

НУВГП

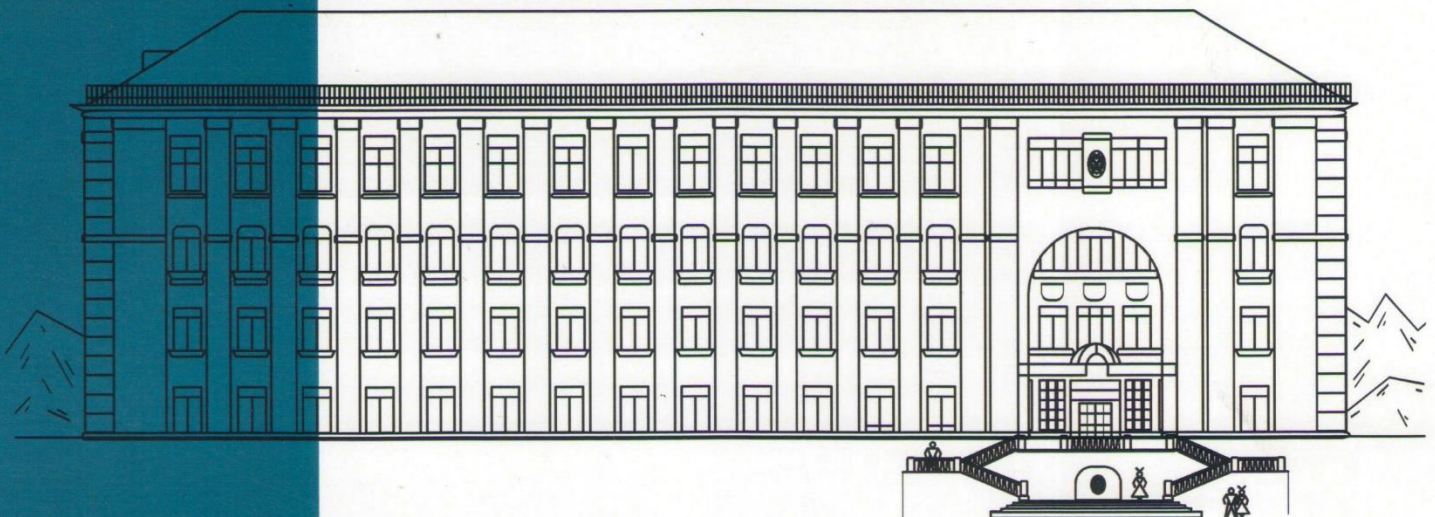


Національний університет
водного господарства
та природокористування

ЗБІРНИК ТЕЗ

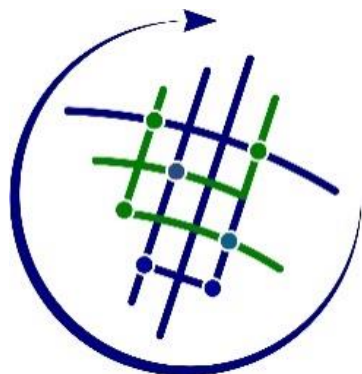
ДРУГА
ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ
МАШИНОБУДУВАННЯ ТА ЕФЕКТИВНОГО
ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ
СИСТЕМ»

9-11 ЛИСТОПАДА 2020 року



Рівне 2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**



INTERMARIUM
FUNDACJA

ДРУГА

**ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ
У СПІВПРАЦІ З ФОНДОМ INTERMARIUM**

**«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ МАШИНОБУДУВАННЯ ТА
ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ»**

9-11 ЛИСТОПАДА 2020р.

РІВНЕ – 2020

*Рекомендовано науково-методичною радою з якості
навчально-наукового механічного інституту
Національного університету водного господарства та природокористування
(протокол №4 від 10 листопада 2020 року)*

Рецензенти:

Савіна Н.Б., проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків Національного університету водного господарства та природокористування, д.е.н., професор;

Сорока В.С., проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи Національного університету водного господарства та природокористування, к.с.-г.н., доцент;

Марчук М.М., директор навчально-наукового механічного інституту Національного університету водного господарства та природокористування, к.т.н., професор;

Кравець С.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання Національного університету водного господарства та природокористування;

Кристончук М.Є., к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування;

Козяр М.М., д.п.н., професор, завідувач кафедри теоретичної механіки, інженерної графіки та машинознавства Національного університету водного господарства та природокористування.

Відповідальний за випуск:

Кристончук М.Є., к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу Національного університету водного господарства та природокористування.

Тези доповідей друкуються в авторській редакції.

Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, поданої в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думкою авторів на викладені проблеми.

Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем: матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції 9-11 листопада 2020 р. Рівне : НУВГП, 2020. 130 с. Електронне видання.

У збірнику представлені теоретичні та практичні результати напрацювань в царині інноваційних технологій в будівельному, дорожньому і сільськогосподарському машинобудуванні, ефективного функціонування транспортних систем, логістичного забезпечення транспортних процесів, технічної експлуатації і ремонту транспортних засобів, а також вітчизняного та зарубіжного досвіду підготовки фахівців у закладах вищої освіти, виконаних науково-педагогічними та науковими працівниками, докторантами, аспірантами та студентами закладів освіти, науки та інших організацій.

Посвідчення УкрІНТЕІ № 421 від 18.09.2020р.

© Національний університет водного
господарства та природокористування, 2020

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1 ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВЕЛЬНОМУ, ДОРОЖНЬОМУ І СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Глушук Назарій Нечидюк Анатолій	Модернізація охолоджувальної системи абсорбційної колони	8
Голотюк Микола Віскунець Владислав Степанюк Вадим	Виникнення динамічних навантажень в пружній системі машини	10
Дейнека Катерина Науменко Юрій Брошук Юрій Уляницький Сергій	Експериментальне визначення швидкісного діапазону обертання для автоколивного процесу подрібнення в барабанному млині	11
Кравець Святослав Лук'янчук Олександр	Визначення максимальної глибини транспортування ґрунту на денну поверхню при багатоярусній розробці	14
Макарчук Олександр Голотюк Микола	Особливості роботи гусеничного рушія лісозаготівельних машин	16
Налобіна Олена Гавриш Володимир Голотюк Микола	Розвиток робототехнічних комплексів при виготовленні гумоармованих гусениць	18
Паламарчук Дмитро	Кроковий двигун у системі керування механізмом зміни вильоту	20
Попов Станіслав Франк Тетяна	Підвищення абразивної стійкості опори ковзання	22

СЕКЦІЯ 2 ТРАНСПОРТНІ СИСТЕМИ

Buchak Nazar Krystopchuk Mykhailo	An improvement of a transport network parameters of public passenger transport on the basis of rational charts of motion of busses	24
Pochtaruk Vladyslav Makarichev Alexander	Optimization of route network of suburban passenger traffic	27
Богатчук Іван Прунько Ігор Семенів Анна	Визначення окремих показників транспортного процесу через кількість пасажиро-зупинок	29
Возняк Анатолій	Розвиток громадського електричного транспорту міста Луцьк	31
Горбачев Петр Ву Дык Минь Свичинский Станислав	Исследование закономерностей в значениях скорости автомобилей перед стоп-линией регулируемого перекрестка	34

