 1 м і на глибину, яка на 3 см перевищує товщину верхнього шару асфальтобетонного покриття;
- розкриття тріщини фрезею до ширини не менше 12 мм і глибини 15 мм та заповнення тріщини емульсією або мастикою;
- за необхідності влаштування вирівнюючого шару із дрібнозернистого асфальтобетону і його укочування;
- розливання підгрунтовки по фрезерованій поверхні або шару вирівнювання;
- укладання АСМ та за необхідності з додатковим закріпленням;
- герметизація вертикальних стінок фрезерованої смуги бітумом, емульсією, мастикою або самоклеючими полімер-бітумними стрічками;

- заповнення місця фрезерування асфальтобетонною сумішшю (з врахуванням зміни ущільнюваності при укоченні асфальтобетону);
- ущільнення асфальтобетонної суміші до необхідного коефіцієнта ущільнення $K_{уц}=0,98$.

Ремонт відображених тріщин з використанням АСМ застосовують в разі недостатньої міцності основи (розтріскана основа, укріплена цементом, пісний бетон, цементобетон дроблений віброрезонансним методом тощо), недостатньої міцності крайок та недостатньої несучої здатності конструкції. Цей ремонт може включати заміну основи та може бути використаний для локальних ремонтів тріщин втоми (тріщини типу "крокодилова шкіра").

Порядок виконання ремонту (рисунок 2.2):

- локальне фрезерування шару (шарів) асфальтобетонного покриття вздовж тріщини смугою шириною 2м на глибину, яка на 3см нижче шару покриття;
- фрезерування нижніх шарів конструкції дорожнього одягу на ширину не менше ніж 1 м і до глибини шарів основи, які мають недостатню міцність;
- ремонт або заміна матеріалу основи щебенем, укладеним способом заклинювання або щебеневими сумішами оптимального складу;
- відновлення нижньої фрезерованої частини конструкції (шириною не менше від 1м до 2м в залежності від типу обладнання) матеріалами, подібними до суміжних зв'язаних шарів для забезпечення однорідності за міцністю;
- підготовка основи під АСМ;
- розподілення (розлив або розбризкування) підgruntовки та укладання шарів АСМ;
- герметизація вертикальних стінок фрезерованої смуги бітумом, емульсією, мастикою або самоклеючими полімер-бітумними стрічками.

Для підсилення конструкції новим асфальтобетонним шаром поверх

відремонтованого місця вкладають полотно АСМ шириною 3м на підgruntовку (рис. 2.3).

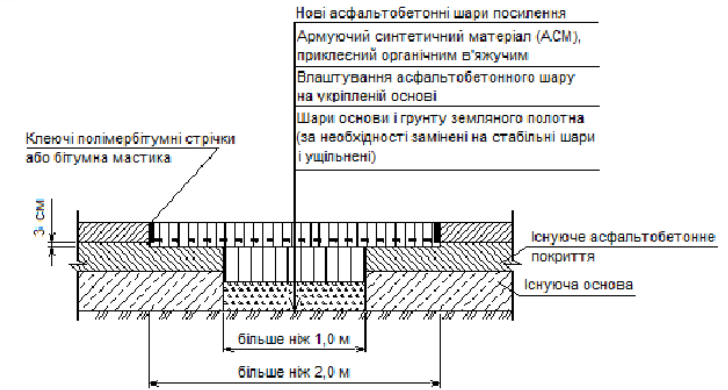


Рисунок 2.2 – Схема ремонту наскрізних тріщин у конструкції дорожнього одягу

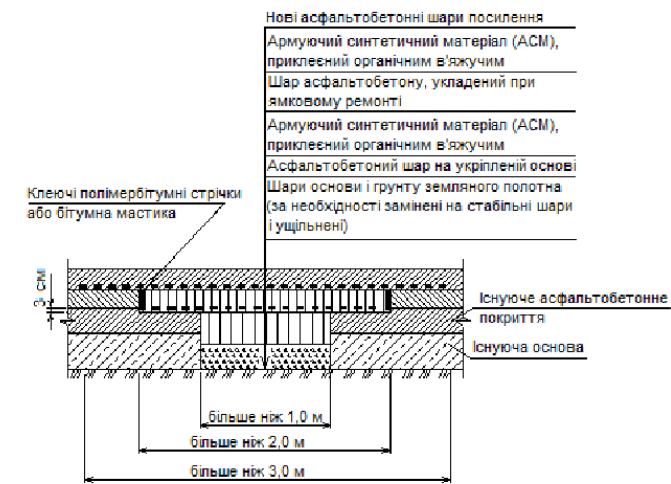


Рисунок 2.3 – Схема ремонту наскрізних тріщин та підсилення конструкції дорожнього одягу новими асфальтобетонними шарами

Використання АСМ при поширенні конструкції дорожнього одягу або перебудові узбіччя, має за мету запобігання утворенню на поверхні проїзної частини поздовжніх тріщин, відображених тріщин або поздовжніх швів в місцях з'єднання існуючої проїзної частини з конструкцією дорожнього одягу на ділянці розширення або укріплення узбіччя. Спосіб розширення конструкції дорожнього одягу або укріплення узбіччя з використанням АСМ виконують згідно з рисунком 2.4



Рисунок 2.4 – Схема поширення конструкцій дорожнього одягу з використанням АСМ (вигляд у поперечному напрямку)

2.2 Синтетичні матеріали для армування конструкцій дорожнього одягу

Армуючі синтетичні матеріали (АСМ), застосовують:

- для перерозподілу зусиль в конструкції дорожнього одягу;
- для підвищення довговічності та запобігання тріщиноутворенню в асфальтобетонних шарах;
- для підвищення несучої здатності та збільшення терміну служби конструкції в цілому;
- для запобігання утворенню відображених тріщин в покритті на тріщинувато-блочній основі.

Завдяки застосуванню АСМ в пакеті асфальтобетонних шарів досягають:

- зменшення колійності;
- зменшення тріщиноутворення від втоми;
- зменшення товщини шарів підсилення;
- зменшення кількості відображених тріщин.

Перед влаштуванням покриття необхідно повністю закінчити спорудження основи дорожнього одягу, яка повинна відповідати вимогам 21.1 – 21.4 ДБН В.2.3-4. Розрахунок конструкції дорожнього одягу з АСМ в новому будівництві виконують з урахуванням вимог [5].

Для проектування підсилення дорожньої конструкції за допомогою АСМ враховують такі вихідні дані: аналіз типів дефектів існуючого покриття, їх кількість і значимість; фактичну і перспективну інтенсивність руху та склад транспортного потоку для встановлення сумарної приведеної до розрахункової осі інтенсивності руху; міцність, жорсткість (деформативність), товщину і неоднорідність існуючого та нових шарів конструкції; спосіб укладання АСМ; тип в'язучого і зчеплення АСМ із асфальтобетонними шарами. Розташування в конструкціях матеріалів, кількість необхідних шарів встановлюють згідно з вимогами до несучої здатності запроєктованої конструкції та міцності АСМ згідно з вимогами [4].

Функції АСМ при ремонтах дорожньої конструкції і методах їх з'єднання з конструктивними шарами визначають відповідно до таблиць 2.1 і 2.2. Конструювання виконують відповідно до типових схем згідно з рисунками 2.5 – 2.8.

Армування напівжорсткого дорожнього одягу з жорсткими прошарками (рисунок 2.5) виконують при ремонті існуючих основ із тріщинами для зменшення ймовірності проявлення відображених тріщин в шарах асфальтобетонного покриття. При цьому смуги армуючих ґраток вкладають на шар вирівнювання після розливу органічного в'язучого згідно з таблицею 3.3, на ширину, що на 25 см більша від діаметра чаші прогину

поверхні від рухомого навантаження (чашу прогину визначають розрахунком згідно з рішенням теорії пружності або експериментально за результатами штампових випробувань) (рисунок 2.5).

Армування нежорсткого дорожнього одягу (рисунок 2.6) виконують на відремонтованих ділянках (де була ямковість, просадки, блокові тріщини тощо) для зменшення ймовірності проявлення відображених тріщин та підвищення довговічності асфальтобетонного покриття з локальним ремонтом окремих дефектів та руйнувань.

Таблиця 2.1 – Функції АСМ, призначених для ремонтів асфальтобетонних покриттів

Вид АСМ	Спосіб з'єднання		
	армування	поглинання напруження (при значному видовженні та контрольованому зменшенні зчеплення)	ізоляція від вологи та опадів
Геотекстиль	-	XX	XX
Ґрати	X, XX1)	-	X2)
Геокомпозит (підложка+ґратка)	X, XX1)	XX	XX

1) ефективність армування залежить від виду матеріалу та температури шарів на контакті з АСМ.
2) використовують тільки для полімерних ґраток або ґраток із скловолкна, оброблених органічним в'язким із закріпленням дюбелями на поверхні.
Примітка. X – матеріал ефективний; XX – матеріал дуже ефективний.

Таблиця 2.2 – Способи з'єднання АСМ з конструктивними шарами

Вид АСМ	Спосіб з'єднання				
	розлив бітуму в кількості 0,65–0,85 кг/м ²	розлив бітуму в кількості 0,85–1,2 кг/м ²	розлив бітумної емульсії в кількості 0,9–1,6 кг/м ²	прибивання цвяхами або дюбелями	самоприлипання
Геотекстиль		+			
Ґрати	+		+	+	+
Геокомпозит (підложка+ґратка)	+	+	+		

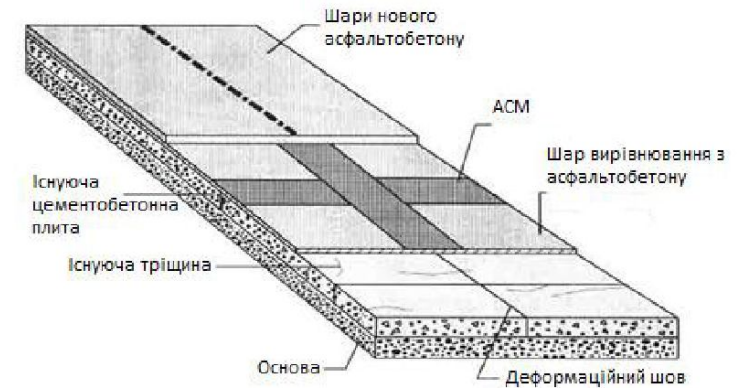


Рисунок 2.5 - Схема армування при ремонті дорожнього одягу напівжорсткого типу

Армування шарів напівжорсткого та нежорсткого дорожнього одягу (рисунок 2.5 – 2.6) при реконструкції виконують на всю ширину покриття для зменшення ймовірності проявлення відображених тріщин та збільшення довговічності покриття.

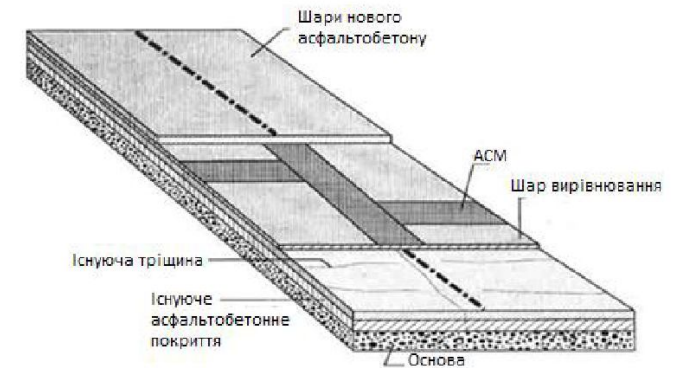


Рисунок 2.6 – Схема армування при ремонті дорожнього одягу напівжорсткого типу

Вирівнювання шаром дрібнозернистого асфальтобетону під АСМ виконують завжди при фрезеруванні існуючої поверхні та незабезпеченій рівності поверхні існуючої основи (рисунок 2.7 – 2.8).

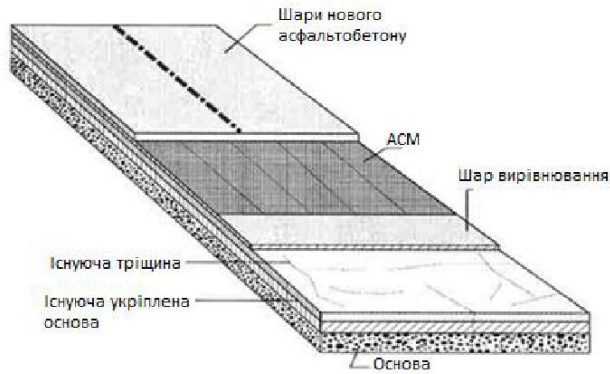


Рисунок 2.7 – Схема армування при реконструкції шарів дорожнього одягу напівжорсткого типу



Рисунок 2.8 – Схема армування при реконструкції шарів дорожнього одягу напівжорсткого типу

На укладений АСМ вкладають асфальтобетонний шар, згідно з розрахунком, товщиною, в залежності від дорожньо-кліматичної зони України, але:

- не менше ніж 12 см для зони У-I;
- не менше ніж 10 см для зон У- II – У-III;
- не менше ніж 8 см для зон У-IV.

