

УДК 625.7/8;711.7(045)

Резнік О.М., д.т.н., професор Белятинський А.О.,
Національний авіаційний університет, м. Київ

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ АКВАПЛАНУВАННЯ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ

Досліджено вплив глибини шару води на швидкісні режими руху автомобілів і, як наслідок, на проектування та експлуатацію автомобільних доріг.

Ключові слова: аквапланування, проектування, експлуатація, середнє квадратичне відхилення швидкості вільного руху.

Достатньо великі темпи зростання швидкості автомобілів на автошляхах зумовлює актуалізацію такої важливої проблеми, як аквапланування. На Харківській конференції 2011 року, що була при свячена проблемам руху автотранспорту в Україні було встановлено, що середня швидкість на автошляхах високих категорій становить 150 км/год, а номінально можлива нині 235 км/год. З кожним роком швидкість автомобілів прогнозовано зростатиме. В результаті вона зрівняється з швидкістю посадки (зльоту) літаків на аеродромах (100-300 км/год).

Ось, наприклад, автомобіль рухається по дорозі, покритій шаром води (дощ, великі калюжі) або водно-грязьової "каші". Кожна шина постійно видавлює рідку субстанцію із плями контакту, жене перед собою водяний вал. Випробування показали, що тиск у цьому валу доходить до 2 bar. Висота його може бути від 1 до 3 см. Приймавши середню ширину протектора легкової шини рівною приблизно 15 см, можна стверджувати, що зусилля, з яким водяний клин вдавлюється між шиною й дорогою, може досягти 30-40 кг. До якогось моменту шина успішно видавлює клин води й створює пляму контакту з дорожнім полотном. Ефективність цього процесу залежить від трьох факторів: рельєфу протектора, товщини водяної плівки на дорозі й швидкості руху автомобіля. Всі ці фактори дуже тісно взаємопов'язані.

Під час проектування та експлуатації автомобільних доріг в районах з високою інтенсивністю злив потрібно виконувати перевірку ділянок дороги на можливість аквапланування автомобілів, визначаючи критичну швидкість початку аквапланування за розрахунковими формулами в залежності від товщини плівки води на покритті, шорсткості ділянки та інших факторів.

У різний час наукові школи в галузі автомобільних доріг очолювали: професори Ю. Метсон, Ф. Хейт, В. Адамс, Р. Дональд, Г. Вілер, М.М. Іванов,

М.В. Орнатський, О.К. Біруля, М.І. Волков, Я.А. Калузський, І.О. Романенко, В.Ф. Бабков, Я.В. Хом'як, О.А. Білятинський та їхні учні.

Теорія стоку і практичні методи його розрахунку розвивалися і вдосконалювалися завдяки працям М.Є. Долгова, М.М. Протодьяконова, Є.В. Болдакова, М.М. Чегодаєва, О.В. Андрєєва. Помітний внесок в розробку цього питання зробила кафедра гідравліки Національного транспортного університету (професор В.О. Большаков, доцент О. А. Курганович).

Проведені дослідження вказують, що число ДТП на слизькому покритті в 2-2,5 разів вище числа ДТП на чистому сухому і шорсткому покритті. У середньому біля 47% ДТП із усіх пригод, пов'язаних з дорожніми умовами, відбувається з причини недостатнього зчеплення шин з покриттям дороги. На автомагістралях цей показник досягає 60-63%. Тому в процесі проектування та експлуатації доріг важливо підвищити зчпні якості слизьких покриттів, що дозволяє значно зменшити число і тяжкість ДТП.

Важливе місце займають погодно-кліматичні фактори та природні умови району будівництва доріг теж формують принципи проектування земляного полотна і критерії його міцності та стійкості, що враховується при прогнозуванні виникнення процесу аквапланування.