Горяинов Алексей	Индивидуализация объектов на транспорте как эволюционный шаг в развитии транспортной науки	37
Дорошук Вікторія Демидюк Андрій	Показники оцінювання розвитку транспортної системи регіону	39
Коваленко Андрій	Методи прогнозування пересування населення	41
Ковтун Анастасія Літвінова Яна	Актуальність застосування розподільчих центрів при організації доставки вантажів в умовах великих міст	45
Линник Ірина Вакуленко Катерина Катасонова Наталія	Забруднення атмосферного повітря в місті Харкові та Харківській області	46
Макарчук Юлія	Вдосконалення мережі маршрутів пасажирських перевезень на території міста Рівне	49
Пахаренко Володимир Яценюк Микола Котик Богдан	Недоліки та проблеми в організації перевезення вантажів в сучасних умовах	51
Пашкевич Світлана Хігров Ігор Садовчук Олена	Дослідження факторів, що впливають на характеристики функціонування транспортної мережі міста	53
Почужевський Олег	Транспортні потоки у містах: формування та розподіл (на прикладі міста Рівне)	57
Хігров Ігор Коляда Дмитро	Функціонування транспортної мережі міста Дубно	60
Яценюк Микола Маліченко Володимир Котик Богдан	Недоліки організації пасажирських перевезень міста Рівне	64
СЕКЦІЯ 3		
МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ТА ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ		
Бучак Назар Кристочук Михайло	Моделювання транспортно-складських процесів	66
Івахнік Владислав	Методи формування матриць транспортних кореспонденцій	72
Новак Тетяна Михальчук Михайло	Моделювання процесів з використанням середовища FlexSim	75
Романовський Максим Макарічев Олександр	Якість пасажирських перевезень та міська логістика	77
Садовець Катерина	Дослідження загальних показників мобільності міста Рівне	81
Товарянський Володимир Ренкас Артур Руденко Дмитро	Оптимізація логістичних заходів в процесі ліквідації надзвичайної ситуації на об'єктах портової інфраструктури	83
Швець Володимир Михальчук Назарій	Транспортно-технологічні та логістичні схеми в організації інтермодальних перевезень	85

Швець Микола	Логістичні методи вибору різних видів транспорту за їх техніко-економічними особливостями	87
Шраменко Наталя Шраменко Владислав	Модель планування та організації розвізних маршрутів у містах в умовах нестаціонарності попиту	89

СЕКЦІЯ 4 БЕЗПЕКА ДОРОЖНЬОГО РУХУ

Гук Валерій Запорожцева Олена	Горизонтальна архітектура в організації безпечного руху в містах	90
Лесюк Олександр	Запобігання ДТП на пішохідних переходах	92
Любий Євген Горбачов Петро Белецька Ольга	Підхід щодо визначення затримок автомобілів на нерегульованих перехрестях з рівнозначними напрямками	94
Слатов Іван	Вплив розвитку велосипедної інфраструктури на безпеку руху у містах	97
Тхорук Євген Сливка Андрій	Вплив інтенсивності руху транспортних засобів на пропускну здатність вулично-дорожньої мережі	99

СЕКЦІЯ 5 АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ: КОНСТРУЮВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ

Базар Євген	Проблеми переходу від використання ДВЗ на електромобільний транспорт в Україні і світі	101
Балака Максим Паламарчук Дмитро Новохацький Петро	Механізм втомного зносу протектора пневматичних шин	104
Глінчук Валерій Івасюк Ігор Бабік Віталій Мінькевич Ігор	Експлуатація автомобілів при використанні різних видів палива	106
Глінчук Валерій Морозюк Сергій Кужій Володимир	Використання планетарних КПП в трансмісії при передачі значних крутних моментів	110
Колесник Олег	Застосування безконтактної системи запалювання з холостою іскрою в автомобілях сімейства ЗІЛ-130	114
Лемішко Михайло Гаврилюк Андрій	Електромобілі: конструювання та експлуатація	116
Морозов Юрій	Номографія у технічних розрахунках	118
Пахаренко Володимир Голотюк Микола Клюйко Володимир	Перспективи, проблеми поширення та експлуатація електромобілів	121
Пікула Микола Панай Тарас Бабік Віталій	Вдосконалення процесу розбирання пресових з'єднань при ремонті та утилізації машин застосуванням вібраційно-хвильового впливу	123

Сасюк Зоя	Розв'язування геометричних задач для розвитку просторового мислення ЗВО	126
Стадник Олександр Кнап Євгеній	Аналіз методів сепарації кольорових металів у технології утилізації автомобілів	128

УДК 661.53

МОДЕРНІЗАЦІЯ ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ АБСОРБЦІЙНОЇ КОЛОНИ**THE MODERNIZATION OF COOLING SYSTEM IN THE ABSORPTION COLUMN****Глушук Назарій, Нечидюк Анатолій**

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

The article is devoted to the modernization of the cooling system used in the absorption column T-201. During work on this article were analyzed existing constructions and proposed new design and cooling system. The main characteristics, advantages of the modernized cooling system were introduced.

Важливою проблемою є продовження експлуатаційного ресурсу різноманітного обладнання та систем, не є виключенням і розглянута нами охолоджувальна система абсорбційної колони Т-201, яка виконує роль теплообмінного холодильника та системи контролю температурного режиму при виробництві аміачної води. Концепція охолоджувальної системи зразка 70-х років є доволі складною та металомісткою, а відповідно передбачає великі матеріальні затрати, що не завжди є виправданим та економічно доцільним.

Ідея покращення конструкції охолоджувальної системи абсорбційної колони Т-201 полягає в заміні виконавчих елементів, так званих змійовиків, внутрішнього теплообмінного холодильника (рис.1), тобто заміні доволі металомісткої та застарілої конструкції змійовиків на нову конструкцію змійовиків-холодильників, яка менш металомістка, та відповідно передбачає менше матеріальних витрат на реалізацію та монтаж таких змійовиків.

До вимог яким повинна відповідати нова охолоджувальна система, окрім вимог зі зменшення металомісткості та відповідно спрощення конструкції, відноситься також забезпечення необхідної площі поверхні теплообміну холодильника, яка потрібна для контролю температурного режиму передбаченого технологічним процесом.

Завдання полягало в розробці такої системи та конструкції змійовиків, яка б забезпечила необхідну площу поверхні теплообміну при цьому з меншою металомісткістю. Технічне вирішення даного завдання виконане шляхом збільшення діаметра змійовиків-холодильників, використавши прямо пропорційну залежність площі змійовиків від їх діаметра, тобто зі збільшенням зовнішнього діаметра збільшиться і площа поверхні змійовиків-холодильників.

Базовим варіантом для модернізованої системи змійовиків-холодильників пропонується прийняти конструкцію з труб діаметром $d_3 = 38 \times 2$ мм згідно зі стандартом ГОСТ 9941-81, матеріал змійовиків приймаємо такий же як і для прототипу. Прийmemo площу поверхні теплообміну, яка повинна забезпечити нова охолоджувальна система, та визначимо сумарну довжину змійовиків, яка забезпечить таку площу поверхні:

$$L_{заг} = \frac{S_{зм}}{2\pi r} \quad (1)$$

де $S_{зм}$ – прийнята площа поверхні змійовиків-холодильників системи, м²;

$L_{заг}$ – сумарна довжина змійовиків, яка забезпечить прийняту площу поверхні теплообміну, м;

r – радіус зовнішнього діаметра змійовиків, м.

Кількість тарілок в абсорбційній колоні Т-201 становить 20 штук, на кожній розміщуються змійовики, знаючи загальну їх довжину, необхідну для забезпечення площі поверхні теплообміну та кількість тарілок, можна визначити довжину змійовиків-холодильників, що розміщуються на одній тарілці. Враховуючи даний параметр та поділивши переріз колони умовно на три зони (по кожному сегменту тарілки), запропоновано наступну компоновку системи та конструкцію змійовиків-холодильників (рис. 1).