Для будівництва магістральних вулиць та доріг високої якості і доріг з рухом великовантажних транспортних засобів, які є причиною утворення колій і відображених тріщин, слід використовувати щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА) згідно з ДСТУ Б В.2.7-127 та традиційні склади згідно з ДСТУ Б В.2.7-119, приготувані з використанням або з додавкою природного асфальту, або з бітуму, модифікованого полімерами згідно з ДСТУ Б В.2.7-135.

2.3 Геосинтетичні матеріали на ділянках доріг з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування

Геосинтетичні матеріали (ГМ) – це матеріали, які використовуються в контакт з асфальтобетонними або нижчерозташованими шарами дорожнього одягу, виготовлені з полімерів різних типів, базальту або скловолокна та виконують функції армування, фільтрування і дренажування.

Властивості геосинтетичних матеріалів повинні відповідати вимогам ГБН В.2.3-37641918-544:2014.

На ділянках доріг з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування з улаштованим покриттям із пористого (дренуючого) асфальтобетону, геосинтетичні матеріали використовуються для водовідведення на укисну частину поверхневої води з проїзної частини через шар покриття, забезпечуючи тим самим очищення її від надлишкової води та забезпечення безпеки руху транспортних засобів.

Одночасно такий прошарок виконує функцію армування (підсилення) дорожнього одягу.

В Україні є значний досвід використання ГМ, виготовлених із базальтової сировини шляхом плавлення гірської породи – базальту.

Роботи щодо дослідження і використання ГМ на основі базальтового безперервного волокна (ББВ) активно проводились з 1999 року ДП «ДерждорНДІ», НДІ Склопластиків і волокна, смт. Буча, НДІ Будівельних конструкцій тощо. Цими установами рекомендувались базальтові матеріали для укладання як армуючі, дренажні та розділюючі прошарки при реконструкції таких важливих об'єктів як автомобільні дороги Київ-Одеса, Київ-Чоп, під'їзд до Міжнародного аеропорту «Бориспіль» тощо.

Відомо [89-94], що ББВ мають високі міцнісні характеристики, хімічну та термічну стійкість, морозостійкість. Використання таких матеріалів дає можливість забезпечити високу адгезію до нижче розташованого шару, стійкість дорожніх покриттів із пористого асфальтобетону до дії навантажень, забезпечить відвід води, що буде просочуватись при випаданні дощу, тобто довговічність протягом міжремонтного терміну служби покриття.

Результатом виконаних досліджень було виготовлення на заводі Теплозвукоізоляції суцільного базальтового полотна марки ПСБП-Д (полотно суцільне базальтове дорожнє) просочене полімерним в'язким, вимоги до якого наведені в ТУ У 600209775.070 та полотно ПБ-550 (ниткопрошивне, полотно базальтове щільністю 550г/м²) для будівництва доріг в складних геологічних умовах (болотиста місцевість, зсувні ділянки тощо).

На ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування рекомендується до використання полотна марки ПСБ-Д (просочене). Основні технічні характеристики ПСБ-Д наведені в таблиці 2.3.

Базальтове суцільне полотно ПСБ-Д (просочене) використовувалось для підсилення шарів основи нежорсткого дорожнього одягу на дорогах Київ-Одеса, Київ-Харків-Довжанський для розділення шарів основи і ґрунту

земляного полотна автомобільної дороги Львів-Чоп, Кіпті-Глухів-Бачівськ, при капітальному ремонті автомобільної дороги Львів-Чоп та на інших об'єктах.

Таблиця 2.3- Технічні характеристики полотна базальтового ПСБ-Д

Найменування характеристик ПСБ-Д (просочене)	Показники
Розривне навантаження, МПа по ширині по довжині	120,0 120,0
Щільність, г/см ³	250±10
Подовження при розриві під дією навантаження, %	2,5 – 3,0

Важливим об'єктом, де використовується цей матеріал, була дорога обхід м.Чернівці, для розділення шарів основи (піщано-гравійної суміші) і ґрунту земляного полотна (суглинки легкі перезволожені).

У зв'язку з складними ґрунтово-гідрологічними умовами, наявністю водостоків та глинистих ґрунтів, високим ухилом до 70 промілей, висотою насипу до 9 м, глибиною виїмки 6 м ДП «ДерждорНДІ» було рекомендовано використовувати тільки ткани геотекстильні матеріали, які в порівнянні з нетканими мають високу розривну міцність, низьке подовження при розриві і меншу деформативність.

При розділенні шарів, армуванні з одночасним покращенням умов дренажу ПСБ-Д укладали на всю ширину із загином (в обійму), смуги матеріалу у виїмку укладались поперечно на всю глибину з перекриттям смуг на 20 см без виводу на відкисну частину.

На сьогодні стан автомобільної дороги обхід м.Чернівці з ПСБ-Д (просочене) задовільний.

Досвід експлуатації свідчить, що армування шарів дорожнього одягу ПСБ-Д (просочене) позитивно впливає на транспортно-експлуатаційний стан покриття, відсутня колійність, вибоїни, уповільнюється процес появи і розвитку тріщин.

Враховуючи позитивний досвід використання ПСБ-Д (просочене), вирішено використати цей матеріал для відведення поверхневої води на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування транспортних засобів.

Таким чином, вкладання арматурного прошарку з геотекстилю спричиняє комплексний ефект: забезпечення міцності і стійкості всієї конструкції (особливо в стиснених умовах, на слабких ґрунтах), та доведена можливість використання у Запорізькому регіоні.

2.4 Розрахунок конструкції дорожнього одягу автомобільної дороги Дніпро-Запоріжжя

Розрахунок конструкції дорожнього одягу автомобільної дороги Дніпро-Запоріжжя проводився за допустимим пружним прогином згідно з вимогами ВБН В.2.3-218-186.

Конструкція дорожнього одягу відповідає вимогам надійності і міцності за критерієм пружного прогину, якщо:

$$K_{мц} \leq \frac{E_{заг}}{E_{потр}}, \quad (2.1)$$

де, $K_{мц}$ – коефіцієнт міцності дорожнього одягу для дороги III технічної категорії з капітальним типом дорожнього одягу $K_{мц} = 1,33$;

$E_{заг}$ - загальний модуль пружності дорожньої конструкції;

$E_{потр}$ - потрібний модуль пружності з урахуванням типу покриття та інтенсивності дії навантаження ($E_{потр}=225$ МПа).

Розрахункові показники наведені в таблиці 2.4.

До розрахунку прийнята величина модуля пружності на поверхні шару земляного полотна $E_{tp}=40$ МПа.

Розрахунок ведеться пошарово за допомогою номограм, які зв'язують відношення E_2/E_1 – модулі пружності верхнього і нижнього шарів, відносну товщину $h_{i-го}$ шару до діаметру навантаженої площини D , тобто h/D і відношення загального модуля пружності на поверхні двохшарової системи до модуля пружності верхнього шару $E_{заг} / E_1 - E_i$.

Параметри до розрахункової схеми, що визначені згідно з розрахунковими показниками, наведених в таблиці 2.4, наведені в таблиці 2.5.

$$K_{мц} \leq \frac{504}{225} = 2,42.$$

$$K_{мц} = 2,42 > K_{мц} = 1,33.$$

Умова виконана. Дорожня конструкція відповідає вимогам надійності і міцності.

Таблиця 2.4 - Розрахункові показники конструктивних шарів дорожнього одягу на дослідній ділянці автомобільної дороги

Номери шарів	Матеріал шару	Розрахункові показники, Е,МПа
1	2	3
1	Асфальтобетон АСГ.Др.П.А-Б.НП.І.БНД 60/90	2800
2	Асфальтобетон АСГ.Кр.Щ.А1.НП.І.БНД 60/90	3200
3	Щебенево-піщана суміш ЩПС 40 (оброблена цементом), марка матеріалу М20 згідно з ДСТУ-Н Б В.2.3-39	700
4	Щебенево-піщана суміш С-5 згідно з ДСТУ Б В.2.7-30	180
5	Пісок крупнозернистий згідно з ДСТУ Б В.2.7-32-95	100
6	Ґрунт земляного полотна – суглинок важкий пілуватий	40

Таблиця 2.5 - Параметри до розрахункової схеми конструкції дорожнього одягу

Е/Е	Н/Д	Еі	Епотр
-	-	40	-
0,40	0,540	58	-
0,322	0,540	91	-
0,130	0,405	168	-
0,052	0,270	288	-
-	-	432	-
0,154	0,135	504	225

Розрахунок ефективності армування дорожньої конструкції з покриттям із пористого асфальтобетону і укладанням під шар покриття прошарку ПСБ-Д (просочене) виконувався згідно з вимогами ВБН В.2.3-218-186.

Лінійний коефіцієнт армування визначається за залежністю:

$$K_A = \left(\frac{(1 - \mu_{a/\delta}) \cdot E_a}{(1 - \mu_a) \cdot E_{a/\delta}} \right)^{1/2} \quad (2.2)$$

де

$E_{a/\delta}$ та $\mu_{a/\delta}$ модуль пружності асфальтобетонного шару і його коефіцієнт Пуасона ($\mu_{a/\delta} = 0,3$);

E_a та μ_a – лінійний модуль пружності армуючого прошарку та його коефіцієнт Пуасона ($\mu_a = 0,4$).

Лінійний модуль пружності армуючого прошарку визначається за формулою:

$$E_a = 500 \cdot \left(\frac{R_a}{\varepsilon_p} \right)^{1/3} \quad (2.3)$$

R_a – міцність при розриві ПСБ-Д – 120 кН/м;

ε_p – відносне подовження при розриві у частках одиниці ($\varepsilon_p = 0,05$);

500 – коефіцієнт приведення розмірностей.

$$E_a = 500 \cdot \left(\frac{120}{0,05} \right)^{1/3} = 6515 \text{ МПа};$$

Тоді лінійний коефіцієнт ефективності армування (K_A) дорівнює:

$$K_A = \left(\frac{(1 - 0,3) \cdot 6515}{(1 - 0,4) \cdot 2800} \right)^{1/2} = 1,58;$$

Епюра модуля пружності армованого асфальтобетону в межах активної зони армування визначається за формулою:

$$F_a = \int_0^H E(z) dz; \quad (2.4)$$

де $E(z)$ - зміна модуля пружності в межах активної зони армування.

$$E_z = E_{a/\delta} \left\{ 1 + \frac{(K_{e\phi} - 1)z}{H} \ln e^{\frac{z}{h}} \right\}, \quad (2.5)$$

де H – товщина активної зони армування, що визначається за формулою:

$$H = 1,5d \quad (2.6)$$

де d – розмір максимальної кам'яної фракції в асфальтобетоні, см

$$H=1,5 \cdot 4=6,0 \text{ см.}$$

$$F_a = \int_0^6 2800 \left(1 + \frac{(1 \cdot 58 - 1)z}{6} \ln e^{\frac{z}{6}}\right) dz = 15840 \quad (2.7)$$

Площа епюри модуля пружності неармованого асфальтобетону в межах активної зони армування дорівнює (F_H):

$$F_H = \int_0^H E_{a/6}(z) dz = \int_0^H 2800 dz = 11700 \quad (2.8)$$

Коефіцієнт ефективності армування за модулем пружності дорівнює:

$$K_A = \frac{F_a}{F_H} = \frac{15840}{11700} = 1.35 \quad (2.9)$$

Модуль пружності нижнього армованого шару асфальтобетону крупнозернистого товщиною $h=10$ см визначається із формули:

$$E_{a/6} = \frac{K_A \cdot E_{a/6} \cdot H + E_{a/6} (h - H)}{h} = \frac{1,35 \cdot 3200 \cdot 6 + 3200 (10 - 6)}{10} = 3872 \text{ МПа} \quad (2.10)$$

При новому значенні модуля пружності нижнього армованого шару асфальтобетону, модуль пружності верхнього шару становитиме:

$$E_B = \frac{2400 \cdot 6 + 3872 \cdot 10}{16} = 3320 \text{ МПа} \quad (2.11)$$

