

Кугно Тетяна Володимирівна, ст. гр. ДЕ-31

Шкарлет Ірина, ст. гр. ДЕ-21

СТІЙКІСТЬ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПІД ВПЛИВОМ ПОРИВІВ ВІТРУ НА МАГІСТРАЛЬНИХ АВТОДОРОГАХ В УМОВАХ РОЗРИВІВ ПРИДОРОЖНІХ НАСАДЖЕНЬ

Будівництво автомобільних магістралей нового покоління має на увазі збільшення середньої швидкості руху і підвищення заходів щодо безпеки руху на них. З цього приводу особливу актуальність одержує аеродинаміка обтікання автотранспортних засобів, яка формується під дією метеорологічних умов поблизу автомагістралей, рози вітрів і якості аеропланування місцевості, прилеглої до автомагістралі.

Експериментальні закордонні дослідження [1] вказують на важливість врахування і зниження бічних поривів вітру на автомагістралі для підвищення безпеки руху.

Бокові пориви вітру можуть виникати як наслідок вільної турбулентності атмосфери на відкритих ділянках шосе, так і при перехрещенні автомобілем вітрової тіні від насаджень, штучних споруд, транспортного засобу великої довжини. Ці обставини при розв'язанні задач аеропланування зобов'язують використовувати додаткові вимірювання, або до моделювання параметрів в приземному шарі на висотах до 10 м.

В якості об'єкту моделювання обрано типову ділянку автомагістралі з варіантами придорожньої рослинності і поперечного рельєфу прилеглої місцевості. У обчислювальній області моделі досліджується рух повітря атмосфери, що описується рівняннями Нав'є-Стокса, усередненими по Рейнольдсу у наближенні нестисливого середовища. Моделювання

придорожньої рослинності ґрунтувалося на частинній проникливості зайнятих об'ємів. Висота насаджень в прикладах складала 10м; листя моделювалося, починаючи з висоти 0.5м. Вплив рослинності враховувався за допомогою джерельних членів в правих частинах рівнянь імпульсу у вигляді степеневі залежності [2]

$$F_i = -C_0 |v|^{(C_1-1)} v_i.$$

Для густого листя константи моделі склали відповідно $C_0 = 10$, $C_1 = 1$ у відповідності до експериментальних даних [2]. Згідно з рекомендаціями [2] в рівняння переносу кінетичної енергії турбулентності k впроваджувався джерельний член типу $F_k = v_i F_i$, в рівняння переносу ε - джерельний член типу $F_\varepsilon = C_k \varepsilon/k \cdot F_k$. Модель, що розглядається, інтерпретує вплив рослинності як однорідний ізотропний опір об'єму, додаткові члени в рівняннях моделі турбулентності збільшують виробництво турбулентності.

В прикладах поданої роботи ступінь турбулентності вхідного потоку не враховувався, вплив рельєфу враховувався у вхідному профілі швидкості. Моделювання виконане за допомогою програмного комплексу *MTFS*[®][3].

Результати моделювання типових ситуацій

На рис. 2,3 представлено епюри поперечної компоненти швидкості вітру на осьовій лінії магістралі для густого ($C_0 = 10$) і розрідженого ($C_0 = 5$) листя. Автомодельність результатів розрахунків за величиною швидкості вітру U_0 на віддаленні знаходилася у границях 5-15 м/с.

Аналіз висвітлює, що у відсутність насаджень незначні заглиблення рельєфу поблизу магістралі не впливають на епюру вітрового навантаження.

Насадження з великою густиною листя здатні знизити інтенсивність вітру на 80%, але при виїзді автомобілю на відкриту ділянку швидкість бокового вітру здатна зрости п'ятикратно. Разріджена рослинність, яка характеризується у два рази меншою ефективною густиною, неістотно змінює епюри швидкості, що реалізуються для густої рослинності у насадженнях.

Ефект розгону вітру в розривах насаджень найбільш сильно може проявлятися на мостових переходах, на перехрещеннях. Найгіршою аеродинамічною здатністю характеризується ділянка магістралі, що проходить по узвищенню над прилеглою місцевістю, при цьому зростання швидкості бічного вітрового навантаження відбувається завдяки прискоренню при обтіканні насипу, і залежить від крутизни насипу, висоти насаджень.

В поданому прикладі, у випадку, коли насадження перевершують узвищення дорожнього полотна приблизно на 5м, зростання швидкості досягає 25% швидкості вітрового навантаження на віддаленні, насадження можуть міняти швидкість бічного вітру у 2 рази. Результати розрахунків для насипу без насаджень відповідають даним експерименту [1].

Бокова силова дія на транспортний засіб від пориву вітру при п'яти - кратному зростанні вітру приводить до двадцяти п'яти кратного зростання динамічного тиску на бокову поверхню автомобіля і відповідному зростанню бокової сили. Наприклад, для малолітражного легкового автомобіля з боковою площею близько 3м² бокова сила може зрости на 350Н і більше. При русі такого автомобіля із швидкістю 90-110км/год фронт зростання вітрового пориву шириною до 2 метрів проходиться приблизно за 0.07 сек. Знижена реакція водія на таку несподівану бокову

силу може привести до помітного зносу автомобіля поперек дорожнього полотна.