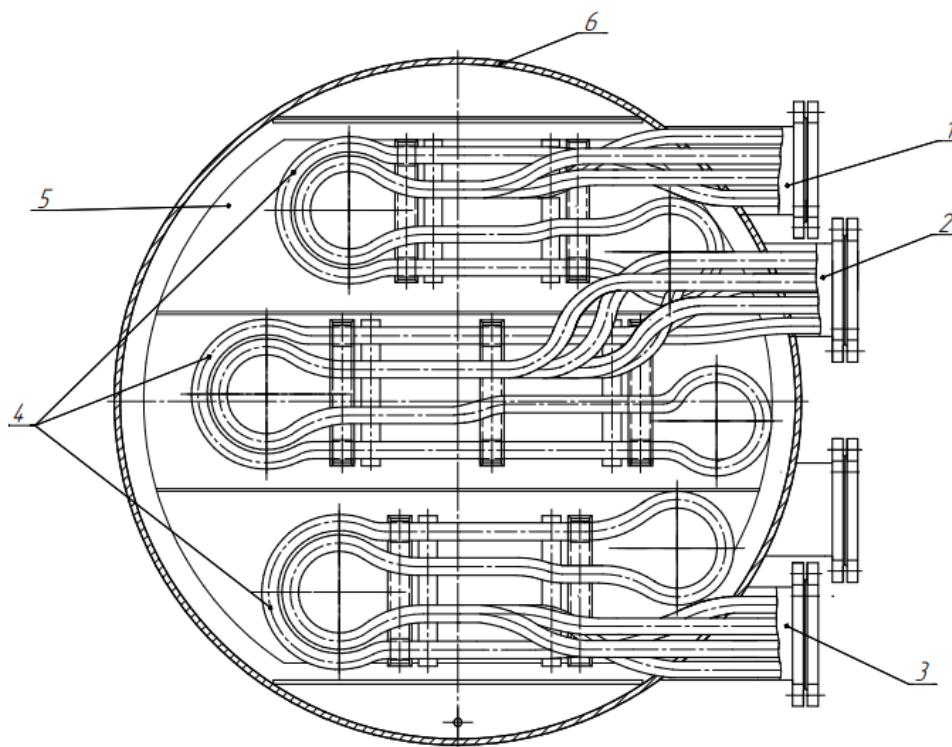


Рис. 1. Загальний вигляд охолоджувальної системи з новою системою та конструкцією змійовиків-холодильників в корпусі абсорбційної колони Т-201:
1, 2, 3 – блоки живлення змійовиків (входу-виходу холодоагенту); 4 – змійовики;
5 – тарілка; 6 – корпус колони

У результаті виконання модернізації охолоджувальної системи абсорбційної колони Т-201 за запропонованим варіантом, зменшена металомісткість системи на 20% у порівнянні з прототипом, також при цьому зменшена сумарна довжина змійовиків-холодильників на 18%. Запропонована охолоджувальна система володіє наступними перевагами в порівнянні з базовою конструкцією: спрощена конструкція, зменшена металомісткість, зменшена трудомісткість монтажу та технічного обслуговування, досягнута взаємозамінність та стандартизація бічних пакетів змійовиків за рахунок дзеркальності їх конструкції.

1. Мікульонок І. О. *Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв: підручник* / І.О. Мікульонок. – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 419 с.

2. Тимонин А. С. *Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: справочник, Т.2* / А. С. Тимонин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Калуга: Изд-во Н. Бочкаревой, 2002. – 1017 с.

3. Лекае В. М. *Процессы и аппараты химической промышленности.* / В. М. Лекае, А.В. Лекае. – М.: Высшая школа, 1984. – 247с.

УДК 531.3:621.86:69.002.5

ВИНИКНЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ПРУЖНІЙ СИСТЕМІ МАШИНИ

OCCURRENCE OF DYNAMIC LOADS IN THE ELASTIC MACHINE SYSTEM

Голотюк Микола, Віскунець Владислав, Степанюк Вадим*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Під динамічною системою розуміють пружну механічну систему, що має можливість здійснювати коливальний рух. До зазначених механічних систем умовно відносять важільні, кулачкові, зубчасті, фрикційні механізми, механізми з гнучкими ланками, пневматичні і гідравлічні механізми, системи з електричними і електронними зв'язками.

До механічних систем з електричними зв'язками відносять машинні агрегати, в яких виникають перехідні процеси, викликані системою керування електродвигуном або генератором. До механічних систем з електронними зв'язками відносять машинні агрегати, керовані електронними пристроями, причому ці пристрої взаємодіють з механічною частиною агрегатів і впливають на їх роботу. Залежно від складності структури динамічних систем їх характеризують числом ступенів свободи (числом незалежних координат), що дозволяє визначати їх стан в будь-який фіксований момент часу.

У динамічних системах всі або окремі ланки приймаються пружними, тобто деформуються. При цьому деформація таких ланок не перевищує межі пружності. Саме завдяки властивості пружності буде деформована динамічна система намагаться повернутися в положення стійкої рівноваги. Такий процес завжди супроводжується коливальними рухами.

Динамічні системи володіють також властивістю демпфірування коливань. Ця властивість перешкоджає розвитку коливальних процесів внаслідок наявності внутрішнього тертя в кінематичних парах систем і в конструкційних матеріалах, з яких виготовлені їх ланки. При демпфуванні відбувається часткове розсіювання механічної енергії і перетворення її в теплову. Якщо в динамічній системі можна знехтувати демпфіруючими зв'язками і враховувати тільки пружні зв'язки, то її називають консервативною. В такій ідеалізованій системі при коливаннях механічна енергія зберігається незмінною.

Якщо ж у динамічній системі механічна енергія зменшується і в ній за відсутності зовнішнього порушення виникають затухаючі коливання, то її називають дисипативною. У такій системі завжди діє комплекс пружних і демпфіруючих зв'язків.

Залежно від характеру пружних деформацій ланок динамічних систем коливання останніх підрозділяються на поздовжні, поперечні і крутильні.

Динамічні навантаження в системі планувальника постійно змінюються, зростаючи із навантаженням на відвал. Дослідження дають можливість підібрати раціональні параметри елементів пружної системи для зменшення динамічних навантажень.

1. Голотюк М.В. Дослідження процесу викорчовування при роботі за оптимальним ривковим режимом / М.В. Голотюк, Д.А. Паламарчук // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машин: зб. наук. пр. - Київ: КНУБА, 2016. – Вип. 88. – С. 21-27.

2. Сур'янінов М.Г. Теоретичні основи динаміки машин / Сур'янінов М.Г., Даценко О.Ф., Білоус П.О. – Одеса: Наука і техніка, 2004. – 292 с.

3. Голотюк М.В. Дослідження конструкцій ходових систем гусеничних тракторів // науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». – Харків: ХНТУСГ, 2018. – Вип. 13. – С. 90–97.

УДК: 621.926.5:539.215:531.36

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ
ШВИДКІСНОГО ДІАПАЗОНУ ОБЕРТАННЯ
ДЛЯ АВТОКОЛИВНОГО ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ В БАРАБАННОМУ МЛИНІ**

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE SPEED RANGE OF ROTATION
FOR SELF-OSCILLATORY GRINDING IN A TUMBLING MILL

¹Дейнека Катерина, ²Науменко Юрій, ²Брошук Юрій, ²Уляницький Сергій

¹Технічний коледж Національного університету водного господарства
та природокористування, вул. Орлова, 35, м. Рівне, 33027

²Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

The influence of the structure of a two-fraction polygranular feed of the chamber on the value of the drum rotation speed at auto-excitation of self-excited oscillations with a maximum swing is considered. The method of visual analysis of transient processes of self-oscillating modes of feed behavior in the cross section of the rotating drum chamber is applied. An increase in the upper limit of the speed range $\psi_{\omega 2}$ with a decrease in κ_{br} and κ_{mbgr} was established. Some increase in the lower limit of the $\psi_{\omega 1}$ range with a decrease in κ_{br} and κ_{mbgr} was revealed too. An increase in the range of speeds of rotation was recorded at the maximum range of self-oscillations $\psi_{\omega 1}-\psi_{\omega 2}$ with a decrease in the connected interaction of the intra-mill filling.