За номограмою визначається напруження розтягу при згині σ_r у верхньому шарі дорожнього одягу:

$$\sigma_r = 1,55.$$

Тоді розрахункове напруження розтягу при згині становитиме:

$$\sigma_r = \sigma_r \cdot p \cdot K_\delta \quad (2.12)$$

p – розрахунковий тиск на покриття, МПа;

$p=0,6$ для навантаження групи А2;

K_δ – коефіцієнт, що враховує особливості напруженого стану покриття під колесом автомобіля зі спареними балонами, $K_\delta=0,85$:

$$\sigma_r = 1,55 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 0,791 \text{ МПа}$$

Тоді перевіряється умова:

$$K_{\text{мц}} \leq \frac{K_A \cdot R_p}{\sigma_r}, \quad (2.13)$$

де R_p – міцність матеріалу при багаторазовому розтягу:

$$R_p = R_{\text{лаб.}} \cdot K_m \cdot K_{k.n} \cdot K_T \quad (2.14)$$

де $R_{\text{лаб.}}$ – границя міцності на розтяг при згині для пористого асфальтобетону на бітумі БНД 60/90, $R_{\text{лаб.}}=8,0$ МПа згідно [124] Додаток Е, таблиця Е1;

K_m – коефіцієнт, що враховує зниження міцності в часі від дії погодно-кліматичних умов, $k_m=0,75$;

$K_{k.n}$ – коефіцієнт, що враховує зниження міцності матеріалу в результаті температурно-усадкових впливів, $k_T=0,80$;

K_T – коефіцієнт, що враховує короточасність та повторюваність навантажень на дорозі:

$$K_{k.n} = K_{np} \cdot \sum N^{\left(\frac{1}{m}\right)}, \quad (2.15)$$

де K_{np} – коефіцієнт, що враховує вплив повторних навантажень у нерозрахунковий період, $K_{np}=7,2$;

m – показник втоми, $m=4,5$;

$\sum N$ – сумарна інтенсивність руху;

$$K_{k.n} = 0,4$$

$$\text{Тоді } R_p = 8,0 \cdot 0,75 \cdot 0,80 \cdot 0,4 = 1,92.$$

Перевіряється умова:

$$K_{мц} = \frac{K_A \cdot R_p}{\sigma_r} = \frac{1,35 \cdot 1,92}{0,791} = 3,27.$$

$$1,33 \leq \frac{K_A \cdot R_p}{\sigma_r} = \frac{1,35 \cdot 1,92}{0,791} = 3,27.$$

Армування дорожня конструкція збільшує свою міцність у 2,5 рази [9].

Таким чином, розрахована дорожня конструкція з покриттям із пористого асфальтового бетону з укладанням базальтового суцільного полотна марки ПСБ-Д (просочене) відповідає всім критеріям міцності.

Ефективність армування заключається в забезпеченні надійності і міцності дорожньої конструкції протягом нормативного терміну експлуатації із забезпеченням відведення води з поверхні покриття.

Армування ґрунтового масиву геосинтетиками перетворює його в міцне тверде тіло анізотропної будови, подібної до будови штучних композитних матеріалів. Принцип роботи армоґрунту оснований на можливості поєднання ґрунту і арматурних елементів (геосинтетиків), що змонтовані так, щоб зменшити напруження розтягу, які можуть виникати в ґрунті під дією сил гравітації чи зовнішнього навантаження і передати їх за допомогою сил зчеплення на геосинтетичний прошарок, який добре сприймає зусилля розтягу.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ З ПІДВИЩЕНИМ РІВНЕМ АКВАПЛАНУВАННЯ

3.1 Дослідження виникнення ефекту аквапланування автомобільних доріг

Як було вже приведено вище, що аквапланування - це погіршення або повна втрата зчеплення шин з дорогою в результаті появи гідродинамічного клина. Ефект виникає при русі по мокрій дорозі, особливо при заїзді в глибоку калюжу на високій швидкості.

Ефект виникає під впливом наступних факторів:

- висока швидкість руху під час дощу, коли шосе покрито тонким шаром води;
- попадання автомобіля в глибоку калюжу; потрапляння в сильний водяний потік, що тече по дорозі;
- заїзд у нерівномірне водну перешкоду на нерівній дорозі;
- зношений протектор шин;
- низький тиск в шинах;
- несправності підвіски.

Великий вплив на виникнення ефекту надає швидкість руху і глибина калюжі. Справний автомобіль на нових шинах гарантовано «попливе» в калюжі глибиною 5 мм при швидкості 90 кілометрів на годину.

Мінімізувати небезпеку аквапланування можна наступним чином:

- встановити шини з дощовим протектором («ялинкою»);
- тримати тиск в шинах не нижче норми; скидати швидкість на мокрій дорозі і перед калюжами;
- контролювати стан амортизаторів та інших елементів підвіски;
- стежити за зносом протектора;
- проїжджати через калюжі, тримаючи кермо строго прямо;

- виключити різкі маневри на мокрій дорозі.

Скидати швидкість перед водною перешкодою. Гальмування в калюжі посилює аквапланування і викликає неконтрольований занос. На задньопривідній машині впоратися з ситуацією можна, плавно скидаючи газ.

На авто з переднім приводом не можна відпускати педаль акселератора при заїзді в калюжу.

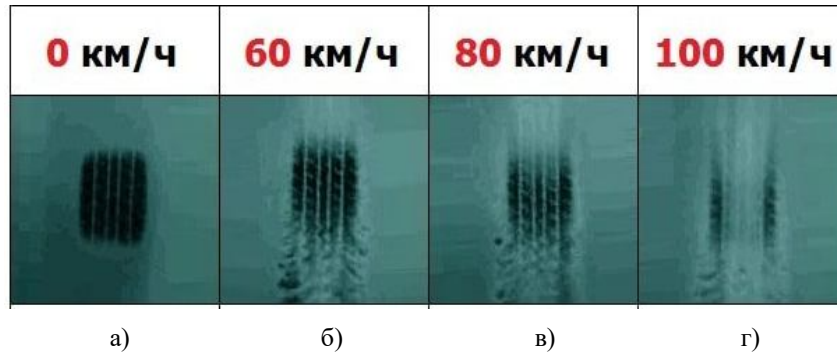


Рисунок 3.1 - Фото плями контакту нової шини на різних швидкостях.

Глибина водної прегради – 0,5 см

а) повний контакт; б) частковий контакт; в) часткове аквапланування;
г) аквапланування



Рисунок 3.2 - Ознаки автомобільних шин стійких до аквапланування

Однак не варто думати, що в'їжджаючи в калюжу або рухаючись в дощ, ваше авто стане некерованим. Ні, для того що б виникло явище аквапланування необхідне дотримання трьох основних умов. В першу чергу це ефективність малюнка протектора - його рельєфності і здатності відводити за короткий проміжок часу велика кількість води із зони контакту. Другий фактор це товщина водяної плівки на дорозі. Якщо ви їдете просто по рясно змоченою дощем асфальту це одне, а якщо в'їжджаєте в калюжу це зовсім інша справа. І третій фактор це швидкість руху автомобіля на мокрій дорозі, чим вище швидкість, тим імовірніше виникнення ефекту аквапланування.

Зупинимось детальніше на цих трьох факторах, і спробуємо розібратися, яким чином можна зменшити їх негативний вплив на автомобіль.

Малюнок протектора. Якщо ваші покриття помітно зношені або глибина канавок на протекторі невелика, то вони не зможуть забезпечити відведення води з плями контакту. Як показують практичні виміри, на швидкості дорівнює 100 км/ч для виникнення аквапланування необхідна водяна плівка товщиною всього 1мм. У разі слабого відведення води з плями контакту перед колесом спостерігається виникнення водяного валу, який через невеликий проміжок часу трансформується в такий собі водяний клин, і саме під його впливом відбувається відрив колеса від поверхні дороги. Після того як це відбувається ні ні повороти керма істотного поліпшення не приносять.

Товщина водяної плівки. Щодо товщини водяної плівки, яка призводить до аквапланування однозначної відповіді не можна дати. Так як даний параметр залежить від інших двох. Однак точно можна сказати, що при русі на помірній швидкості (до 100 км/год) навіть у сильній дощ аквапланування може і не виникнути. Але якщо ви в'їдете в більшу і глибоку калюжу (від 1 см і більше глибиною), то навіть на незначній швидкості ваше авто може поплисти. Тому наближаючись до калюжах на дорозі, треба бути пильними.

Третій фактор - швидкість руху. Про нього ми вже досить докладно розповіли в перших двох випадках. Тому говорити ще щось немає сенсу. Однак хотілося б відзначити, що швидкість руху це єдиний фактор, який

дозволяє в конкретних умовах дорожньої обстановки уникнути під впливом аквапланування. Для цього необхідно лише об'єктивно оцінювати дорожню ситуацію і своєчасно знижувати швидкісний режим в залежності від обстановки.

Додаткові фактори. Крім цього багато фахівців по однозначно заявляють, що на виникнення ефекту аквапланування безпосередньо впливає стан підвіски. За неофіційними даними знос амортизатора на 50% збільшує в рази можливість появи даного ефекту.

Так само треба враховувати і стан дорожнього щільна. Якщо вам вдалося відшукати ділянку рівного без вад асфальтобетону не варто гнати по ньому в дощову погоду якбожевільний. Як показує досвід, максимально рівна поверхня дороги зменшує мінімальну товщину водяної плівки, яка може спровокувати аквапланування в рази.

Тому якщо під колесами не крупнозернистий асфальтобетон не варто розганятися в дощ, або після нього.

У різних автомобілів даний ефект проявляється по-різному. Тут головну роль грає, перш за все, тип приводу автомобіля. Наприклад, у задньопривідних автомобілів аквапланування спочатку виникає на передній осі, а лише потім на задній. Відчутти це можна по реакції і відгуку керма. Він ніби ставати м'яким і податливим, при цьому реакцій з боку авто не спостерігається. У такому випадку навіть не збільшуючи швидкість, і не обертуючи кермом, може статися ДТП.

Передньопривідні автомобілі піддаються аквапланування навпаки, з задніх коліс в першу чергу. І в цьому випадку іноді навпаки набір швидкості передніми (приводними) колесами дозволяє витягнути авто з цієї неприємної ситуації. Однак навіть найменший натяк на гальмування або скидання газу можуть спричинити некерований занос або розворот на дорозі.

Водовідштовхувальні покриття обов'язково повинні мати в центральній частині протектора поздовжню канавку. Вона повинна бути досить

глибокою, і по її краях обов'язково мають у своєму розпорядженні численні поперечні прорізи (ламелі).

Ідеальним варіантом буде конфігурація водовідводів протектора у вигляді ялинки. У такому випадку при попаданні такої шини в воду вона виводиться по канавках назад і по боках, що перешкоджає утворенню вала і водяного клина в подальшому.

Необхідно уважно стежити за станом покриття на автомобілі. Не забувайте, що знос навіть найкращої шини на 50% знижує її опірність акваплануванню до 70%. Крім цього не слід розуміти виробників шин буквально. Пам'ятайте, що навіть не позбавляє від аквапланування, а лише відсуває його на рівень більш високих швидкостей.

Під час руху треба також уважно стежити за станом дорожнього полотна. Якщо є хоч найменші натяки на мокре дорожнє щільно, слід скинути швидкість, і краще це зробити завчасно. Особливо гостро це питання стоїть на тих ділянках дороги, де полотно нове і гладке. Якщо візуально видно навіть невелику вологість на дорозі, треба зменшити швидкість, інакше аквапланування не змусить себе довго чекати. Краще затриматися в дорозі трохи довше, але доїхати, чому не дістатися до пункту призначення зовсім.

Якщо довелося їхати в дощову погоду, то в обов'язковому порядку знизьте швидкість до прийнятної рівня. Крім цього якщо ви знаєте, що попереду буде труднопроходимий ділянку шляху, який може зажадати уповільнення і гальмування, неодмінно знижуйте швидкість до 50-60 км / ч.

Якщо вже на шляху виявилася калюжа, яку без ризику для себе та інших учасників руху об'їхати не вдасться, то треба долати її тільки по прямій, при цьому частота обертання колінчастого вала не повинна зростати або знижуватися, крім цього не здумайте пригальмувати проїжджаючи безпосередньо по калюжі. Найкраще пригальмувати перед калюжею завчасно, допускається навіть екстремне гальмування, але лише до калюжі, а не під час її проїзду.

Виникнення аквапланування автомобілів проводилось з урахуванням дії погодно-кліматичних факторів, фізичних процесів, що відбуваються на покритті при наявності шару води і визначенням критичної швидкості транспортного засобу по мокрому покриттю.

