

УДК 656.11

Степанчук О.В., к.т.н., доц.

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА БАГАТОСМУГОВИХ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЯХ

Національний авіаційний університет, olst.ph@mail.ru

У статті проведений аналіз та виявлені закономірності розподілення транспортних засобів по смугах руху на міських магістральних вулицях в залежності від кількості смуг руху в одному напрямку та особливостей їхнього завантаження.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, смуга руху, проїзна частина, пропускна спроможність, транспортний потік, транспортний засіб.

Вступ

Пропускна спроможність міських магістральних вулиць залежить від швидкості та інтенсивності руху, складу транспортного потоку та дорожніх умов. Для забезпечення умов ефективного функціонування проїзної частини міських магістральних вулиць необхідно виявити можливі резерви їхнього максимального можливого завантаження. Треба відмітити, що на швидкість транспортного потоку значно впливає процес перелаштування транспортних засобів з однієї смуги на іншу, особливо при щільному та частково пов'язаному режимі руху. Важливим при забезпеченні необхідної пропускної спроможності вулиці є виявлення закономірностей розподілення транспортних засобів (ТЗ) по смугах руху. Розподілення транспортних засобів по смугах руху дуже нерівномірне на усіх типах міських магістральних вулиць і залежить в основному від відстані до перехрестя, загальної інтенсивності та складу транспортного потоку. Як відомо, наявне число смуг руху повинно забезпечувати ефективну швидкість руху, низьку аварійність, мінімальні втрати часу, економічність та зручність руху.

Мета статті

Мета роботи полягає в аналізі проведеного обстеження щодо розподілення транспортних засобів по смугах руху в залежності від категорії міської вулиці та кількості смуг руху. Відповідне дослідження проводилося для виявлення закономірностей завантаження кожної смуги руху проїзної частини вулиці.

Аналіз досліджень і публікацій

Відповідні дослідження проводилися і були описані в роботах [1, 2, 3, 4], але всі названі роботи описують результати, що характеризують розподіл ТЗ по смугам руху саме на автомобільних дорогах. Результати, які аналізуються в даній статті, були отримані за даними спостережень, що проводилися кафедрою реконструкції аеропортів та автошляхів Національного авіаційного університету на магістральних вулицях міста Києва.

Постановка завдання

Важливою характеристикою роботи магістральної вулиці є розподілення транспортних засобів по смугах руху, від якого залежать умови їхнього маневрування на перегонах та перехрестях.

Основними показниками, що відтворюють вимоги, які ставляться при визначенні числа смуг руху на перегонах багатосмугових вулиць і доріг, є забезпечення оптимального рівня зручності руху. Одним із критеріїв, що характеризує оптимальний рівень зручності руху, є коефіцієнт завантаження проїзної частини вулиці рухом, який при оптимальному рівні зручності визначається економічністю руху й оптимальною емоційною напруженістю водія. На ці показники значно впливає завантаженість проїзної частини транспортними засобами.

Викладення основного матеріалу дослідження

Головним завданням проведеного експерименту було визначення закономірностей розподілення транспортних засобів по смугах руху, враховуючи вплив кількості смуг руху на проїзній частині вулиці та особливості розподілу транспорту.

Спостереження проводилося, враховуючи окремо вулиці, які мають чотири, три та дві смуги руху (в одному напрямку).

На двох смугових міських магістральних вулицях завантаженість смуг руху транспортними засобами розподілилася наступним чином: перша смуга складала 37,1% від усіх транспортних засобів, що рухався в

одному напрямку; друга смуга руху – завантаженість складала 62,9% транспортних засобів. Внаслідок проведеного обстеження отриманий результат підтверджує, що показник завантаження другої смуги руху більший на 1,56 по відношенню до першої. Так, фактична пропускна спроможність другої смуги вища в 1,6 рази.

Відповідно до складу транспортних засобів розподіл по смугах руху проїзної частини вулиць наступний: легкові транспортні засоби, що рухались по першій смузі, склали 25,6%, по другій смузі - 74,4%; вантажні автомобілі розподілилися наступним чином: перша смуга - 60%, на другій смузі - 40%; розподілення громадського пасажирського транспорту складало для першої смуги 76,9%, для другої смуги руху - 23,1% (рис.1.). Склад транспортного потоку: легкові транспортні засоби складають 91,7% від загальної кількості транспорту; громадський транспорт - 6%; вантажний транспорт - 2,3%.