Барабанні млини залишаються основним обладнанням багатотоннажного тонкого подрібнення різноманітних матеріалів у багатьох галузях виробництва. Новим технологічним напрямом суттєвого підвищення порівняно низької енергетичної ефективності таких млинів є застосування автоколивного процесу подрібнення.

Складна багатофазна полізерниста структура спричинює істотну варіативність пульсаційної поведінки завантаження в обертовій камері. Зазначене суттєво утруднює встановлення раціональних умов ефективної реалізації такого процесу.

За певних умов усталені режими руху приводних агрегатів барабанних млинів стають нестійкими [1]. Прикладне значення пульсаційної поведінки внутрішньокамерного завантаження полягає у застосуванні інноваційного автоколивного процесу подрібнення в барабанному млині [2]. Ефективність такого процесу посилюється зі зменшенням ступеня заповнення камери [3] та вмісту подрібнюваного матеріалу в завантаженні [4].

Технологічна ефективність реалізації автоколивного процесу суттєво залежить від значення швидкості обертання, яке відповідає максимальному розмаху автоколивань. Проте вплив швидкості обертання на розмах автоколивань завантаження залишається невивченим.

Як метод досліджень було застосовано візуальний аналіз перехідних процесів автоколивних режимів поведінки двофракційного внутрішньомлиного завантаження у поперечному перерізі камери та вимірювання швидкості обертання барабана.

Як змінні фактори експериментальних досліджень було вибрано ступінь заповнення камери завантаженням у стані спокою $\kappa_{br}=w_{br}/(\pi R^2 L)$ та ступінь заповнення проміжків між частинками крупної фракції частинками дрібної фракції $\kappa_{mbgr}=w_{mr}/(0,4\kappa_{br}\pi R^2 L)$, де w_{br} – об'єм порції крупної фракції у стані спокою, w_{mr} – об'єм порції дрібної фракції, 0,4 – об'ємна частка проміжків між сферичними частинками крупної фракції у стані спокою, R – радіус камери барабана, L – довжина камери.

Дискретні значення змінних факторів становили: $\kappa_{br}=0,25; 0,29; 0,33$ та $\kappa_{mbgr}=0,0625$ (надтонкий помел); 0,375 (тонкий помел); 0,6875 (середній помел); 1 (грубий помел).

За геометричні характеристики елементів крупної ψ_{db} та дрібної ψ_{dm} фракції завантаження було прийнято відносні розміри елементів в обертовій камері $\psi_{db}=d_b/(2R)$, $\psi_{dm}=d_m/(2R)$, де d_b та d_m – середній абсолютний розмір молольного тіла та частинки подрібнюваного матеріалу.

Значення кутової швидкості обертання барабана ω при досягненні автоколиваний завантаження максимального розмаху оцінювалось за величиною відносної швидкості обертання $\psi_{\omega} = \omega\sqrt{R/g}$, де g – гравітаційне прискорення.

Було використано лабораторний трубний млин із прозорою торцевою стінкою для візуалізації картин течії. Привод дозволяв плавно змінювати кутову швидкість обертання.

Крупну фракцію завантаження, що моделювала молольні тіла, становили сталеві кулі із відносним розміром $\psi_{db}=0,026$. Дрібну фракцію, що моделювала подрібнюваний матеріал, складав цементний клінкер. Відносний розмір частинок матеріалу ψ_{dm} змінювалось при подрібненні від $0,0059$ до $0,13 \cdot 10^{-3}$.

Візуально було визначено межі діапазону швидкості обертання при самозбудженні автоколиваний із максимальним розмахом (Рис. 1) внутрішньокамерного завантаження барабанного млина.

Частота відеозйомки становила 24 кадри на секунду.

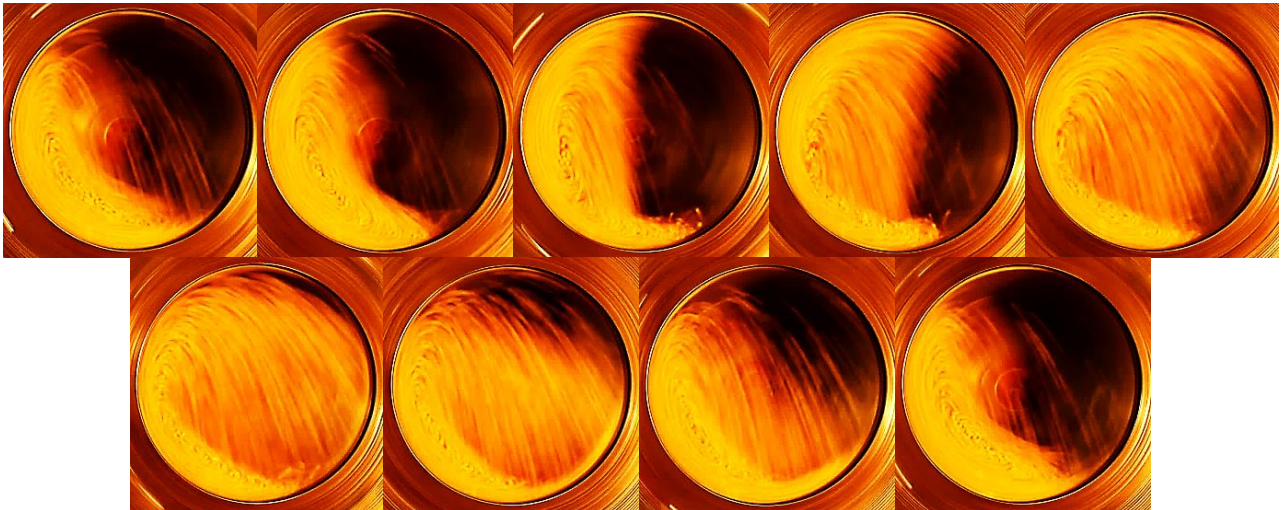


Рис. 1. Послідовні картини руху завантаження для одного періоду автоколиваний при $\kappa_{br}=0,25$, $\kappa_{mbgr}=0,0625$, $\psi_{db}=0,026$ та $\psi_{dm}=0,00013$

Для аналізу отриманих результати було одержано графічні залежності меж $\psi_{\omega 1}$ та $\psi_{\omega 2}$ діапазону швидкості обертання барабана при досягненні максимального розмаху автоколиваний завантаження від зміни κ_{br} та κ_{mbgr} .

На рис. 2 наведено графіки залежностей зміни меж швидкісного діапазону $\psi_{\omega 1}-\psi_{\omega 2}$ від κ_{br} при $\kappa_{mbgr}=0,0625$; $0,375$; $0,6875$ та 1 . На рис. 3 – від κ_{mbgr} при $\kappa_{br}=0,25$; $0,29$ та $0,33$.

Отримані результати істотно уточнюють відомі дані щодо значення меж швидкісного діапазону реалізації автоколивного процесу подрібнення в трубному млині.

Нижня межа швидкісного діапазону $\psi_{\omega 1}$ зростає зі зниженням ступеня заповнення камери κ_{br} та вмісту подрібнюваного матеріалу κ_{mbgr} . Інтенсивність зростання посилюється при малих значеннях κ_{br} та κ_{mbgr} .

Верхня межа швидкісного діапазону $\psi_{\omega 2}$ дещо зростає зі зниженням κ_{br} та κ_{mbgr} .

Діапазон швидкостей обертання барабана при максимальному розмаху автоколиваний $\psi_{\omega 1}-\psi_{\omega 2}$ зростає зі зниженням зв'язної взаємодії завантаження камери трубного млина. Така зв'язна взаємодія зумовлена збільшенням κ_{br} та κ_{mbgr} .

Величина швидкісного діапазону $\psi_{\omega 1}-\psi_{\omega 2}$ змінюється від $1,01-1,03$, при $\kappa_{br}=0,33$ та $\kappa_{mbgr}=1$, до $1,22-1,66$, при $\kappa_{br}=0,25$ та $\kappa_{mbgr}=0,0625$.