Для оцінки впливу глибини шару рідини на швидкісні режими руху автомобілів була розроблена і реалізована на дорозі Івано-Франківськ – Надвірна – Яремче така методика спостережень. Вимірювання швидкостей вільного руху легкових автомобілів виконували паралельно (одночасно) на двох ділянках автомобільної дороги, однією з яких була ділянка з незабезпеченим водовідводом, а інша з правильним поперечним профілем (забезпеченою водовідводом). Швидкості руху легкових автомобілів на кожній ділянці вимірювали за умови трьох різних станів покриття. На ділянці з поганим водовідводом: на сухій та чистій проїзній частині; за умови вологого стану покриття, коли незначний шар рідини спостерігається на понижених ділянках та у вибоїнах, а на решті частини ділянок покриття є плівка води, яка не перевищувала 0,5 мм, що відповідало початку випадіння опадів; на мокрому покритті, коли понижені ділянки проїзної частини заповнені водою до такого рівня, за якого уріз води знаходився в точках водорозділу, і подальший випад опадів не збільшував товщину шару рідини.

Розраховували середню швидкість вільного руху, дисперсію, та середнє квадратичне відхилення швидкості вільного руху по черзі відповідно при трьох станах покриття.

- середня швидкість вільного руху

$$V_{\text{ср}} = u_{\text{ср}} - a \left(\frac{M}{n} - 1 \right)$$

- дисперсія

$$\sigma_v^2 = \frac{d^2}{(n-1) \left(2 \sum T - M - \frac{M^2}{n} \right)}$$

- середнє квадратичне відхилення швидкості вільного руху

$$\sigma_v$$

Таблиця 1.

Середні значення і середні квадратичні відхилення швидкостей вільного руху легкових автомобілів на ділянках із забезпеченим водовідводом

Ділянка дороги Івано-Франківськ – Надвірна – Яремче	Середні швидкості і середні квадратичні відхилення швидкостей за умови стану покриття:		
	сухому	вологовому	мокрому
На ділянці із забезпеченим водовідводом	=85,2 км/год =9,5 км/год	=65,7 км/год =9,7 км/год	=56,8 км/год =9,2 км/год h=3 мм
На ділянці із незабезпеченим водовідводом	=59,8 км/год =8,5 км/год	=49,4 км/год =10,0 км/год	=30,8 км/год =8,4 км/год H=8,9 мм

Аналіз аквапланування автомобілів Mercedes та AUDI A4, згідно з запропонованою методикою, показав, що явище аквапланування починає діяти на ці моделі автомобілів, якщо швидкість становить 92 км/год, на товщині шару рідини 10 мм, та при швидкості 73 км/год на товщині плівки 20 мм. Наведені результати добре відповідають експериментальним даним, встановленими в ПАР на полігоні Gerotek А. Давидовим та О. Растегаєвим. Згідно їх даних, явище аквапланування починає діяти на автомобілі Mercedes та AUDI при швидкості $V=94$ км/год на товщині плівки 10 мм та 70,7 – 77,4 км/год при товщині плівки 20 мм.

Отже, представлена вище модель може застосовуватись під час зіставлення проектів нових доріг, проектів ремонту та реконструкції існуючих доріг з незабезпеченим стоком води з покриття.

Рух транспортних засобів і вплив природних факторів поступово погіршують початкову рівність покриттів та геометричні характеристики поздовжнього та поперечного профілів. Це призводить до зниження фактичної швидкості руху, динамічним ударами коліс транспортного засобу об нерівності покриття та безладних поштовхів, які розгойдують автомобіль.

Нерівності, як правило, впливають на міцність конструкції, а також на можливість аквапланування. Особливо часто процес аквапланування виникає на ділянках просідання покриття (западни, колії). Існуючі моделі з оцінки можливості аквапланування автомобілів не враховують вплив нерівностей покриття на процес спливання коліс. Тому важливим є завдання розроблення

моделі, яка б враховувала вплив параметрів нерівностей на вірогідність аквапланування.