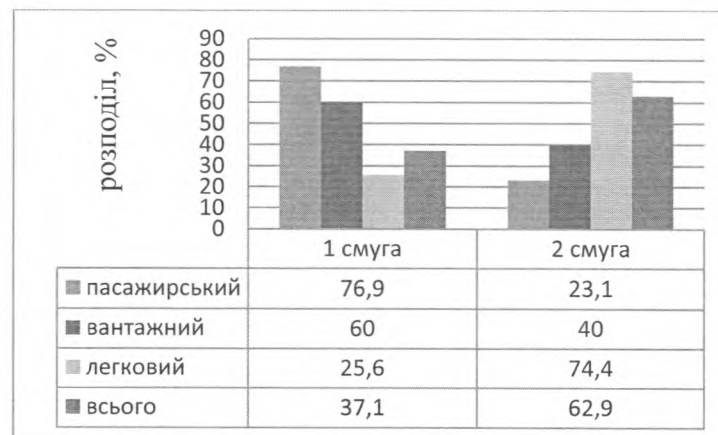


Рис. 1. Діаграма розподілення ТЗ по смугах руху (дві смуги) на вулицях в м. Києві

Коефіцієнт кореляції отриманих нами даних склав 0,145, що вказує на існування слабого зв'язку між інтенсивністю руху ТЗ та їхнього розподілення по смугах. Але треба відмітити, що для автомагістральних доріг, відповідно до даних отриманих у роботах [4, 5], коефіцієнт кореляції склав 0,7711[4] і 0,7656[5].

Отримані результати показують, що характер взаємодії транспортних засобів по двох смугах руху (в одному напрямку) для міських магістральних вулиць суттєво не змінюється від зміни інтенсивності руху на них. Але потрібно відмітити, що на основі отриманих спостережень за магістральними вулицями міста Києва, які мають по дві смуги руху в одному напрямку, а саме, коли ТЗ рухаються в умовах щільного потоку, то розподіл руху для першої смуги складає 49% а для другої 51%. Виникає майже рівномірний розподіл.

Треба також відмітити, що значний вплив на розподіл транспортних засобів по смугах руху (при умові двох смуг в одному напрямку) має громадський транспорт, що рухається в одному напрямку з потоком. Для центральної зони міста, де кількість громадського пасажирського транспорту складає 10-15% від усіх ТЗ, розподілення має такий вигляд: 22-26% по першій смузі та 74-78% ТЗ - по другій смузі руху. Значна відмінність в розподіленні транспортних засобів на міських магістральних вулицях і автомобільних дорогах пояснюється тим, що на розподілення транспортних засобів по міських вулицях, які мають дві смуги руху (в одному напрямку), значно впливає рух громадського транспорту у потоці, наявність перехресть, які дозволяють виконувати повороти, ТЗ, який здійснив зупинку або стоянку у першій смузі руху.

Обробка даних експериментальних досліджень показала, що на трьох смугових міських магістральних вулицях транспортні засоби розмістилися наступним чином, а саме: перша смуга руху - по ній проїздить 20,6% від усіх транспортних засобів, що рухаються в одному напрямку, друга смуга руху пропускає 43,4% ТЗ, третя смуга - 36,0%. Враховуючи розподіл транспортних засобів по смугах руху, відповідно до їхнього складу, показники розподілилися наступним чином: для легкових транспортних засобів - по першій смузі здійснювали рух 18,0% ТЗ, по другій смузі - 43,7%, по третій - 38,3%; вантажні автомобілі рухалися також наступним чином: перша смуга - 40,2%, друга смуга - 57,8% і третя смуга - 2%; пасажирський транспорт (тролейбуси, автобуси, маршрутні таксі): по першій смузі руху - 65%, по другій смузі - 31,4%, по третій - 3,6% (рис. 2).