Під ризиком виникнення аквапланування R_A розуміється ймовірність появи цього явища на ділянках доріг з незабезпеченим водоведенням, якщо покриття вкрите шаром рідини товщиною, достатньою для спливання передніх коліс автомобілів.

Враховуючи те, що аквапланування пов'язане із змінами швидкості руху автомобілів, ризик виникнення цього процесу або ризик початку аквапланування можна виразити у вигляді:

$$R_A = \frac{n_v}{N_v}; \quad (3.1)$$

де

R_A – ризик виникнення аквапланування;

n_v – кількість автомобілів, що потрапили в режим аквапланування;

N_v – загальна кількість автомобілів, що рухалися по дорозі зі швидкістю, яка дорівнює критичній $V=V_{кр}$;

Критична швидкість $V_{кр}$ – це швидкість, коли питомий гідравлічний тиск на шину колеса автомобіля в межах змоченої поверхні дорівнює питомому тиску в зоні безпосереднього контакту колеса з покриттям:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{2p \cdot \Delta\alpha}{\pi\rho n_1 h}}; \quad (3.2)$$

де

p - середній питомий тиск в зоні безпосереднього контакту шини з покриттям;

$\Delta\alpha$ - середня довжина змоченої поверхні шини колеса автомобіля, що рухається з відповідною швидкістю;

ρ - щільність рідини;

n_1 - ступінь збільшення глибини шару води перед колесом автомобіля;

h - глибина шару води, що здійснює гідродинамічний тиск на шину колеса.

Відомо, що ризик виникнення аквапланування тісно пов'язаний зі щільністю розподілу шару рідини на покритті особливо на ділянках з незабезпеченим водоведенням [21].

Так, щільність розподілу глибини шару рідини на ділянках з незабезпеченим водовідведенням $f(h_i)$ залежить прямо пропорційно від щільності розподілу критичних глибин шару рідини $f(h_{кр})$, за яких відбувається спливання передніх коліс автомобіля.

Якщо переміщення $f(h_i)$ відбувається у напрямку до $f(h_{кр})$, то ризик спливання автомобіля і область ризику виникнення аквапланування C збільшуються. Інтервал між математичним очікуванням розподілу глибин зменшується. Залежність зміни щільності розподілу параметрів глибин шару рідини на покритті наведена на рисунку 3.3 – 3.7.

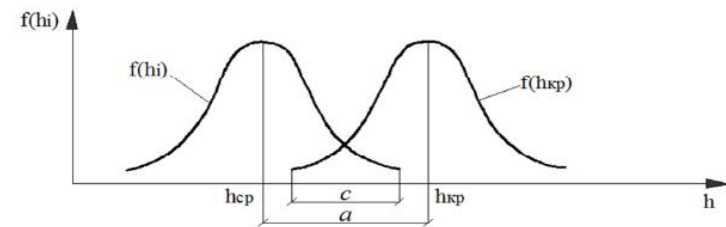


Рисунок 3.3 - Щільності розподілу середньої та критичної глибини шару рідини на покритті та області ризику виникнення аквапланування при R_A – незначному, C - найменшій

$h_{ср}$ – середня глибина шару рідини; $h_{кр}$ – критична глибина шару рідини; c – область ризику виникнення аквапланування;

a – математичне очікування розподілу величин глибини шару рідини.

Таким чином, із наведеної щільності розподілу глибини шару рідини на покритті видно, що величина розподілу фактичних глибин є змінною, а величина розподілу критичних глибин повинна встановлюватись в

залежності від критичної швидкості руху автомобіля, при якій виникає спливання його передніх коліс.

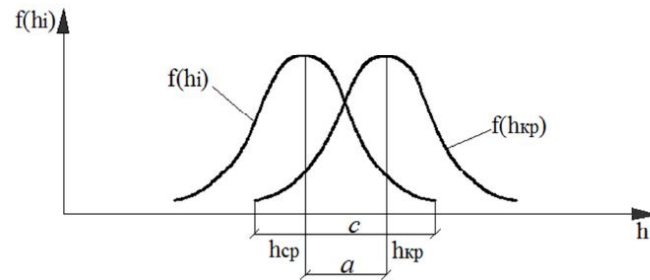


Рисунок 3.4 – Щільності розподілу середньої та критичної глибин шару рідини на покритті та області ризику виникнення аквапланування при збільшенні RA та C

h_{cp} – середня глибина шару рідини; h_{kp} – критична глибина шару рідини; c – область ризику виникнення аквапланування;

a – математичне очікування розподілу величин глибини шару рідини.

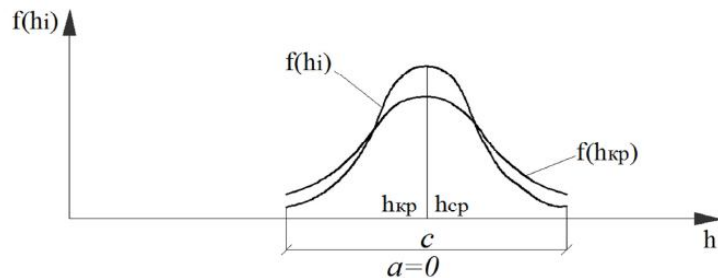


Рисунок 3.5 - Щільності розподілу середньої та критичної глибин шару рідини на покритті та області ризику виникнення аквапланування при RA=50% (спостерігається критична швидкість руху, за якої ймовірність спливання коліс дорівнює 50 %)

h_{cp} - середня глибина шару рідини; h_{kp} - критична глибина шару рідини;
 c - область ризику виникнення аквапланування;

a - математичне очікування розподілу величин глибини шару рідини.

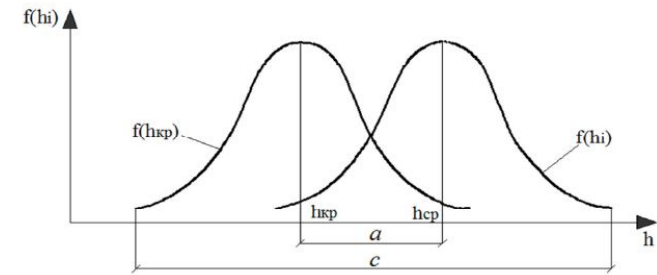


Рисунок 3.6 - Щільності розподілу середньої і критичної глибин шару рідини на покритті та області ризику виникнення аквапланування при RA<50%, C < 50 %

Залежність швидкості руху автомобіля від щільності описується нормальним законом. Враховуючи те, що нормальний закон інтегрується з використанням табульованої функції Лапласа, а сума нормальних законів є нормальним розділом, можна записати:

$$f_{x_1 + x_2}(z) = f_{h_i + h_{kpi}}(z) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(h_i) \cdot f(z - h_i) dh = \frac{1}{\sigma_a \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(z-a)^2}{2\sigma_a^2}}, \quad (3.3)$$

де $f(z - h_i) = f(h_{kpi})$;

a - інтервал між математичними очікуваннями нормально розподілених величин;

$\sigma_a = \sqrt{\sigma_{kp}^2 + \sigma_h^2}$ - середнє квадратичне відхилення сумарного розподілу двох нормально розподілених величин.

Таким чином, явище аквапланування підпорядковується нормальному закону розподілу критичної глибини шару води, яка обумовлює критичну швидкість руху автомобіля [9].

3.2 Дослідження впливу ефекту аквапланування на безпеку дорожнього руху

Ефект аквапланування вперше відкритий вченими-розробниками фірми Dunlop У 1960 році [1]. Аквапланування – це процес, суть якого полягає у втраті контакту пневматика з покриттям внаслідок утворення під колесом водяної плівки товщиною в кілька міліметрів. Автомобіль в цей момент стає некерованим. Із зростанням швидкості руху протектор шини не в змозі виводити велику кількість води з плями контакту з дорогою. У цей момент канавки протектора, що діють як відвідні канали, переповнюються і не справляються зі своєю функцією. Вода утворює під шинами клин, через що втрачається зчеплення. Керуюча сила і сила гальмування зникають, і автомобіль виходить з-під контролю.

Вітчизняні та зарубіжні вчені займаються проблемою оцінки впливу води, що знаходиться на покритті, на умови руху автомобіля [].

Серед основних факторів, що впливають на ймовірність виникнення аквапланування слід відмітити якість шини та товщину водної плівки на покритті. За даними Dunlop (табл. 3.1) висота протектору шини в значній мірі впливає на ймовірність виникнення ефекту аквапланування.

Таблиця 3.1 – Залежність швидкості початку аквапланування від висоти протектора при товщині шару води на дорозі 3,5 мм (за даними Dunlop [1])

Висота протектора	Швидкість початку аквапланування км/год
1,6	55
3,0	60
5,0	68
8,0	100

Згідно положення «Правил дорожнього руху України» [4], п.31.4.5. «Колеса і шини»: забороняється експлуатація транспортних засобів якщо: шини легкових автомобілів та вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою до 3,5 т мають залишкову висоту малюнка протектора

менше 1,6 мм, вантажних автомобілів з дозволеною максимальною масою понад 3,5 т – 1,0 мм, автобусів – 2,0 мм, мотоциклів і мопедів – 0,8 мм.

Виходячи зі значного впливу на ймовірність виникнення ефекту аквапланування швидкості руху транспортних засобів, контактного тиску на покриття зі сторони пневматика, переважного складу руху на автомобільних дорогах загального користування та інших факторів для подальшого обґрунтування прийнято мінімально допустиму залишкову висоту малюнка протектора для легкового автомобіля а саме – 1,6 мм. З урахування проведеного аналізу сукупності факторів, що впливають на ймовірність виникнення ефекту аквапланування, основним фактором на який може впливати дорожньо-експлуатаційна служба є товщина плівки води, що застоюється на покритті внаслідок погіршення поперечного водовідведення.

Таким чином, основою для подальшої теоретичної розробки має стати залежність критичної швидкості з точки зору високої ймовірності аквапланування від товщини водної плівки на покритті. В основу побудови такої залежності мають бути покладенні переважно натурні дослідження.

Потужним експериментальним наробком в цьому напрямі володіють світові лідери галузі виробництва автомобільних шин. Тому прийнято рішення за основу побудови зазначеної залежності прийняти результати експериментальних досліджень таких виробників. Опрацьовано та узагальнено результати досліджень виконаних фірмами: Dunlop, Continental, Nokian Tyres, Michelin, Maxxis, Pirelly, Goodyear та дослідників Staughton, Williams, Horne, Leland та інш [1, 5-10].

Для узгодження результатів різних досліджень обробка експериментальних даних виконувалась з урахуванням сталих вихідних умов, а саме: стандартна покришка легкового автомобіля з нормативним тиском та залишковою висотою протектора 1,6 мм; мінімальні значення коефіцієнту зчеплення колеса з покриттям та шорсткості (цементобетон, зношений дрібнозернистий асфальтобетон); транспортний засіб без електронних систем курсової стабілізації.

Результати наведено на рисунку 3.7.