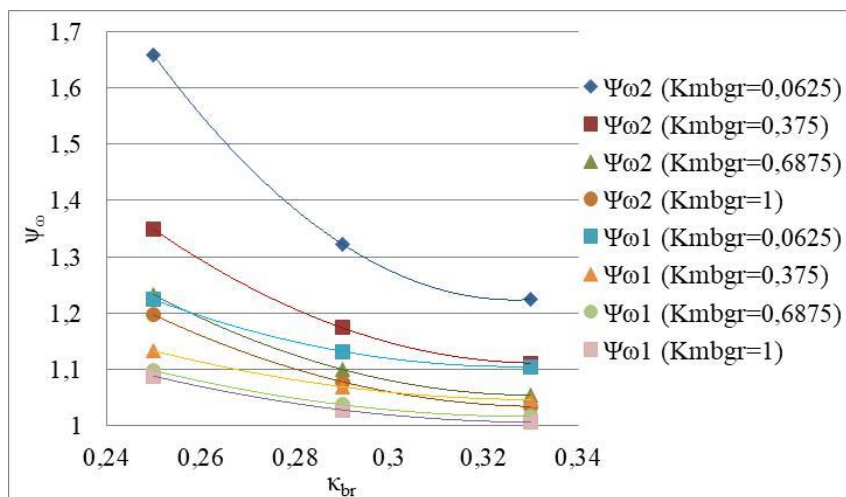


Рис. 2. Залежності зміни меж діапазону $\psi_{\omega 1}-\psi_{\omega 2}$ від κ_{br}

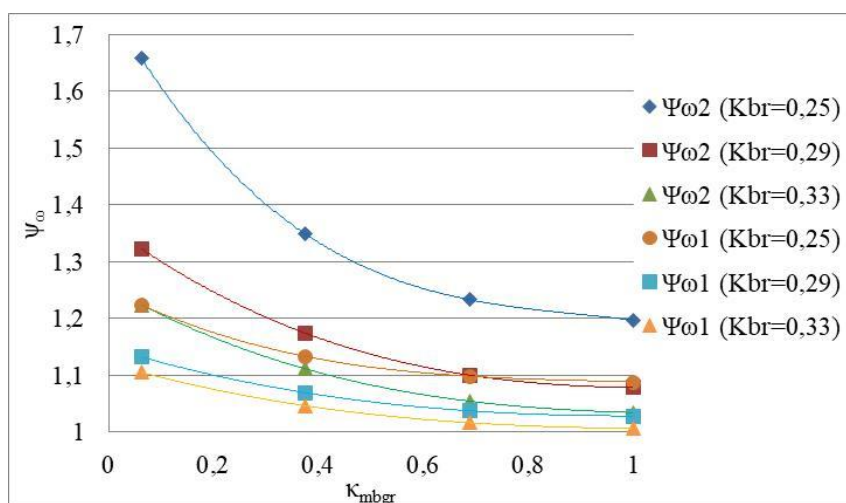


Рис. 3. Залежності зміни меж діапазону $\psi_{\omega 1}-\psi_{\omega 2}$ від κ_{mbr}

Таким чином, експериментально встановлено ефект спадання меж та величини діапазону швидкості обертання барабана, при досягненні максимального розмаху автоколивань, із посиленням зв'язних властивостей внутрішньомлинного завантаження.

Виявлено зростання зв'язних властивостей двофракційного завантаження зі збільшенням ступеня заповнення камери та вмісту дрібної фракції.

Визначено чисельні значення меж розглядуваного діапазону зміни швидкості обертання трубного млина.

Встановлено підвищення активності автоколивного процесу помелу зі зростанням тонини помелу.

1. Deineka K. Y., Naumenko Y. V. The tumbling mill rotation stability // *Naukovyi Visnyk Nationalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. Issue 1 (163). P. 60-68. doi.org/10.29202/nvngu/2018-1/10

2. Deineka K., Naumenko Y. Revealing the effect of decreased energy intensity of grinding in a tumbling mill during self-excitation of auto-oscillating of the intrachamber fill // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 1. Issue 1 (97). P. 6-15. doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155461

3. Deineka K., Naumenko Y. Establishing the effect of a decrease in power intensity of self-oscillation grinding in a tumbling mill with decrease of intrachamber fill // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 6. Issue 7 (102). P. 43-52. doi.org/10.15587/1729-4061.2019.183291

4. Deineka K., Naumenko Yu. Establishing the effect of decreased power intensity of self-oscillatory grinding in a tumbling mill when the crushed material content in the intra-chamber fill is reduced // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 4. Issue 1 (106). P. 39-48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.209050>

УДК 624.132.3

ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОЇ ГЛИБИНИ ТРАНСПОРТУВАННЯ ҐРУНТУ НА ДЕННУ ПОВЕРХНЮ ПРИ БАГАТОЯРУСНІЙ РОЗРОБЦІ

DETERMINATION OF THE MAXIMUM DEPTH OF SOIL TRANSPORTATION ON THE DAY SURFACE DURING MULTI-LEVEL DEVELOPMENT

Кравець Святослав, Лук'янчук Олександр

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

Традиційні землерийні робочі органи безтраншейних укладачів у вигляді несучого стояка з суцільною різальною кромкою по глибині, що перевищує критичну глибину різання (закритична зона ущільнення) та ширині захвату здійснюють техногенний вплив на ґрунтове середовище на глибині. Така конструкція робочого органу не дозволяє усунути із процесу різання закритичну зону тому, що критична глибина різання для такого ґрунторозробного органу, як правило, менша, ніж необхідна глибина укладання підземного об'єкту [1].

Відомо, що збільшення глибини різання ножа до критичної глибини $h=h_{кр}$ призводить спочатку до зменшення питомої енергоємності робочого процесу тому, що інтенсивність зростання опору різанню менша, ніж зростання площі поперечного перерізу прорізу, але далі при $h>h_{кр}$ питома енергоємність робочого процесу значно зростає через інтенсивне зростання опору різанню ножа за рахунок запресовки ґрунту в бічні стінки прорізу, і зменшення площі руйнування внаслідок неможливості впливу на процес руйнування ґрунту денної поверхні [1].

Якщо докритична зона руйнування створюється умовами вільного виходу ґрунту на денну поверхню, то закритична зона ущільнення, навпаки, утворюється через відсутність таких умов. Для усунення закритичної зони руйнування ґрунту та зменшення енергоємності розробки необхідно створити умови для вільного виходу стружки ґрунту із підземного горизонту в напрямку денної поверхні.

Якщо глибина укладання підземного об'єкта більша за критичну глибину різання, то такі умови можуть бути створені при багатоярусній розробці ґрунтового середовища [2].

Визначення максимальної глибини розробки ґрунту з якої можливо транспортувати ґрунт на денну поверхню по похилій площині при багатоярусній розробці ґрунтового середовища проводиться за розрахунковою схемою, яка показана на рис. 1.

Ґрунт буде транспортуватися з максимальної глибини, якщо на різальній кромці лемеша буде діяти максимально-можливий по несучій спроможності ґрунту нормальний тиск $q_{кр}$. У цьому випадку опір різанню P_2 дорівнює [2]

$$P_2 = (1 + f \cdot ctg \alpha_p) q_{сер} h_{кр2} b; \quad (1)$$

де α_p – кут різання ножа в нижніх ярусах; $q_{сер}$ – середній нормальний тиск ґрунту на леміш; $h_{кр2}$ – критична глибина різання в нижніх ярусах; b – ширина ножа; f – коефіцієнт зовнішнього тертя ґрунту.