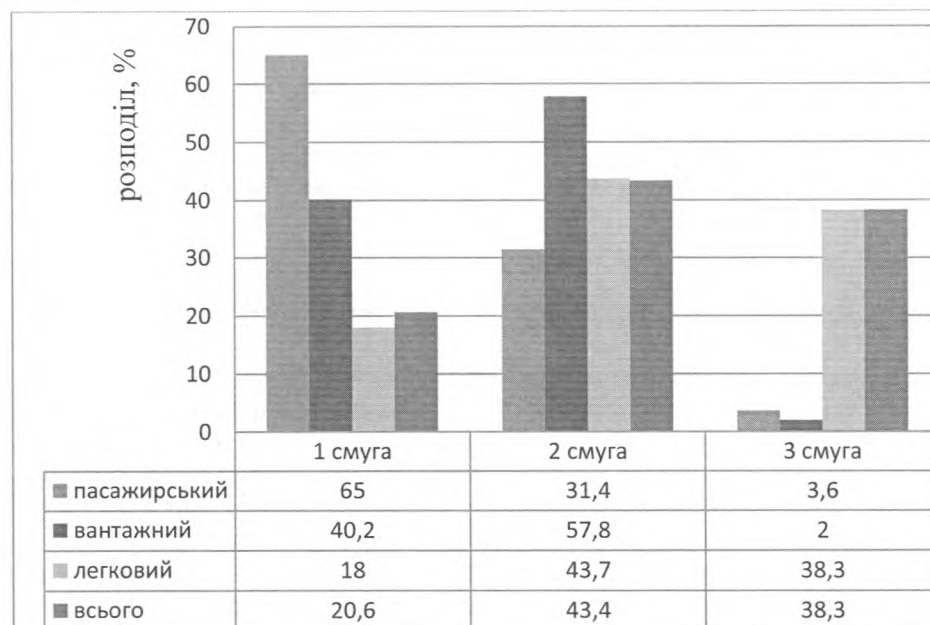


Рис. 2. Діаграма розподілення ТЗ по смугах руху (три смуги) на магістральних-вулицях у м. Києві

Необхідно сказати, що фактична інтенсивність руху ТЗ по другій смузі в 2,1 рази більша від першої смуги, а третьої у 1,75 рази більша першої та є меншою на 0,83 у порівнянні з другою смугою руху.

На ділянках магістральних вулиць, де громадський пасажирський транспорт був відсутній в транспортному потоці, розподіл по смугах руху був наступним: по першій смузі проїхало 25,7%, по другій - 41,9% і по третій - 32,4%. Різниця в зайнятості першої смуги склала 5,1% по відношенню до потоку, коли в ньому, зокрема, рухається і громадський пасажирський транспорт.

Використання проїзної частини транспортом показало, що при наявності пасажирського транспорту в черзі перед світлофором легкові автомобілі не бажають займати чергу за ним. Це пояснюється тим, що громадський транспорт рухається з меншою швидкістю і, зазвичай, відразу за перехрестям знаходяться зупинки, на яких пасажирський транспортний засіб повинен зупинитися. І тому в зоні розміщення зупинок громадського транспорту перша смуга легковим транспортом практично не використовується. Також необхідно відмітити, що, при наявності пасажирського транспорту більше 90% у першій смузі, вантажні автомобілі переходять у другу смугу руху, що потім становить більше 75% від загальної кількості вантажних ТЗ.

Проведені спостереження також підтверджують, що розміщені зупинки громадського транспорту, які не мають кишені для заїзду ТЗ, значно впливають на розподілення транспортних засобів по смугах руху, особливо на першій смузі руху, де показник розподілу знижується до 6-11%, в залежності від інтенсивності потоку.

З 2014 року в місті Києві почали відводити смуги руху для громадського пасажирського транспорту. За таких умов розподіл транспортних засобів отримав наступні показники: перша смуга (для громадського транспорту) -2,9% ТЗ від усього потоку, друга смуга - 45,2%, третя смуга - 51,9%. Вантажний транспорт зайняв другу смугу, і це склало 85,7%, третя смугу руху - 14,3% від загальної кількості транспортних засобів.

На завантаженість третьої смуги руху суттєвий вплив мала наявність регульованого перехрестя, де дозволено виконувати поворот ліворуч. Звідси, ТЗ розподілилися наступним чином: по першій смузі руху здійснено 20,0% усього руху транспорту, по другій - 52,6%, а по третій - 27,4% від усіх транспортних засобів, які рухалися в потоці. Це говорить про те, що у відповідних умовах спостерігається перерозподіл ТЗ на підході до перехрестя, а саме: завантаження у першій смузі зменшується в середньому на 3-5%, що є не суттєвим, у третій смузі - на 31 %, а у другій смузі руху спостерігається збільшення на 23%. Треба відмітити, що тенденція у визначенні смуги для руху перед регульованим перехрестям, де можна виконувати повороти ліворуч і праворуч, полягає в тому, що, під'їжджаючи до нього і при наявності в

колоні ТЗ, якому необхідно здійснити поворот, водій ТЗ, якому потрібно рухатися прямо, прагне перелаштуватися в середню смугу і при можливості виконує цей маневр.

Інтенсивність, що спостерігалася на трьохсмуговій проїзній частині, складала в середньому 1560 од/год. Транспортний потік за своїм складом включав легкові автомобілі (93,7%), вантажні транспортні засоби (1,7%) та пасажирський транспорт (4,6%).

На основі отриманих результаті, внаслідок проведеного дослідження, можна стверджувати, що зміна інтенсивності ТЗ, що рухаються у транспортному потоці, не має значного впливу на їхній розподіл по смугах руху.