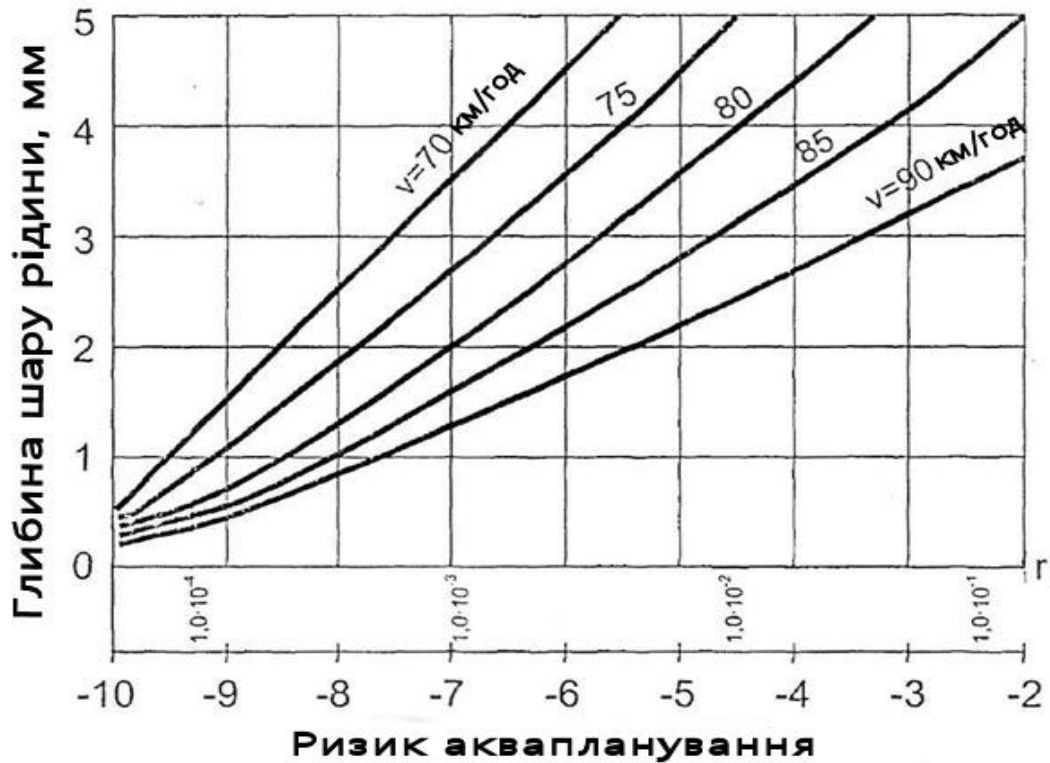


Рис. 1. Залежність ризику виникнення аквапланування від товщини плівки рідини.

Одним з можливих шляхів попередження цього явища є встановлення знаків обмеження швидкості руху автомобілів на ділянках можливого виникнення аквапланування.

Отже, проектування доріг слід направити на досягнення високих транспортно-експлуатаційних якостей дороги при мінімумі матеріальних затрат і матеріаломісткості будівництва. Правильно запроектована дорога зумовлює безпеку руху як поодиноких автомобілів із розрахунковими швидкостями, так і транспортних потоків із високими рівнями зручності, навіть у найнапруженіші періоди роботи доріг. Надійність і строки служби земляного полотна, дорожніх одягів і штучних споруд збільшуються при високій ефективності капітальних вкладень у будівництво автомобільних доріг.

Література

1. Белятинський А.О. Математичне моделювання процесів стоку // Автошляховик України. — 2002. — № 5. — С. 101-103.
2. Белятинський А.О. Наукові методи оцінки гідрологічної ситуації на мостових переходах в гірських умовах Карпат: Моногр. — К.: ЛДЛ, 2007. — 128 с.

3. Бируля А.К. Эксплуатация автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1966. – 326 с.
4. Білятинський О.А. Російсько-український словник автодорожника. 2-ге видання, доповнене. – К.: Вища школа, 1999. – 235 с.
5. Большаков В.А., Курганович А.А. Расчеты стока и отверстий малых мостов и труб. — К.: Будівельник, 1966. — 151 с.
6. Гірські автомобільні дороги України / Під ред. В. О. Герасимчука. — Коломия, 1998. — 348 с.

Аннотация

В работе было исследовано влияние глубины слоя воды на скоростные режимы движения автомобилей и, как следствие, на проектирование и эксплуатацию автомобильных дорог.

Ключевые слова: аквапланирования, проектирование, эксплуатация, среднее квадратическое отклонение скорости свободного движения.

Abstract

The paper was the influence of water depth at speeds of movement of cars and as a result, the design and operation of highways.

Keywords: aquaplaning, design, operation, standard deviation of the speed of free movement.