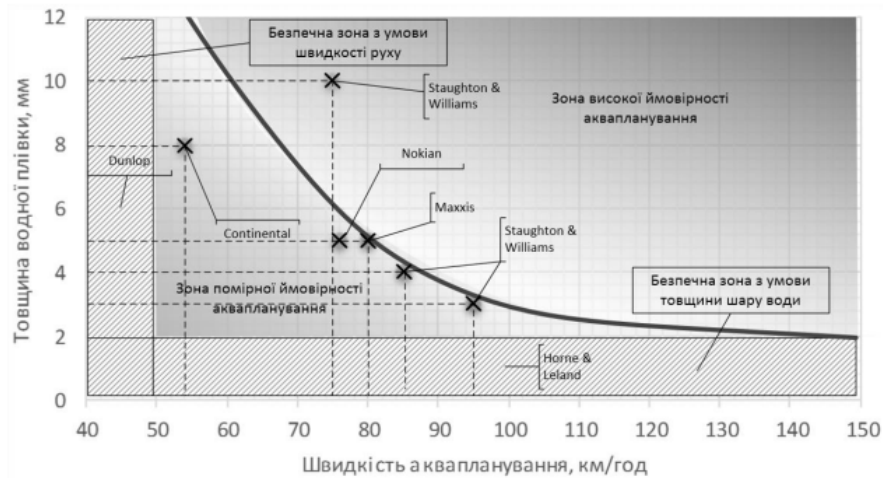


Рисунок 3.7 - Залежність ймовірності виникнення ефекту аквапланування від швидкості руху та товщини шару води на покритті [9]

Аналіз графічної залежності ймовірності виникнення ефекту аквапланування від швидкості руху та товщини шару води на покритті дозволяє виділити основні характерні зони:

- безпечна зона з умови швидкості руху – згідно з дослідженнями Dunlop [1] орієнтовно до швидкості 50 км/год аквапланування не виникає внаслідок продавлювання шару води вагою транспортного засобу;

- безпечна зона з умови товщини шару води - згідно з дослідженнями Horne & Leland при товщині шару води до 1,5 - 2 мм рідина відводиться з зони контакту пневматика з покриттям в усьому діапазоні експлуатаційних швидкостей руху;

- зона високої ймовірності аквапланування – комбінація параметрів швидкості руху та товщини шару води в колії руху, що з великою ймовірністю можуть привести до виникнення ефекту аквапланування;

- зона помірної ймовірності аквапланування – комбінація параметрів швидкості руху та товщини шару води в колії руху, для якої ймовірність виникнення ефекту аквапланування є не високою. Напрямок подальших досліджень. Залежність, наведена на рис. 3.1, можна прийняти в якості базової для подальших обґрунтувань допустимої товщини шару води, що застоюється на покритті через колійність, з точки зору впливу на безпеку руху ефекту аквапланування. Слід зазначити, що товщина плівки води, що може збиратись на покритті, окрім іншого залежить від перевищення правого (зовнішнього за поперечним ухилом) гребню колії над її низом (поздовжня вісь). Подальшого дослідження вимагає також оцінка динамічного впливу від поперечної нерівності на транспортний засіб при виконанні маневрів пов'язаних зі зміною смуги руху. Така оцінка має накласти обмеження на допустиму різницю між відмітками низу колії та верху її лівого гребню [9].

3.3 Оцінки міцності дорожніх конструкцій, які попереджають появу аквапланування автомобілів

Надійна робота асфальтового бетону незалежно від його типу та структури, під дією погодно-кліматичних факторів та руху транспортних засобів буде забезпечена тільки тоді, коли в ньому не виникають перенапруження і асфальтобетонне покриття працює як пружна плита:

- опір монолітного асфальтобетонного шару утворенню тріщин є найнижчим в період, коли верхні шари основи мають знижену несучу здатність і мінімальні модулі пружності, а шари асфальтобетонного покриття, зволожуючись та охолоджуючись, мають підвищену жорсткість. В цей період типовими для асфальтового бетону в умовах руху автомобільного транспорту при швидкості 11,1 - 27,7 м/с є крихке (миттєве) руйнування.

Виникаючі при цьому тріщини розвиваються швидко, а найбільше напруження розтягу при згині практично є константою, що характеризує міцність асфальтового бетону на згин;

- асфальтовий бетон здатний приймати на себе значну частку навантаження і розподіляти її на більшу площу нижче розташованого шару, при цьому, він має високу міцність на згин, яка може досягати 4-10 МПа;
- виникаючі переміщення та деформації плити малі порівняно з розмірами елементів всієї дорожньої конструкції;
- деформація плити практично пропорційна діючій силі при тривалості короточасних повторних навантажень, які відповідають реальним умовам експлуатації дорожнього покриття;
- температурні коливання в межах від +2,5°C до -3,5°C викликають відхилення величин модуля пружності по товщині асфальтобетонного покриття, але не більше 7-9% від розрахункових. Такі границі відхилення майже допустимі в розрахунках, і асфальтобетонні покриття можуть відповідно розглядатися як монолітні і рівномірні по всьому перерізу;
- асфальтобетонна плита може розглядатися як нескінченно протяжна, оскільки при високій жорсткості асфальтового бетону виконується умова:

$$B \geq 3H_n \sqrt{\frac{E_n}{E_{екв}}}; \quad (3.4)$$

де

B – розмір меншої сторони плити в плані (ширина покриття), м;

H_n – товщина асфальтобетонного шару, м;

E_n – модуль пружності асфальтового бетону, Па;

$E_{екв}$ – еквівалентний модуль пружності дорожньої конструкції, Па.

Виходячи з визначених закономірностей поведінки асфальтового бетону, є можливість розглядати модель дорожнього одягу з асфальтобетонним покриттям з нових позицій – розрахунок за критерієм «згин» за схемою, що наведена на рисунку 3.8.

Розрахункова модель дорожнього одягу, яку наведено на рисунку 3.8, являє собою систему, що складається з нескінченної монолітної асфальтобетонної плити, що лежить на пружній основі кінцевої міцності

і навантаженої вертикальним навантаженням P , рівномірно розподіленим по площі круга з радіусом R .

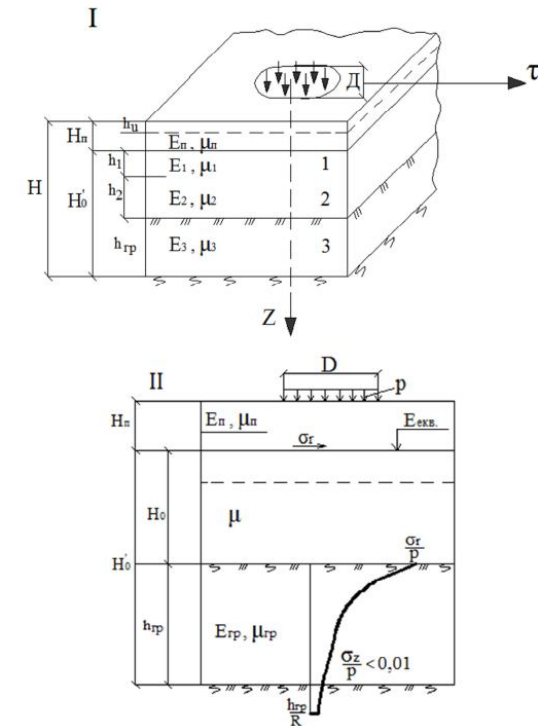


Рисунок 3.8 - Схема моделі дорожнього одягу з покриттям із асфальтового бетону для розрахунку за критерієм «згин»:

I – навантаження, система координат, конструктивні шари;

II – розрахунковий переріз, розподілення напружень в динамічно активній зоні ґрунту земляного полотна.

Цифрами на схемі позначені номери шарів.

h_u – товщина шару зносу.

Пружня основа має вигляд тришарової системи, в тому числі два шари штучної основи і шар активної зони ґрунту земляного полотна товщиною $h_{гр}$ (зона ґрунту, яка працює в умовах змінної деформації при

коливаннях дорожнього одягу). Система характеризується модулем пружності E_k , коефіцієнтом Пуасона μ_k і товщиною h_k , при чому $E_1 > E_2 > E_3$. Розрахунковий переріз розташований на нижній поверхні покриття під центром навантаженого майданчика.

В цій моделі в якості граничного стану асфальтового бетону в покритті, який працює в стадії зворотніх деформацій, приймається початкова стадія зміни його структури, що виражається в навантаженні окремих зв'язків під дією розтягуючих напружень. Це, в свою чергу, дозволяє характеризувати жорсткість пружного шару покриття при даному розрахунковому навантаженні і температурі пружними константами шаруватої системи і загальним показником, що визначається з умови рівності прогинів і кривизни пружної плити та пружної основи. При цьому, за критерій міцності приймається напруження на розтяг при згині плити, безпосередньо визначене величиною пружного відносного подовження ϵ , відповідно, кривизною монолітного шару покриття, який утворюється при даних умовах в місці прикладання навантаження.

Таким чином, для розрахунку асфальтобетонних покриттів можна рекомендувати методи, які дають рішення задач на згин нескінченної плити на пружній основі [9].

3.4 Проектування водовідвідних систем і споруд

Проектування водовідвідних систем і споруд вулиць і доріг слід проводити виходячи з місцевих природних, архітектурно-планувальних і санітарно-гігієнічних умов у комплексному взаємозв'язку з рішеннями інженерної підготовки, благоустрою та інфраструктури населеного пункту. При цьому загальні умови трасування та прокладання трубопроводів, гідравлічні їх розрахунки, параметри та вимоги до споруд водовідведення (оглядові та перехідні колодязі, дощеприймальники, переходи через дороги, дюкери, зливоводи, зливоспуски), а також відстані від зовнішньої поверхні труб

самопливної каналізації (побутова та дощова) та дренажів до підземних мереж і споруд визначаються ДБН В.2.5-75.

Середню довжину вільног пробігу води від водорозділу басейна збору до першого дощеприймального колодязя та між ними слід приймати за розрахунком відповідно до ДБН В.2.5-75.

Дощеприймальні колодязі на вулицях слід установлювати в понижених точках лотків, на перехрестях вулиць зі сторони притоку води до смуги пішохідного руху, на виїздах із дворів, кварталів, між перехрестями поза проїзною частиною. Під час будівництва чи реконструкції вулиць за можливості, а за наявності велосипедної смуги чи спільного руху велосипедів та транспорту – обов'язково потрібно передбачати використання дощеприймальних колодязів, які вмонтовані в бордюр.

Розміри дощеприймальних колодязів приймаються відповідно до [19].

Відстані між дощеприймальними колодязями повинні прийматися залежно від поздовжнього похилу лотка і наведені в таблиці 3.2.

За ширини односхилої проїзної частини вулиці більше ніж 15 м, двосхилої – більше ніж 30 м, а також наявності дренажів мілкого закладання відстань між дощеприймальними колодязями не повинні перевищувати 60 м.

За поздовжніх похилів вулиць більше 50 ‰ перед перехрестями з боку верхів'я, а також на прямих ділянках вулиць через 300-400 м улаштовуються дощеприймальні колодязі посиленої приймальної здатності (подвійні ґрати, колодязі спеціальної конструкції).

Таблиця 3.2 – Відстані між дощеприймальними колодязями

Похил лотка, ‰	до 4	6	10	30	більше 30
Відстань між колодязями, м	50	60	70	80	90
Примітка. На розташованих на водорозділах вулицях за наявності внутрішньорайонної (квартальної) водостічної мережі, в лотках доріжок бульварів і скверів та на проїздах зазначені відстані допускається збільшувати в 1,5-2 рази.					

Оглядові колодязі залежно від діаметра водостоку, а також з урахуванням можливостей обслуговування повинні розташовуватись один від одного на відстанях, наведених в таблиці 3.3:

Таблиця 3.3 – Оглядові колодязі залежно від діаметра водостоку

Діаметр водостоку, м	до 0,45	0,5-0,6	0,7- 0,9	1,0-1,4	більше 1,5
Відстань між оглядовими колодязями, м	50	75	100	150	200

Розміри в плані колодязів дощової каналізації (круглі або прямокутні) необхідно приймати: на трубопроводах діаметром до 600 мм включно – завдовжки та завширшки 1000 мм; на трубопроводах діаметром 700 мм і більше – завдовжки 1000 мм і шириною, що дорівнює діаметру найбільшої труби.

Діаметр водостічних гілок (труби від дощеприймальних до оглядових колодязів) повинен прийматися таким, що дорівнює 0,3 м, їх похил – від 20 ‰ до 30 ‰ (найменший – 5 ‰), найбільша довжина гілки – 40 м.

На магістральних дорогах і магістральних вулицях безперервного руху влаштовується закрыта система водовідведення з двостороннім розміщенням дощеприймальних колодязів незалежно від наявності місцевих проїздів.

Для влаштування водовідвідного лотка слід використовувати збірні або монолітні бортові камені. Висота бордюру на прямолінійних ділянках вулиці повинна бути не менше ніж 15 см.

Збір і відведення поверхневих вод можливі лотками прямокутного та трапецієподібного профілю, які перекриваються водоприймальними решітками.

Кювети і канали, що розташовані у межах населених пунктів слід проектувати згідно з ДБН В.2.5-75.

При проектуванні вулиць, доріг і площ слід передбачати можливість проведення заходів з прибирання снігу:

- ширину резервних та технічних смуг визначати з урахуванням розміщення на них снігу;

- на використовуваних для снігосплаву водостоках передбачати ділянкові (районні) снігоприймальні камери;

- за умови сніготанення обігрівальними панелями на магістралях безперервного руху та на під'їздах до розв'язок у різних рівнях (тунелі, естакади) обігрів проїзної частини проектувати на всій протяжності пандусів і тунелів (за довжини тунелів до 100 м з включенням під'їздів до них на відстані 100 м; при більшій протяжності - на 40 м у глибину тунелю з кожного боку); на естакадах - на всій протяжності естакади з включенням під'їздів до них на довжину 100 м.

Якщо на глибині 3 – 5 залягає водопроникний ґрунт, передбачають водопоглинаючі колодязі. В південних степних районах вода скидається в випарювальні басейни.