На чотирьохсмуговій магістральній вулиці загальноміського значення безперервного руху при інтенсивності ТЗ приблизно 3500 од/год, де на ділянці відсутні ліві і праві повороти, спостерігався наступний склад потоку: легковий транспорт - 90,1%, вантажний - 5,1%, пасажирський - 4,3% від загальної кількості ТЗ у потоці. Транспортні засоби по смугах руху розподілилися наступним чином: по першій смузі рухалося 7,7%, по другій смузі - 19,6%, по третій смузі - 33,2% і по четвертій смузі рух здійснювала найбільша кількість ТЗ - 39,6% від усієї кількості. На основі отриманих показників можна визначити фактичний розподіл інтенсивності по смугах руху. Слід відмітити, що по другій смузі проїздить у 2,5 рази більше ТЗ ніж по першій смузі руху, по третій - у 4,3 рази і по четвертій - у 5,1 разів більше. Відношення проїзду ТЗ по третій та четвертій смугах руху склало 1,7 і 2,0 відповідно до другої смуги, а між четвертою та третьою - відповідний показник в середньому дорівнює 1,2.

Узагальнюючи результати виконаного спостереження можна зробити наступні висновки. В основному, легкові та вантажні автомобілі не займають першої смуги руху, за винятком, коли названим ТЗ необхідно виконати поворот праворуч або вони вливаються в потік з іншого напрямку, але й тоді вони на відстані 150-400м перелаштовуються в іншу смугу руху. По першій смузі, в основному, рухається громадський пасажирський транспорт.

По видах транспортних засобів розподіл відбувся наступним чином: для легкових автомобілів - по першій смузі 4,6%, по другій смузі - 17,2%, по третій - 34,6, по четвертій - 43,6% від усіх легкових автомобілів; для вантажних ТЗ - по першій смузі спостерігався рух 4,3%, по другій смузі - 59,4%, по третій - 35,2, по четвертій смузі - 1,0%; розподіл руху громадського пасажирського транспорту відбувся так: по першій смузі - 77,1%, по другій смузі - 21,6%, по третій - 1,3% і на четвертій - рух пасажирських ТЗ був повністю відсутній (рис. 3).

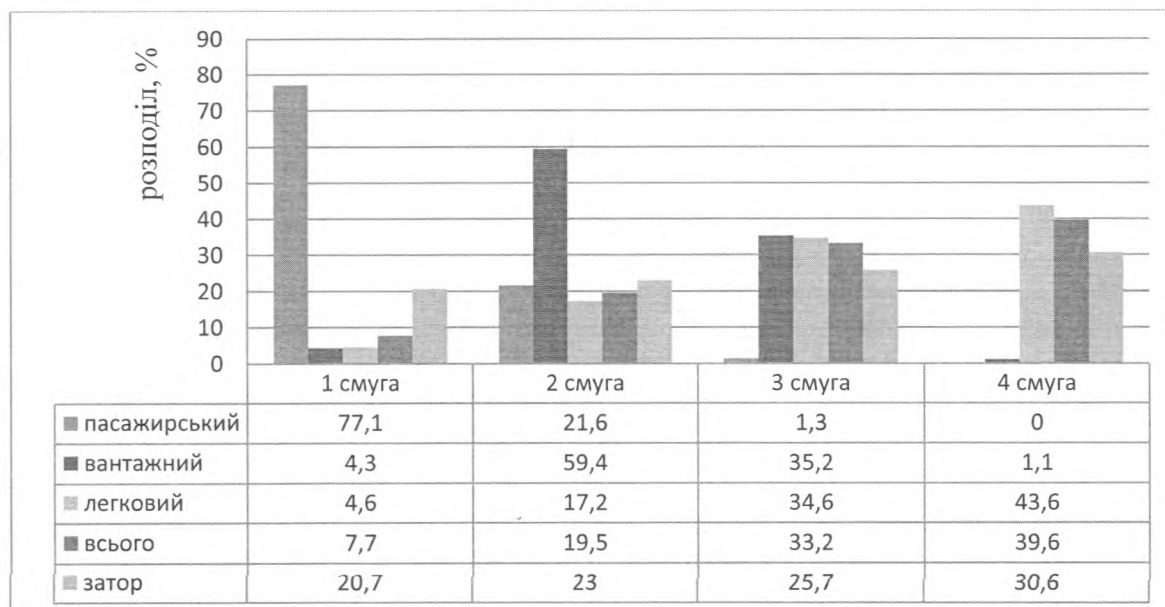


Рис.3. Діаграма розподілення ТЗ по смугах руху (чотири смуги) на магістральних вулицях загальноміського значення безперервного руху в м. Києві