Умова руху ґрунту вгору по похилій площині запишеться у вигляді проекції всіх сил, що діють на цю площину

$$P_2 \cdot \cos \alpha_p \geq G_{zp} \sin \alpha_p + f \cdot G_{zp} \cdot \cos \alpha_p, \quad (2)$$

$$G_{zp} = \gamma_{zp} \cdot b \cdot h_{кр2} \cdot \frac{h_{max}}{\sin \alpha_p} \cdot \cos \alpha_p, \quad (3)$$

де G_{zp} – сила тяжіння ґрунту на похилій площині; γ_{gp} – питома сила тяжіння ґрунту в природному стані).

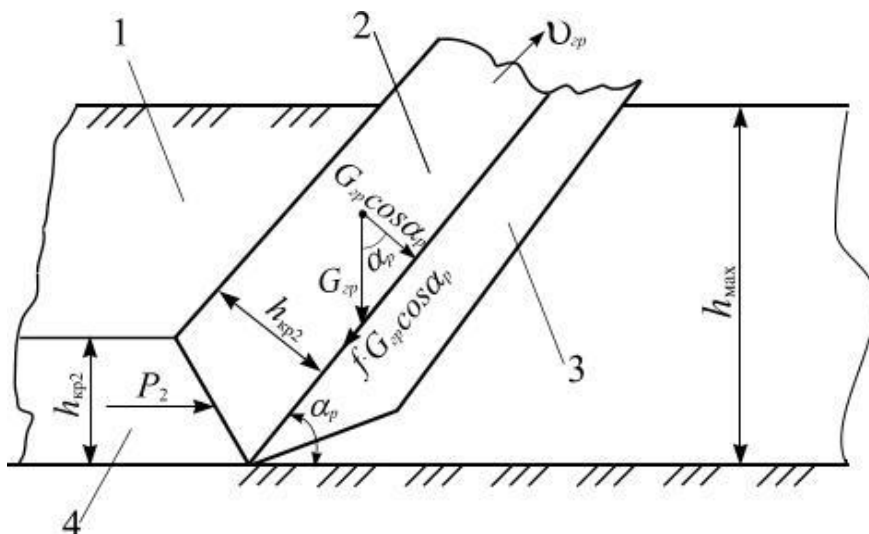


Рис.1. Розрахункова схема для визначення максимальної глибини транспортування ґрунту при багатоярусній розробці:

1 - зона руйнування ґрунту попередніми робочими органами; 2 – зруйнований ґрунт, що виноситься із закритичної зони різання; 3 - ґрунторозробний робочий орган; 4 – ґрунт в закритичній зоні різання

З урахуванням (1) умова (2) запишеться:

$$(1 + fctg\alpha_p)q_{сеп} \geq (tg\alpha_p + f) \cdot \gamma_{gp} \cdot \frac{h_{max}}{\sin\alpha_p}. \quad (4)$$

Звідки, після ділення обидвох частин (4) на $ctg\alpha_p$ та спрощення, отримаємо:

$$h_{max} \leq \frac{q_{сеп}}{\gamma_{gp}} \cdot \cos\alpha_p. \quad (5)$$

Враховуючи чисельні значення вихідних параметрів для переважаючих типів ґрунтів (напівтвердий суглинок, твердий супісок, напівтверда глина) $q_{kp} = 370 \dots 730$ кПа та $\gamma_{gp} = 20,5 \dots 21,0$ кН/м³ [2] при кутах різання $\alpha_p = 20 \dots 30^\circ$ значення h_{max} буде лежати в межах 8...16 м, при чому менші значення відповідають супіщаним ґрунтам, а більші глинам.

Залежність (5) отримана та буде дійсна при умові, що ґрунт вище h_{kp2} зруйнований, наприклад, по багатоярусній схемі попередніми ґрунторозробними органами та винесений на денну поверхню. Тому ґрунт, що зрізаний з глибини h_{max} , буде вільно рухатися по похилій площині ножа вверх на денну поверхню. В інших випадках максимальна глибина транспортування h_{max} буде зменшуватися із збільшенням опору транспортування ґрунту. При цьому опір різанню на глибині різання h_{max} збільшується у два рази порівняно з глибиною різання h_{kp2} .

1. Кравець С.В., Нечидюк А.А., Косяк О.В. *Машини для прокладання підземних комунікацій (Наукові основи створення): підручник (за заг. ред. С.В. Кравця. – Рівне: НУВГП, 2018 – 270 с.)*

2. Кравець С.В., Кованько В.В., Лук'яничук О.П. *Наукові основи створення землерийно-ярусних машин та підземнорухомих пристроїв. Монографія. – Рівне: НЦВГП, 2015. – 322 с.*

УДК 629.113

**ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ГУСЕНИЧНОГО РУШЯ ЛІСОЗАГОТІВЕЛЬНИХ
МАШИН**

SPECIFIC FEATURES OF THE TRACK ENGINE OF THE FOREST MACHINE

Макарчук Олександр, Голотюк Микола*Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Caterpillar propeller used in agricultural and industrial tractors have a number of advantages and disadvantages. The latter include a large uneven torque on the drive sprockets due to both irregularities surface of the field, and the linking of the caterpillar chain.

В основу розвитку сучасного машинобудування покладено вирішення завдань підвищення якості, скорочення строків розробки та підготовки випуску нових або удосконалених машин. Одним з найбільш перспективних способів вирішення даних завдань є автоматизація процесів конструювання та проектування машин з використанням системи автоматизованого проектування на основі запровадження проблемно-орієнтовних програмних комплексів. Тому актуальною проблемою є обґрунтування математичних моделей руху окремих агрегатів машин, які можуть бути використана для формування програмного продукту їхнього розрахунку.

Динамічна складова навантаженості трансмісії трактора в складі агрегату істотно погіршує ефективність його застосування. Коливання моменту можуть бути викликані як внутрішніми факторами, тобто нерівномірністю роботи двигуна, нерівномірністю роботи зубчастих передач, так і зовнішніми - нерівномірністю оброблюваної поверхні, мікро- і макрорельєфа [1].

Стабілізація навантаженості за рахунок оптимізації пружно-дисипативних властивостей елементів системи «трактор - машина - агрофон» приводить до істотного поліпшення експлуатаційних показників [2]. У гусеничного рушя додатково виникає значна динамічна складова навантаженості за рахунок гусеничного ланцюга з ланками. Особливо велика нерівномірність моменту спостерігається при при низькій вологості ґрунту, тоді як на податливому ґрунтовому середовищі коливання моменту будуть набагато нижче, при цьому кутові коливання траків на опорному підставі будуть вище, що призведе до додаткового ущільнення ґрунту. У роботах [3] на прикладі гусеничного трактора обґрунтований і досліджений спосіб зменшення динамічного навантаження трансмісії за допомогою зміни жорсткості на реактивного елемента. Встановлено, що при поздовжньому русі з навантаженням і без навантаження на гаку зниження відносини максимального крутного моменту до середнього становить 20%. В усталеному повороті з навантаженням і без навантаження на гаку на різних швидкостях і на різних радіусах повороту відношення максимального крутного моменту до середнього моменту зменшується на 25%. В режимах з найбільшою динамічним навантаженням, таких як вхід в поворот і вихід з повороту, ставлення максимального крутного моменту до середнього зменшується на 20-35%.

За результатами проведених досліджень для встановлення закону формування змінних навантажень, що діють на елементи машини при її русі (рис. 1), використовувалися методи теорії випадкових функцій. При знаходженні названих вище статистичних характеристик випадкових функцій, розглядалися в ряді перетинів для рівновіддалених моментів часу з реєстрацією значень змінних функцій в ці моменти часу. Всі ці функції апроксимувати відповідними аналітичними виразами, з наступною побудовою графіків стаціонарних процесів. Статистичні характеристики досліджуваних процесів залежали від початку звіту

часу, до отримання сталих режимів. Фрагменти результатів проведених досліджень представлені для аналізу в зручному графічному вигляді (рис.2).