Випуск води із кювета і лотків повинен виконуватись в нагірні канали або в понижені місця рельєфу, якщо це не викликає заболочення і застою води біля земляного полотна. Випуск води із канал, резервів і кюветів на схили лугів допускається при відсутності загрози розвитку яруг. Випуск водив кювети виїмок із нагірних канал і резервів, як правило, не допускається. На випуску каналу розкриваються з уположенням укосів.

Повороти каналу в плані повинні виконуватись плавними кривими радіусу не менше 10 м, а на ділянках підходів до мостів, труб, перепадів або бистротоків – не менше 20 м.

Якщо канава примикає до існуючого водотоку, кут між напрямком каналу і напрямком течії водотоку не повинен перевищувати 45°.

Якщо витрати і розміри каналу задані, поздовжній похил дна каналу визначається за формулою:

$$i = Q^2 / \omega^2 \cdot W^2; \quad (3.5)$$

де Q – витрати, м³/с; W – швидкісна характеристика, м/с; ω – площа живого перерізу каналу, м².

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Охорона навколишнього природного середовища

При розробленні проектів капітальних ремонтів автомобільних доріг і штучних споруд необхідно вирішувати в комплексі питання транспортноексплуатаційного стану об'єкту проектування, захисту навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів.

У складі проекту капітального ремонту автомобільної дороги (штучної споруди) необхідно розробляти розділ «Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС)» згідно з ДБН А.2.2-1, ВБН В.2.3-218-007 та чинних нормативно-правових актів у галузі охорони навколишнього природного середовища і дорожнього будівництва.

Роботи з капітального ремонту автомобільної дороги (штучної споруди) згідно з ДБН В.2.3-4 відносяться до третього екологічного класу.

При проектуванні об'єктів, які підлягають капітальному ремонту розділ ОВНС повинен мати наступну структуру:

- підстави для проведення ОВНС;
- фізико-географічні особливості району вздовж траси об'єкта проектування;
- стисла характеристика об'єкта проектування;
- оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє природне середовище в скороченому обсязі;
- оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє соціальне середовище в скороченому обсязі;
- оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє техногенне середовище в скороченому обсязі;

- комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища і його безпеки;

- оцінка впливів на навколишнє середовище під час капітального ремонту в скороченому обсязі;

- заява про екологічні наслідки діяльності.

Інформацію про стан навколишнього природного середовища слід одержувати з офіційних джерел безпосередньо по території зони очікуваного впливу, у відповідності до розділу 2 ВБН В.2.3-218-007.

В проектній документації необхідно визначати вплив автомобільної дороги на навколишнє природне середовище та порівнювати його з гранично допустимими показниками.

Для забезпечення нормативного стану навколишнього природного середовища необхідно передбачати комплексні заходи відповідно до 2.39 ДБН А.2.2-1.

При визначені оцінки впливів на навколишнє природне середовище під час проведення робіт з капітального ремонту у проектній документації необхідно передбачати утилізацію будівельних відходів, рекультивацию порушених земель та заходів щодо зниження негативних впливів на навколишнє природне середовище.

Проведення державної екологічної експертизи проектних матеріалів по об'єктах капітального ремонту, необхідно здійснювати згідно з Законом України «Про екологічну експертизу». Проектну документацію на держкоекспертизу направляє замовник, або ж, за його дорученням, генпроектувальник.

Проектування дорожніх об'єктів із використанням геосинтетичних матеріалів повинно здійснюватися відповідно до вимог нормативних документів. При будівництві дорожніх об'єктів потрібно забезпечити виконання вимог з охорони навколишнього середовища, раціонального використання природних ресурсів, обліку найближчих та віддалених екологічних, економічних, соціальних, демографічних наслідків будівництва.

При техніко-економічному обґрунтуванні проекту слід враховувати сучасний рівень науково-технічного прогресу і гранично-допустимі навантаження на навколишнє природне середовище як у будівельний, так і в експлуатаційний періоди і передбачати надійні і ефективні заходи попередження і усунення забруднення навколишнього природного середовища, раціональне використання і відтворення природних ресурсів, оздоровлення навколишнього природного середовища.

При проектуванні та будівництві дорожніх об'єктів із використанням геосинтетичних матеріалів повинні бути повністю враховані реальні потреби в електроенергії та водопостачанні відповідного регіону, рельєф місцевості для розміщення об'єкта, заходи з максимального збереження земель і лісів, населених пунктів, пам'яток природи, історії та культури, ефективної охорони рибних запасів, своєчасної утилізації деревини та родючого шару ґрунтів під час розчищення і затоплення ложа водосховища, та недопущення негативних змін у навколишньому природному середовищі.

При проектуванні не слід застосовувати ґрунтові та неґрунтові матеріали, а також технології, що спричиняють хімічне, фізичне і біологічне забруднення навколишнього середовища.

При розробці проектів для будівництва і реконструкції автомобільних доріг та інших дорожніх об'єктів із використанням геосинтетичних матеріалів техніко-економічні і транспортно-експлуатаційні характеристики об'єкта проектування потрібно вирішувати в комплексі з питанням захисту навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів.

До змісту проекту має входити окремий розділ "Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)", який розробляється згідно з вимогами ДБН А.2.2-1, ДБН А.2.2-3, ДБН В.2.3-5 та [6] з урахуванням положень нормативно-правових актів у галузі охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. Матеріали ОВНС необхідно розробляти на основі екологічних, геозооботанічних, інженерно-геологічних,

санітарно-гігієнічних та інших необхідних натурних та лабораторних досліджень на базі сучасних методик і технічних засобів.

З метою оптимізації проектних робіт та процедури ОВНС всі дорожні об'єкти поділяють на три екологічних класи. Вимоги до проектування таких об'єктів наведено в ДБН В.2.3-4.

При проектуванні автомобільних доріг із використанням геосинтетичних матеріалів оцінці впливу на навколишнє середовище підлягають усі джерела впливу автомобільних доріг на навколишнє середовище, крім технологічних процесів будівництва та утримання.

При розробці матеріалів ОВНС потрібно порівнювати кількісні показники забруднення навколишнього природного середовища відпрацьованими газами, твердими викидами, шумом, іншими факторами дії транспортних засобів на навколишнє природне середовище з гранично допустимими концентраціями забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, водоймищах і ґрунтах та іншими санітарно-гігієнічними нормами, що встановлені для відповідної території.

При проектуванні реконструкції дорожніх об'єктів слід порівнювати існуючий вплив об'єкта на навколишнє природне середовище з впливом на нього після проведення реконструкції.

При проектуванні автомобільних доріг, дорожніх споруд, об'єктів дорожнього сервісу тощо із використанням геосинтетичних матеріалів перевагу віддають рішенням, що мінімально впливають на навколишнє природне середовище.

У разі перевищення встановлених для відповідної території санітарно-гігієнічних норм забруднення, суттєвого втручання в біосистеми на прилеглих територіях потрібно передбачати відповідні санітарно-захисні, природоохоронні, інженерні та технічні заходи: будівництво шумозахисних екранів, застосування дорожніх покриттів, на яких шум при проїзді автомобілів має найменшу величину, влаштування водовідвідних та водоочисних споруд, посадку спеціальних зелених

насаджень, влаштування біопереходів, регулювання режимів руху автотранспорту, влаштування відповідного покриття та укріплення узбіч для зниження пилоутворення тощо.

При зберіганні, транспортуванні, застосуванні та при здійсненні робіт із використанням геосинтетичних матеріалів не відбувається забруднення води, ґрунту, а також надходження канцерогенних та мутагенних речовин в навколишнє природне середовище.

4.2 Вимоги безпеки і охорони праці при застосуванні геосинтетичних матеріалів

Геосинтетики повинні відповідати вимогам нормативних документів на продукцію та законодавству України.

Геосинтетичні матеріали при звичайних умовах є:

- нетоксичними речовинами;
- не викликають подразнень верхніх дихальних шляхів та шкіри.

За ступенем впливу на організм людини відносяться до мало небезпечних речовин (IV клас) згідно з ГОСТ 12.1.007. Робота з ними не вимагає особливих засобів індивідуального захисту.

В процесі робіт з використанням геосинтетичних матеріалів необхідно дотримуватись вимог безпеки згідно з ГОСТ 12.3.002, НПАОП 63.21-1.01, СП 1042-73, ДБН А.3.2-2, ДСТУ 4044, ДСТУ Б А.3.2-8 та ДСТУ Б А.3.2-9.

Групу горючості полімерних геосинтетичних матеріалів визначають згідно з ДСТУ Б В.2.7-19. Полімерні геосинтетичні матеріали повинні належати до групи горючих матеріалів не нижче ніж Г2.

Під час роботи з геосинтетичними матеріалами необхідно дотримуватись вимог пожежної безпеки згідно з ГОСТ 12.1.004, НАПБ А 01.001. Перед початком робіт проводять інструктаж з правил пожежної безпеки (ППБ) згідно з НАПБ Б.02.005 та НАПБ Б.06.001. Навчання та

перевірка знань з питань пожежної безпеки слід проводити відповідно до вимог НАПБ Б.02.005.

Виробничі, складські та інші приміщення повинні бути обладнані автоматичними системами пожежогасіння та пожежної сигналізації відповідно до ДБН В.2.5-56 та первинними засобами пожежогасіння відповідно до НАПБ А.01.001.

Оснащення приміщень первинними засобами пожежогасіння потрібно здійснювати згідно з НАПБ А.01.001 та НАПБ Б.03.001, транспортних засобів, задіяних в роботах – згідно з НАПБ Б.06.005.

При роботі з полімерними геосинтетиками при температурі, що перевищує температуру їх плавлення, місця роботи повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння відповідно до 8.1.5 НАПБ А.01.001.

Експлуатацію вогнегасників слід здійснювати згідно з НАПБ Б.01.008.

При загорянні геосинтетичних матеріалів їх необхідно гасити тонко розпилим струменем води, піною, вогнегасним порошком.

При роботі з полімерними геосинтетиками за температури, що перевищує температуру їх плавлення (наприклад, при укладанні гарячого асфальтобетону або при термозварюванні) можливе виділення летких продуктів термоокислювальної деструкції, що містять у своєму складі органічні кислоти, карбонільні з'єднання, в тому числі формальдегід і ацетальдегід, оксид вуглецю та інші токсичні речовини. При цьому необхідно дотримуватись вимог нормативних документів та нормативно-правових актів з пожежної безпеки та загальних правил безпеки.

Концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинні перевищувати їх гранично допустимих концентрацій (таблиця 4.1), відповідно до вимог ГОСТ 12.1.005.

Контроль вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони виконують згідно з ГОСТ 12.1.016 та ГОСТ 12.1.014.

Під час робіт на проїзній частині без припинення руху автотранспортних засобів місце робіт має огорожуватись знаками згідно з [11] та НПАОП 63.21-1.01.

Дозволені рівні сумарної питомої активності природних радіонуклідів в заповнювачах до асфальтобетону, згідно з ДБН В.1.4-1.01 та ДБН В.1.4-2.01, не повинні перевищувати показників для 1 класу. Роботи з приготування органічних в'язучих матеріалів з добавками потрібно виконувати згідно з ДСТУ Б А.3.2.5.

Таблиця 4.1 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі при укладці асфальтобетонної суміші

Назва речовини	Гранично допустима концентрація, мг/м ³	Клас небезпеки	Дія на організм людини
Формальдегід	0,5	2	Викликає подразнення слизової оболонки очей та дихальних шляхів
Ацетальдегід	5,0	3	
Оксид вуглецю	20,0	4	Викликає запаморочення, шум в вухах, почуття слабкості
Оцтова кислота	5,0	3	Викликає подразнення верхніх дихальних шляхів

При роботі з геосинтетичними матеріалами обладнання та механізми, що задіяні у виробничому процесі, повинні відповідати вимогам безпеки згідно з ДСТУ 7237, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002; засоби захисту від статичної електрики – ДСТУ ГОСТ 12.1.038, ГОСТ 12.1.018, ГОСТ 12.1.044 та ГОСТ 12.4.124; гігієнічний контроль промислової вібрації необхідно здійснювати згідно з ДСН 3.3.6.039. Безпека виробничих процесів та обладнання повинні відповідати СП 1042 та ГОСТ 12.3.002.