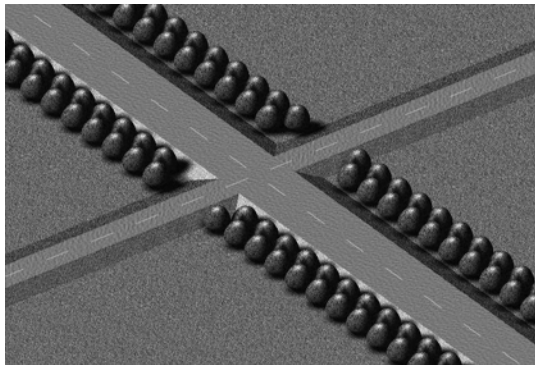


Рис. 1.Схема автомобільної магістралі і розміщення насаджень

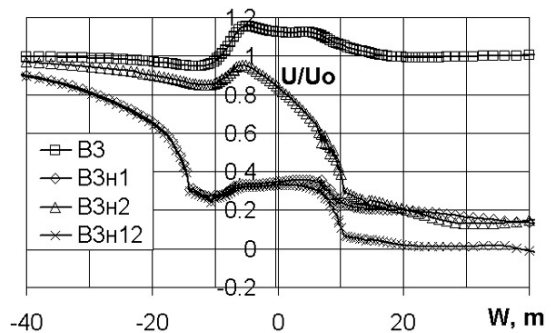
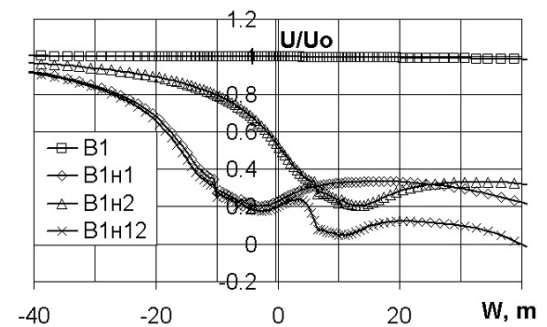
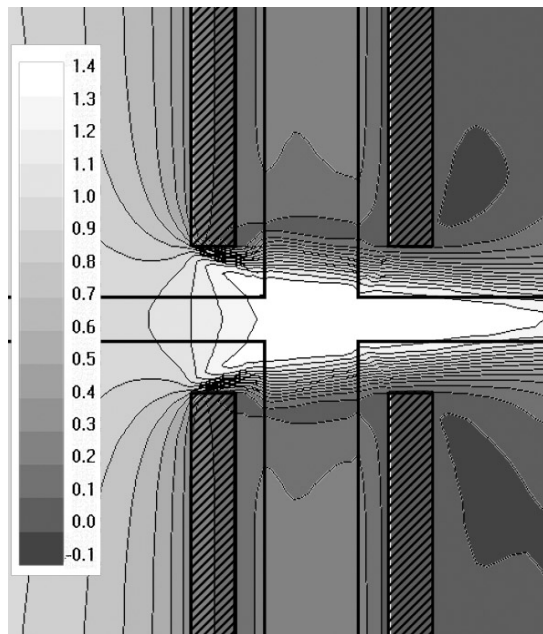


Рис.2. Поле швидкості вітру на висоті 2м на перехрещенні автомагістралей; (насадження заштриховане)

Рис.3. Швидкість вітру на висоті 2м на перехрещенні поперек автомагістралі вдовж ширини дорожнього полотна

Висновок

В роботі поставлено і розв'язано задачу про моделювання поривів вітру на автомобільних магістралях, що виникають у зв'язку з розривами насаджень удовж дорожнього полотна.

Оцінено ефект густини насаджень і висоти рельєфу автомобільної дороги над придорожньою місцевістю для типових насипів.

В перспективних дослідженнях за даною проблемою є необхідним врахування взаємодії пориву вітру з автомобілем, що рухається, удосконалення аеродинамічних моделей насаджень і моделювання турбулентності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Emmelmann H.J. Technologien für Sicherheit im Strassenverkehr, Einfluss der Luftkräfte auf Fahrdynamik, Unfalltrachtige Fahrsituationen. –S.308-311, TUV Rheinland GmbH, Köln, 1986.
2. Borrego C., Tchepel O., Costa A., Amorim J., Miranda A. Emission and dispersion modeling of Lisbon air quality at local scale. Atmospheric Environment, Vol. 37, pp. 5197-5205, 2003
3. Солодов В.Г., Стародубцев Ю.В. Научно-прикладной программный комплекс *MTFS*[®] для расчета трехмерных вязких турбулентных течений жидкостей и газов в областях произвольной формы. Сертификат гос. регистр. авт. прав, УГААСП, №5921, 07.16.2002

Науковий консультант: Солодов В.Г., зав. каф. теоретичної механіки і гідравліки.