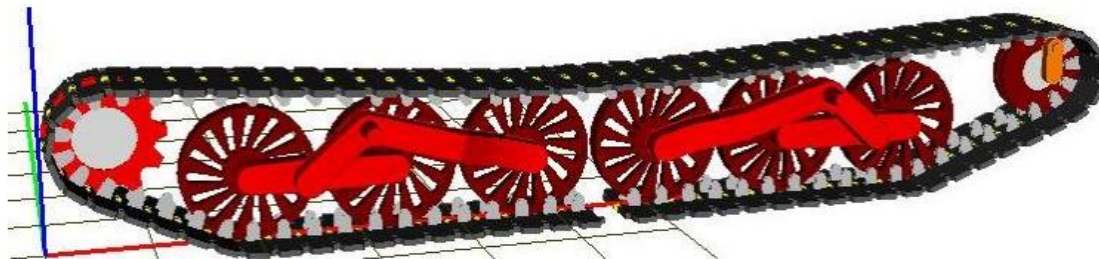


Рис. 1. Модель гусеничної стрічки

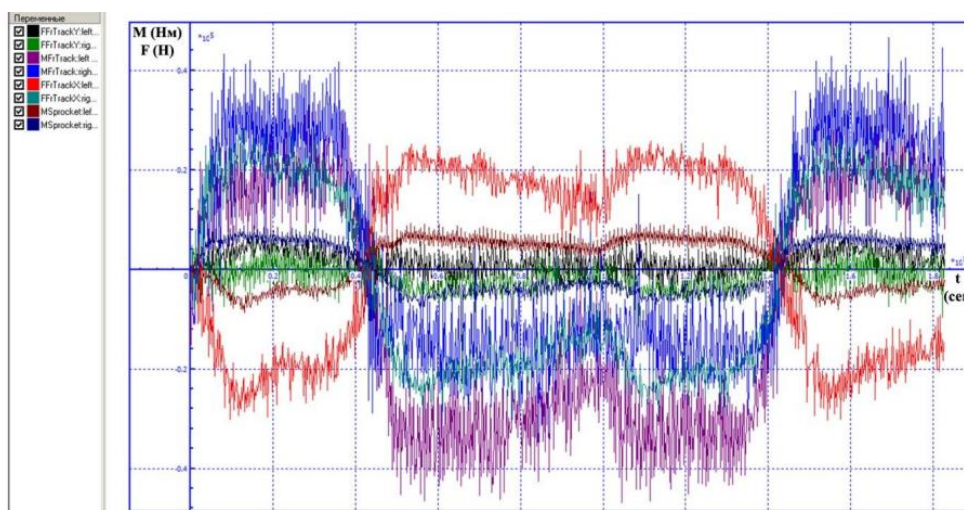


Рис. 2. Фрагмент результатів комп'ютерного моделювання процесу взаємодії траків гусениць з опорною поверхнею шляху при криволінійному русі.

Прикладний пакет має спеціалізовані можливості по моделюванню навколишнього середовища, наприклад ґрунту і снігу. В рамках досліджень було описано використання пакетів прикладних комп'ютерних програм для дослідження кінематики та динаміки рушія при русі гусеничної лісозаготівельної машини по криволінійній траєкторії і при подоланні одиничних перешкод на мікропрофілю шляху.

1. Голотюк М.В. Оцінка впливу гусеничного рушія на ґрунт // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Луцьк: ЛНТУ, 2018. – Вип. 40. – С. 86–92.

2. Голотюк М.В. Дослідження конструкцій ходових систем гусеничних тракторів // науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». – Харків: ХНТУСГ, 2018. – Вип. 13. – С. 90–97.

3. Голотюк М.В. Впровадження гумоармованих гусениць в сільськогосподарську техніку / Голотюк М.В., Пахаренко В.Л., Сайчук Т.О. // Матеріали II міжнародній науково-технічній інтернет-конференції «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем.», 25-27 березня, 2020 року. – НУВГП – Рівне, 2020. – С. 12-13.

УДК 621.865

**РОЗВИТОК РОБОТОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ
ГУМОАРМОВАНИХ ГУСЕНИЦЬ**DEVELOPMENT OF ROBOTIC TECHNICAL COMPLEXES IN THE MANUFACTURE OF
RUBBER REINFORCED CATERPILLARS**Налобіна Олена, Гавриш Володимир, Голотюк Микола***Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

Сьогодні, модернізувати виробництво здатна майже кожна виробнича компанія. Звичайний промисловий маніпулятор ґрунтується на просторових механізмах, які володіють багатьма ступенями волі.

Для того щоб спроектувати найбільш простий маніпулятор необхідно попередньо розв'язати безліч завдань, приміром, вибір точного співвідношення корисних і холостих ходів, забезпечення маневреності, стійкості в повсякденнім функціонуванні. Не варто забувати про те, що може знадобитися проектування робота для спеціальних систем. У такому випадку його операторові необхідно почувати зусилля, яке створюється на вантажозатискачах або робочих органах [1, 2].

Робот рука-маніпулятор являє собою програмно керований пристрій, який використовується з метою виконання завдань, які виконує людина, наприклад, переміщення масивних або великогабаритних вантажів, точне зварювання, фарбування, сортування продукції. Процес його проектування здійснюється виходячи з виробничого завдання, яке повинна вирішувати конкретним роботом.

На сьогоднішній день тисячі компаній в усьому світі роблять ставки на застосування машин у виробництві. Наша країна також не є виключенням і намагається не відставати в перегонах промислового оснащення. Зараз будь-яке конкурентоспроможне й ефективне підприємство просте зобов'язане вчасно модернізувати власне виробництво, впроваджуючи інноваційні технології, мати науково-дослідну базу. Щоб зробити виробництво максимальне ефективним, сучасні технології є незамінними [3].

Одним із кращих прикладів подібної технології вважається впровадження маніпуляторів і іншої робототехніки в технологічний ланцюг (рис.1). Вони стануть відмінним розв'язком для виробництва тому що здатні в автоматичному режимі здійснювати допоміжні й технологічні роботи.

Переваги застосування робототехніки очевидні: робот маніпулятор здатний забезпечувати максимально високий ступінь точності виконання будь-якої операції й, як результат, збільшення якості продукції; можливість застосування технологічного встаткування 365 днів у році, у три зміни; оптимізація експлуатації виробничих приміщень; швидка окупність; відсутність впливу людського фактора під час виконання монотонних робіт, які вимагають підвищеної точності.

На сьогоднішній день робототехніка стала доступна не тільки більшим заводам, але й виробничим середнім підприємствам.

Застосування промислових роботів надає можливість зменшити накладні й прямі витрати, що дозволить суттєво підвищити конкурентоспроможність продукції, що випускається.

Інтелектуальний механізм завжди допоможе підтримати незмінно високий ступінь якості продукції, оскільки він не утомиться, не стане неуважним від монотонної й однотипної роботи. Підвищена точність обробки продукції, здатна забезпечити продукції, що випускається, незмінно висока якість.



Рис. 1. Робототехніка в технологічних ланцюгах

Кожний виробник одержує відмінну можливість суттєво поліпшити якість продукції, що випускається. Таким чином, буде отримана більша кількість товарів, що відповідають кожній вимозі, а також зменшене число поломок. Із продукцією, що випускається на такому високому рівні Ви одержите можливість діставати максимальний прибуток.

Механізми можуть взяти на себе важку, неприємну або небезпечну для здоров'я роботу. За допомогою цих пристроїв, виробники зможуть знизити ймовірність нещасних випадків, які викликані контактом з верстатами й іншим виробничим потенційно небезпечним устаткуванням.