Параметри мікроклімату на робочих місцях повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042. Місця виконання робіт з геосинтетичними матеріалами позначаються знаками безпеки згідно з [17]. Освітленість робочих місць повинна відповідати вимогам ДБН В.2.5-28 і ДСТУ Б.В.2.2-6, контроль здійснюють згідно з ДСТУ Б В.2.2-6. Закриті приміщення, де проводять

роботи з геотекстилями та віднесеними до геотекстилю виробами, повинні бути забезпечені приливно-витяжною вентиляцією згідно з ДСТУ Б А.3.2-12, СНиП 2.04.05.

При роботі з геосинтетичними матеріалами забезпечення та користування спеціальним одягом здійснюють згідно з ГОСТ 12.4.004, ГОСТ 12.4.016, НПАОП 0.00-4.01, НПАОП 63.21-3.03 та [16].

Навчання та перевірку знань з питань охорони праці потрібно проводити відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12.

При роботі з геосинтетичними матеріалами слід дотримуватися правил охорони атмосферного повітря населених місць від забруднення хімічними та біологічними речовинами відповідно до ДСП 201.

4.3 Обслуговування та ремонт системи водовідведення автомобільних доріг

Завдання цієї системи – захист одягу дороги від зливових вод. Вода, потрапляючи всередину дорожнього одягу, призводить до його швидкого руйнування. Вимивається і просідає ґрунт, руйнується основа. Це призводить до руйнування покриття і виходу дороги з ладу.

Решітки і водостоки зливової каналізації забезпечують видалення води з поверхні через всі шари заснування в колектор.

Водовідведення включає в себе цілий комплекс елементів:

- особлива форма дорожнього покриття, що забезпечує скочування води;
- особливі склади, захищають покриття від контакту з водою;
- шар зносу з литого асфальтобетону. Такий шар забезпечує герметизацію покриття і має достатню міцність, щоб без ремонту працювати 3-5 років;
- обладнані узбіччя, допомагають видаляти воду з покриття і захищають основу;
- стічні канами, по яких стікає з покриття і узбіччя вода відводиться до місць скидання в річку, озеро, море.

- зливовий колектор, розташований під підставою, забезпечує доставку води до місць скидання. Колектори застосовуються в умовах міста, коли неможливо обладнати стічні канали і використовуються для збору води і доставки до місця з'єднання з міською системою каналізації;

- решітки і водостоки зливової каналізації, що забезпечують видалення води з поверхні через всі шари заснування в колектор.

Комунальні служби забезпечують очищення зливових решіток та водостоків від листя, гілок, сміття і промивають трубу колектора.

Кожен елемент системи водовідведення потребує регулярного обслуговування, яке проводиться силами дорожніх комунальних служб.



Рисунок 4.1 – Обслуговування системи водовідведення доріг

Для проведення обслуговування системи водовідведення необхідно провести наступні дії:

- забезпечити очищення зливових решіток та водостоків від листя, гілок, сміття не рідше одного разу в квартал;

- раз на два-три роки оглядати, очищати від крупного сміття, промивати трубу колектора, не допускаючи запливання і утворення заторів;

- щорічно оновлювати захисний шар рідкими полімерами. Це дозволить довше зберігати цілісність покриття одягу і обійдеться дешевше ямкового або великого ремонту;

- усувати пошкодження покриття, не чекаючи планового ремонту. Своєчасне відновлення цілісності покриття зберігає основу і ґрунт від вимивання або просідання.

- відновлення шару зносу. Технологія відновлення таких шарів дозволяє відновлювати цілісність покриття силами двох робітників і одного автомобіля-ремонтнера.

- раз в п'ять-сім років слід перевіряти стан водоскидів, очищаючи їх при необхідності.

Забезпечуючи системи водовідведення автомобільних доріг потрібно перевіряти стан водоскидів, очищаючи їх при необхідності.

Недотримання цих заходів призводить до погіршення роботи всієї системи, що викликає порушення цілісності дорожніх одягів.



Рисунок 4.2 – Ремонт елементів системи водовідведення

Ремонт елементів системи водовідведення.

Відновлення цілісності покриття. Для відновлення покриття проводять планові, в разі необхідності позапланові ямкові ремонти, використовуючи різні технології. Застосування технології гарячого асфальтобетону дозволяє скоротити вартість матеріалів. Використання технології литого асфальтобетону збільшує вартість матеріалів на 15-20%, але завдяки меншій складності дозволяють настільки ж скоротити загальну вартість робіт. Застосування технології регенерації асфальту дозволяє скоротити витрати

порівняно з гарячим асфальтобетоном на 30-40%, що призведе до значного зниження загальної вартості ремонту. У містах з населенням понад 100 тисяч чоловік придбання багатофункціонального ремонтера з регенератором асфальту і дорожньою фрезею економічно виправдано, така машина окупиться протягом трьох-п'яти років. Через 15-20 років настиляють новий шар.

Для відновлення покриття проводять планові ямкові ремонти, використовуючи різні технології.

Відновлення шару зносу. Відновлення проводять у міру появи пошкоджень. Вартість робіт у кілька разів менше, ніж при проведенні ямкового ремонту покриття з ущільненого гарячого асфальтобетону. При використанні багатофункціонального ремонтера можливо додаткове скорочення вартості робіт на 20-30% за рахунок відмови від додаткової техніки та обладнання.

Ремонт узбіч. При зміні геометрії схилу ремонт здійснюють підсіпанням ґрунту для відновлення геометрії покриття. При наявності покриття знімають його, відновлюють геометрію, потім укладають нове покриття.

Ремонт зливних каналів. Ремонт полягає в розширенні в поглибленні каналів для забезпечення необхідного рівня при сильному заиливанні, що дозволяє воді стікати до місць скидання.

Ремонт зливових колодязів. Найчастіше ремонт полягає в заміні обійми решітки зливової або заміні (ремонту) бетонної труби колодязя.

Ремонт колектора. При сильному засміченні сміттям або мулом очищення з допомогою промивання не дає результатів. В цьому випадку визначають місця найбільш сильного засмічення, розкопують одяг і ґрунт, розбирають верхню частину колектора і екскаватором видаляють сміття. Може знадобитися повна заміна окремих ділянок колектора. Ремонт колектора при сильному засміченні сміттям визначають місця найбільш сильного засмічення, розкопують одяг і ґрунт, розбирають верхню частину колектора і екскаватором видаляють сміття.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз існуючих методів оцінки безпеки руху автомобілів по дорозі показав, що для попередження зниження зчеплення шини колеса з покриттям і запобігання появи аквапланування, при дії негативних погодних-кліматичних умов, необхідно враховувати цілий ряд факторів, а саме: швидкість руху; глибину шару води; середню висоту виступів шорсткості; тиск повітря в шині; щільність води; ступінь збільшення глибини води перед колесом; ширину протектора колеса; силу гідродинамічного тиску; кут спливання колеса; радіус обтисненого колеса; інтенсивність дощу; довжину ділянки стоку води; коефіцієнт шорсткості дорожнього покриття.

2. При дослідженні та прогнозуванні причин існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування, встановлено, що основними транспортно-експлуатаційними показниками мають бути: рівність, коефіцієнт зчеплення та шорсткість.

3. Для того, щоб попередити явище аквапланування під час будівництва ділянки автомобільної дороги конструкцію дорожнього одягу, що складається з таких шарів: асфальтобетон пористий, щербеневий АСГ. Др. ПА–Б.НП.І. БНД 60/90; базальтове суцільне полотно марки ПСБ-Д (просочене); асфальтобетон крупнозернистий; щербенево-піщана суміш ЩПС (оброблена цементом); щербенево-піщана суміш С-5; пісок крупнозернистий. Улаштування раціональної конструкції нежорсткого дорожнього одягу з використанням сучасних матеріалів – пористого-асфальтобетону і базальтового суцільного полотна марки ПСБ-Д (просочене) дозволить забезпечити своєчасне відведення води з поверхні проїзної частини і попередити появу аквапланування на складних ділянках автомобільних доріг.

4. Найбільшою шкодою стійкості дорожньої конструкції заподіює вільна вода, що знаходиться в її конструктивних шарах, де під тиском коліс транспортних

засобів відбувається її переміщення. Вільна вода в зернистому шарі основи дорожнього одягу при динамічних навантаженнях може знизити його міцність на 25% і більше.

5. Армування ґрунтового масиву геосинтетиками перетворює його в міцне тверде тіло анізотропної будови, подібної до будови штучних композитних матеріалів. Принцип роботи армоґрунту оснований на можливості поєднання ґрунту і арматурних елементів (геосинтетиків), що змонтовані так, щоб зменшити напруження розтягу, які можуть виникати в ґрунті під дією сил гравітації чи зовнішнього навантаження і передати їх за допомогою сил зчеплення на геосинтетичний прошарок, який добре сприймає зусилля розтягу.

6. Встановлено, що шляхом армування зосереджується зона дії максимальних дотичних напружень в області, в якій знаходиться міцний ґрунт і армуючий прошарок, що позитивно впливає на роботу ґрунтової основи, оскільки причиною руйнування є саме дотичні напруження; в армованій основі проходить перерозподіл нормальних напружень на більшу ширину, ніж у неармованій (значення напружень на глибині менші, ніж в неармованій основі); вертикальне переміщення армованої основи приблизно в 2 рази менше, ніж неармованої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. СОУ 45.2-00018112-025:2007 Матеріали геосинтетичні. Методи випробувань.
2. МР В.2.7-218-24729256-758:2009 Матеріали синтетичні для армування асфальтобетону. Методи випробування.
3. EN ISO 10318:2005 Geosynthetics – Terms and definitions (Геосинтетики. Терміни і визначення).
4. ВБН В.2.3-218-171-2002 Споруди транспорту. Спорудження земляного полотна автомобільних доріг.
5. ВБН В.2.3-218-186-2004 Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу.
6. ГБН В.2.3-218-007:2012 Екологічні вимоги до автомобільних доріг. Проектування.
7. Резнік О.М. Актуальність проблеми аквапланування в дорожньому будівництві / О.М. Резнік, А.О. Белятинський // Містобудування та територіальне планування: наук.-тех. зб. – 2012. – Вип. 45 у 3 частинах. – Частина 3. – С. 97 – 101.
8. Резнік О.М. Врахування виникнення аквапланування при оцінюванні безпеки руху автотранспорту / О.М. Резнік, Ю.С. Ремига // Вісник Інженерної академії України. – 2018. – №2. – С. 166 – 171.
9. Резнік О.М. Проектування автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата архітектури. Київ. НАУ, 2019.
10. ГБН В.2.3-218-551:2011 Споруди транспорту. Автомобільні дороги загального користування. Капітальний ремонт. Вимоги проектування.
11. СОУ 45.2-00018112-006:2006 Безпека дорожнього руху. Порядок огороження та організація дорожнього руху в місцях проведення дорожніх робіт з будівництва, реконструкції, ремонту та утримання автомобільних доріг.

12. П Г.1-218-113:2011 Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України.
13. ВБН В.2.3-218-189-2005 Споруди транспорту. Влаштування неукріплених та укріплених щелебевих і гравійних шарів основ дорожніх одягів.
14. МР 218-02070915-232-2003 Методика розрахунку нежорстких дорожніх одягів з армуючими прошарками.
15. ВБН В.2.3-218-008-97 Споруди транспорту. Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів.
16. Геосинтетика. Метод визначення товщини за обумовленими тисками. Частина 1. Окремі прошарки: ДСТУ EN ISO 9863-1:2008 (EN ISO 9863-1:2005, IDT). [Чинний від 01.10.2007]. Київ: Держстандарт України, 2008. 8 с. (Національний стандарт).
17. Геосинтетика. Метод випробування для визначення поверхневої щільності геотекстилю та віднесених до геотекстилю виробів: ДСТУ EN ISO 9864:2008 (EN ISO 9864:2005, IDT). [Чинний від 01.10.2007]. Київ: Держстандарт України, 2008. 7 с. (Національний стандарт).
18. Геосинтетика. Метод відбирання проб і готування випробних зразків: ДСТУ EN ISO 9862:2008 (EN ISO 9862:2005, IDT). [Чинний від 01.01.2009]. Київ: Держстандарт України, 2012. 7 с.
19. Геосинтетические материалы от «АРЕАН-Геосинтетикс». Дороги. 2013. № 3. С. 84-85.
20. EN 12225:2000 Geotextiles and geotextile-related products – Method of determining the microbiological resistance by soil burrial test (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Метод визначення мікробіологічної стійкості закопуванням у ґрунт).
21. EN ISO 9862:2005 Geosynthetics – Sampling and preparation of test specimens (Геосинтетика. Відбирання проб і готування зразків).
22. EN ISO 10319:2008 Geotextiles – Wide-width tensile test (Геотекстиль. Випробування на міцність при розтягненні широкої смуги) .