Треба відмітити, що на відповідній ділянці вулиці при заторі розподілення транспортних засобів по смугах руху значно змінюється, а саме: по першій смузі рухається 20,7%, по другій смузі 23,0%, по третій 25,7%, четвертій – 30,6%. Це пояснюється тим, що при утворенні затору відбувається зниження швидкості руху (навіть до показника нуль) по усіх смугах руху, і тому легкові автомобілі починають ставати в чергу за вантажним та пасажирським транспортом, тим самим заповнюючи першу та другу смугу руху. При утворенні затору спостерігається збільшення кількості транспортних засобів на першій смузі на 13% і на другій на 3,5%, тим самим зменшуючи показники завантаження на третій (7,5%) та четвертій смузі (9,0%).

Щодо зміни розподілення ТЗ по смугах руху при заторовій ситуації відповідно до їхнього складу, то тут спостерігається наступна тенденція розподілу транспортних засобів по смугах руху : для легкових автомобілів - по першій смузі 18,7%, по другій смузі 21,3%, третій і четвертій, відповідно, 26,5% і 33,5%; для вантажних авто - по першій та четвертій смугах 7,7%, по другій 57,7% і третій 26,9; рух майже всього пасажирського транспорту - 99% - відбувався в першій смузі, тому що необхідність виконання зупинки для висадки та посадки пасажирів унеможливує цей процес із другої смуги.

Аналізуючи процес руху автомобілів по смугах проїзної частини міської магістральної вулиці, ми чітко бачимо, що нерівномірний розподіл ТЗ по смугах руху спостерігається при вільному, частково пов'язаному режимі руху ТП. Відповідно це і пояснює сутність ефективності використання проїзної частини. Треба відміти, що в даних умовах основні показники проїзної частини та фактори, які впливають на процес її функціонування, майже повністю є однаковими для всіх смуг руху на відповідній ділянці, зокрема це геометричні розміри кожної смуги (ширина проїзної частини, поперечний та поздовжній уклон, радіус вертикальної та горизонтальної кривої і т. п.), однаковими також є показники та властивості покриття (дорожнього одягу) і самої дорожньої конструкції, погодні умови, об'єкти навколишнього середовища і т. п. Вище у даній роботі було зазначено, що на сам розподіл значно впливає наявність запинок громадського транспорту, довжина перегону, кількість смуг руху, регульовані перехрестя, де дозволено змінювати напрям руху, і т.п.

Висновки.

На основі отриманих результатів щодо розподілення ТЗ по смугах руху можна встановити границі застосування окремих теоретичних моделей для опису закономірностей формування транспортних потоків на магістральних вулицях міста в залежності від кількості смуг руху.

Обстеження закономірностей руху транспортних засобів по багатосмугових вулицях і дорогах дозволяє удосконалити теоретичну базу їхнього проектування і розробити конкретні заходи по удосконаленню та покращенню умов руху на них.

На основі проведених спостережень та аналізу виконаної роботи можна зробити висновок, що розподілення ТЗ по смугах руху на магістральних вулицях міст не постійне і не має будь-якої залежності від інтенсивності потоку. Це необхідно враховувати в розрахунках пропускної спроможності і безпеки руху на відповідних ділянках вулиць.

Список літературних джерел

1. Запорожцева О.В. Взаємозв'язок інтенсивності, швидкості і щільності транспортних потоків на багатосмугових автомагістралях / В.І. Гук, О.В. Запорожцева // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 50. –С. 69–73.
2. Запорожцева О.В. Удосконалення принципів визначення пропускної спроможності багатосмугових автомагістралей: Дисертація кандидата технічних наук: 05.22 .11/ О.В. Запорожцева. – Харківський національний автомобільно-дорожній університет МОН України, Харків, -2016.-145 с.
3. Богданов О.І. Дослідження процесу розподілу руху по смугах багатосмугових міських магістралей / О.І. Богданов, С.В. Роман, С. С. Кизим. Містобудування та територіальне планування: зб. наук. праць – К.: КНУБА, -Вип. 23, 2006.– с 21-30.
4. Красников А.Н. Закономерности движения на многополосных автомобильных дорогах. /А.Н. Красников.- М.: Транспорт, 1988.-111 с.
5. Уткин А.В. и др. Распределение транспортных средств по полосам движения на участках переплетения./ А.В. Уткин, Нгуен Дао Зунг. Наука и техника в дорожной отрасли.-М.: МАДИ,- Вып.1, 2010.- с. 4-6.