23. EN ISO 10321:2008 Geotextiles – Tensile test for joints/seams by wide-width method (Випробування стиків/швів на міцність при розтягненні широкої смуги).
24. EN ISO 10722-1:1998 Geotextiles and geotextile-related products – Procedure for simulating damage during installation – Part 1: Installation in granular materials (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Методика моделювання пошкодження під час укладання. Частина 1: Укладання в зернистих матеріалах).
25. EN ISO 11058:1999 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water permeability characteristics normal to the plane, without load (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Визначення характеристик водопроникності перпендикулярно до площини без навантажування).
26. EN ISO 12236:2006 Geotextiles and geotextile-related products – Static puncture test (CBR-test) (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Статичне випробування на проколювання (CBR-випробування)).
27. EN ISO 12956:1999 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of the characteristic opening size (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Визначення характерного розміру отворів).
28. EN ISO 12957-1:2005 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of the friction characteristics – Part 1: Direct shear test (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Визначення характеристик тертя. Частина 1: Випробування прямим зсувом).
29. EN ISO 12957-2:2005 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of the friction characteristics – Part 2: Inclined plane test (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Визначення характеристик тертя. Частина 2: Випробування нахиленим зсувом).
30. EN ISO 12958:1999 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water flow capacity in their plane (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Визначення водопропускну здатності в їх площині).

31. EN ISO 13431:1999 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of tensile creep rupture behaviour (Геотекстиль та віднесені до геотекстилю вироби. Визначення поведінки повзучості при розтягненні і розриванні).

32. Bezuijen A., Pilarczyk K. W. Geosynthetics in hydraulic and coastal engineering (The use of geotextiles in coastal and hydraulic engineering: filters, revetments and sand filled structures), EUROGEO 5, Educational session, Technical Report, 2012, 24 p.

33. Dominique Kay, Eric Blond, Jacek Mlynarek. Geosynthetics durability: a polymer chemistry issue. 57th Canadian geotechnical conference, 5th Joint CGS/IAN-CNC conference. Quebec, Canada, 2004. 14 p.

34. Geosynthetics in civil engineering / Edited by R. W. Sarsby. CRC Press, Cambridge, England, 2007, 308 p.

35. Geotextile Fabric Application. URL: <http://www.erosionpollution.com/geotextile-fabric-application.html> (дата звернення 20.11.2019).

36. Giroud J. P. Development of criteria for geotextile and granular filters. 9th International Conference on Geosynthetics, Guaruja, Brazil, May 2010, 20 p.

37. Hagi A K: Experimental Analysis of Geotextiles & Geofibres Composites, WSEAS Book Press Publishers, 2007.

38. Juta, a.s. URL: <http://www.juta.cz/> (дата звернення 20.11.2017).

39. Karaguzel B. Kayaoglu. Characterization of air permeability behavior of needle-punched nonwoven fabrics, *Tekstil*, 2012. Vol. 61 (1-6), pp. 33-40.

40. Kopitar D., Skenderi Z., Rukavina T. Impact of calendaring process on nonwoven geotextiles hydraulic properties. *Textile Research Journal*, 2014, 84(1), pp. 66-77. DOI: 10.1177/0040517513485627.

41. Mitra Aniruddha, Cybulska Maria, Goswami Bhuvnesh C. Deformation Behavior and Structural Mechanics of Needle Punched Nonwovens. School of Textiles, Fiber and Polymer Science, Clemson University, USA. URL:

<http://www.tappi.org>. (дата звернення 20.11.2019).

42. Natural-Fiber Erosion-Control Fabrics URL: <https://www2.buildinggreen.com/article/natural-fiber-erosion-control-fabrics>. (дата звернення 20.11.2017).

43. Pelyk L.V., Vasylechko V.O., Kyrychenko O.V. Polyester geotextiles for landscape design. Sixteenth Polish-Ukrainian Symposium on Theoretical and Experimental Studies of Interfacial Phenomena and their Technological Applications (Lublin, Poland, August 28-31, 2018). Lublin, Bema Graphics S. C., 2018. P. 117.

44. Rawal, A., Shah, T. and Anand, S.C (2010), Geotextiles: Production, Properties and Applications, *Textile Progress*, Vol. 42, Issue 3, 181-226.

45. Saathoff F. Effects of stretched geotextiles in contact with soil. 14th International conference of soil mechanics and foundation engineering, Hamburg, pp. 1781-1784.

46. Selection of Fiber for Geotextiles. URL: <http://textilelearner.blogspot.com/2012/12/selection-of-fiber-for-geotextiles.html>. (дата звернення 22.11.201+).

47. Shobha K. Bhatia. Geotextile engineering. Application in civil and environmental engineering. ASCE Expo, 2012, 26 p.

48. Shukla S. K. An introduction to Geosynthetic engineering. CRC Press, Taylor & Francis Group, London, UK, 2016, 451 p.

49. TERRAM Fiberweb Geosynthetics Ltd. URL: <http://www.terram.com/>. (дата звернення 22.11.2019).

50. Todd Rivas. Erosion Control Treatment Selection Guide, USDA, 2006, 64 p.

51. TYPAR Weather Protection System. URL: <http://www.typar.com>. (дата звернення 24.11.2019).

52. Zarijs A. System analysis of information selection and processing for driving task / A. Zarijs // *The Baltic journal of Road and bridge Engineering*. – 2011. – 6 (1). – P.12-16.

ВІДГУК

керівника кваліфікаційної роботи

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Алієв Владислава Вагіфовича
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Оцінка ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг» _____

Виконана згідно до завдання, відповідає темі, містить _____ листа
(не згідно) (не відповідає)

графічного матеріалу і пояснювальну записку з 91 сторінки, підписана консультантами і має рецензію.

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством (організацією) _____

Слід визначити, що тема магістерської роботи є актуальною тому що в роботі виконаний аналіз ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг. Наведені та проаналізовані методи оцінки безпеки руху автомобілів на дорозі, вивчено особливості експлуатації автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем безпеки аквапланування. _____

2. Глибина обґрунтувань прийнятих рішень (повнота розрахунків, наявність багатоваріантності) _____

У кваліфікаційній роботі наведена оцінка ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг. Встановлено, що основними транспортно-експлуатаційними показниками при експлуатації автомобільних доріг з підвищеним рівнем безпеки аквапланування є: міцність, рівність, шорсткість та коефіцієнт зчеплення покриття. _____

3. Загальний рівень підготовки та ерудиції здобувача ступеня вищої освіти «магістр» _____
відповідає прийнятим вимогам

4. Творчий потенціал і ступінь самостійності студента у вирішенні поставлених задач на достатньому професійному рівні _____

5. Науковий рівень (для робіт дослідницького характеру) та глибина експериментальних досліджень виконано у повному обсязі та відповідає вимогам _____6. Застосування сучасних системних та інформаційних технологій, фізичного або математичного моделювання, наявність обґрунтування вибору типу БОМ, застосування стандартних та оригінальних програм, наявність аналізу результатів та їх використання у роботі кваліфікаційна робота магістра виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій та сучасних нормативних документів _____7. Відповідність оформлення до вимог діючих стандартів оформлено згідно норм та стандартів _____

8. Дотримання студентом графіка виконання роботи _____ дотримано

9. Наукова цінність роботи, практична значимість _____

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: досліджені причини існування ділянок з підвищеним рівнем безпеки аквапланування на автомобільних дорогах; проаналізовані та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності автомобільних доріг; проаналізована нормативна база та результати досліджень щодо сучасних методів попередження виникнення явища аквапланування; досліджені причини існування ділянок з підвищеним рівнем безпеки аквапланування; наведені транспортно-експлуатаційні показники дорожнього одягу і покриття, що знижують рівень безпеки аквапланування з визначенням міцності, рівності і коефіцієнта зчеплення. _____

Практичне значення одержаних результатів полягає у досліджені та узагальнені методичних підходів, що спрямовані на підвищення надійності автомобільних доріг; досліджені причини існування ділянок з підвищеним рівнем безпеки аквапланування; наведені транспортно-експлуатаційні показники дорожнього одягу і покриття, що знижують рівень безпеки аквапланування з визначенням міцності, рівності і коефіцієнта зчеплення. _____

10. У кваліфікаційній роботі магістра можна відмітити такі недоліки: _____

Як побажання слід висловити наступне: бажано було б доповнити роботу дослідженнями транспортно-експлуатаційних якостей дороги, дорожнього покриття, елементів інженерного обладнання, що безпосередньо впливають на умови руху, але приведені зауваження не впливає на якість виконання роботи _____

Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана на відповідальному рівні

і при відповідному захисті заслуговує на оцінку:

кількість балів 95 національної визначно ЄКТС A

Керівник

к.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь)(підпис)Фосташенко О.М.
(ПІБ)

Рецензія

здобувача рівня вищої освіти «другий (магістерський)» Алієв Владислава Вагіфовича
(П.І.Б.)

Кваліфікаційна робота на тему: «Оцінка ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг»

Кваліфікаційна робота магістра виконана згідно до завдання відповідає темі,
(не) згідно не (відповідає)

містить листа графічного матеріалу і пояснювальну записку з 91 сторінки.

1. Актуальність теми (повнота постановки проблеми, формування проблеми та її значимість, постановка завдань досліджень) Слід визначити, що тема магістерської роботи є актуальною тому що в роботі виконаний аналіз ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг. Наведені та проаналізовані методи оцінки безпеки руху автомобілів на дорозі, вивчено особливості експлуатації автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування.

2. Ступінь науковості роботи (широта вивчення результатів досліджень за проблемою, методика дослідження, наявність елементів наукової новизни та ступінь їх розробки)

У кваліфікаційній роботі виконаний аналіз ефективних конструктивних заходів з ліквідації ризику виникнення аквапланування автомобільних доріг. Наведені та проаналізовані методи оцінки безпеки руху автомобілів на дорозі, вивчено особливості експлуатації автомобільних доріг на ділянках з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування.

Встановлено, що основними транспортно-експлуатаційними показниками при експлуатації автомобільних доріг з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування є: міцність, рівність, шорсткість та коефіцієнт зчеплення покриття.

Наукова цінність роботи одержаних результатів полягає в наступному: досліджені причини існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування на автомобільних дорогах; проаналізовані та узагальнені методичні підходи спрямовані на підвищення надійності автомобільних доріг; проаналізована нормативна базу та результати досліджень щодо сучасних методів попередження виникнення явища аквапланування; досліджені причини існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування; наведені транспортно-експлуатаційні показники дорожнього одягу і покриття, що

знижують рівень небезпеки аквапланування з визначенням міцності, рівності і коефіцієнта зчеплення.

3. Якість подачі матеріалу роботи (ступінь взаємозв'язку розділів роботи, застосування комп'ютерних технологій, чіткість і технічна грамотність оформлення роботи, науковий стиль викладення матеріалу)

Магістерська робота виконана за допомогою сучасних комп'ютерних технологій. Усі розділи магістерської роботи оформлені згідно норм та відповідають вимогам, що висуваються до магістерських робіт. Розділи взаємозв'язані один з одним, чітко та технічно грамотно оформлені. Науковий стиль викладення матеріалу – виконано у повному обсязі та відповідає вимогам, що висуваються до магістерської роботи.

4. Практична значимість результатів роботи (рівень реальності результатів та пропозицій, техніко - економічні показники запропонованих рішень, наявність публікацій за темою роботи)

Практичне значення одержаних результатів полягає у дослідженні та узагальненні методичних підходів, що спрямовані на підвищення надійності автомобільних доріг; досліджені причини існування ділянок з підвищеним рівнем небезпеки аквапланування; наведені транспортно-експлуатаційні показники дорожнього одягу і покриття, що знижують рівень небезпеки аквапланування з визначенням міцності, рівності і коефіцієнта зчеплення.

5. Недоліки кваліфікаційної роботи магістра: в роботі відсутні порівняння транспортно-експлуатаційних якостей дороги, дорожнього покриття, елементів інженерного обладнання, що безпосередньо впливають на умови руху.

6. Кваліфікаційна робота магістра у цілому виконана (ний) на відповідальному рівні і заслуговує оцінки:

кількість балів 96

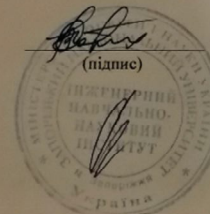
за національною шкалою Відмінно

за шкалою ЄКТС A

Рецензент к.т.н., доцент кафедри міського будівництва і господарства

Запорізького національного університету

(посада, місце роботи)



(підпис)

Савін В.О.
(П.І.Б.)