Застосування робототехнічних комплексів суттєво збільшує гнучкість організації виробництва. Якщо запрограмувати робота на виконання необхідних процесів, то одержите можливість із легкістю перемикає роботу з одного завдання на інше. Саме це сприяє підвищенню рентабельності інвестицій завдяки застосуванню робототехніки у виробництві різноманітних продуктів.

1. Голотюк М.В. Розвиток роботомеханічних систем в машинобудуванні // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2018. – Випуск 192 «Проблеми надійності машин». – С. 248–255.

2. Голотюк М.В. Дослідження конструкцій ходових систем гусеничних тракторів // науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». – Харків: ХНТУСГ, 2018. – Вип. 13. – С. 90–97.

3. Голотюк М.В. Впровадження гумоармованих гусениць в сільськогосподарську техніку / Голотюк М.В., Пахаренко В.Л., Сайчук Т.О. // Матеріали II міжнародній науково-технічній інтернет-конференції «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем.», 25-27 березня, 2020 року. – НУВГП – Рівне, 2020. – С. 12-13.

УДК 621.87

КРОКОВИЙ ДВИГУН У СИСТЕМІ КЕРУВАННЯ МЕХАНІЗМОМ ЗМІНИ ВІЛЬОТУ**STEPPER MOTOR IN THE CONTROL SYSTEM OF THE LUFFING MECHANISM****Паламарчук Дмитро***Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітрофлотський, 31, м. Київ, 03037*

Під час роботи крана з шарнірно-зчленованою стріловою системою (ШЗСС) виникають відхилення вантажного каната від вертикалі, що можуть досягати значення $10...12^\circ$ [1]. Внаслідок того, що підвіс вантажу має довжину до 30 м, то сумарна амплітуда розгойдувань вантажу може становити більш, ніж 5 м. Кінематика руху ланок стрілової системи призводить до виникнення розгойдувань вантажу не лише під час перехідних процесів, а й при усталеному русі. Величина відхилення вантажного каната від вертикалі залежить від таких факторів: маси вантажу, швидкості його горизонтального переміщення, тривалості включення електродвигуна механізму, положення центра мас вантажу відносно точки підвісу, вітрових навантажень, тощо [2]. Ці розгойдування негативно впливають на показники ефективності кранів з шарнірно-зчленованою стріловою системою (рис. 1).



Рис. 1. Фактори негативного впливу розгойдування вантажу на стрілову систему

Розгойдування вантажу на канатному підвісі, особливо, негативно впливають на збільшення динамічних навантажень на ланки ШЗСС, привід механізму зміни вильоту, і на конструкцію крана взагалі [2, 3].

Для зменшення амплітуди розгойдувань вантажу запропонована велика кількість технічних рішень [2, 4]. Більшість технічних рішень умовно можна розділити на дві групи: конструкції приводу механізму зміни вильоту, електронні системи керування електродвигуном приводу. Використання механічних або електронних систем керування забезпечує переміщення вантажу з мінімальними розгойдуваннями. Більшість сучасних електронних систем керування ґрунтуються на використанні частотних перетворювачів, що керують електричним струмом приводного двигуна механізму (рис. 2). Найпоширенішим механізмом зміни вильоту, що застосовується в сучасних кранах з ШЗСС є однорейковий механізм (рис. 2), що складається із двигуна 1, гальма 2 з електро-гідравлічним керуванням,

циліндричного або ж черв'ячного редуктора 3, муфти 4 та приводної шестерні 5 із зубчатою рейкою 6.

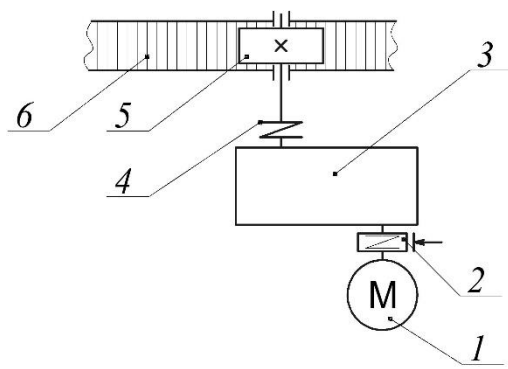


Рис. 2. Однорейковий механізм зміни вильоту

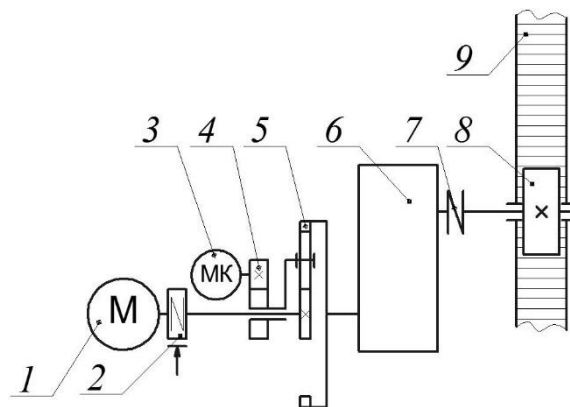


Рис. 3. Однорейковий механізм зміни вильоту з диференціальним редуктором керування

Часто при забезпеченні мінімальної або ж максимальної частоти обертання ротора виникає перегрів двигуна, що негативно впливає на його довговічність. Для уникнення цього пропонується електромеханічна система керування механізмом зміни вильоту. Запропонована конструкція складається з: основного електродвигуна приводу 1, гальма 2 з електрогідролічним керуванням, керуючого крокового електродвигуна 3, циліндричної зубчастої передачі 4, диференціального редуктора 5, понижувального циліндричного або ж черв'ячного редуктора 6, муфти 7 та приводної шестерні 8 із зубчатою рейкою 9.

При вмиканні ротор привідного кранового електродвигуна 1 постійно обертається з номінальною частотою обертання. Це дозволяє забезпечити його режим роботи в оптимальних умовах з постійним ККД [5]. Для керування механізмом зміни вильоту у відповідності до законів руху стрілової системи використовується кроковий електродвигун 3, що керує обертанням водила та сателітами диференціального редуктора 5. Оскільки, диференціальний редуктор має два ступені вільності, то обертання водила зі змінною кутовою швидкістю забезпечує зміну кутової швидкості коронної шестерні, а відповідно і ведучого валу понижувального редуктора 6. Використання крокового двигуна у такій системі керування має наступні переваги: можливість швидкого розгону, гальмування і зміни напрямку руху; залежність обертів двигуна від дискретних імпульсів дозволяє керувати двигуном без зворотного зв'язку; можливість досягнення дуже низьких швидкостей обертання з навантаженням; широкий діапазон швидкостей обертання отримуваний завдяки тому, що швидкість пропорційна частоті вхідних імпульсів.

1. Ловейкін В. С. Вплив розгойдування вантажу на ефективність кранів із шарнірно-зчленованою стріловою системою / В. С. Ловейкін, Д. А. Паламарчук, В. В. Іщук // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2012. – №80. С. 22-29.

2. Ловейкін В. С. Оптимізація режимів руху шарнірно-зчленованої стрілової системи крана : монографія / В. С. Ловейкін, Д. А. Паламарчук. – К. : ЦП «Компринт», 2015. – 224 с.

3. Паламарчук Д. А. Вплив розгойдування вантажу на жорстку відтяжку, під час роботи крана з шарнірно-зчленованою стріловою системою / Д. А. Паламарчук // Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції «Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки» 24–25 квітня 2019р. – Полтава : ПолтНТУ, 2019. С. 79-81.

4. Ловейкін В. С. Конструкції механізмів зміни вильоту, що забезпечують оптимальний рух вантажу / В. С. Ловейкін, Д. А. Паламарчук // Матеріали за VIII міжнародна практична конференція «Бъдещето въпроси от света на науката – 2012» 17-25 декември, 2012. Том 39 Технологии. София: «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2012. С. 38-42.

5. Паламарчук Д. А. Деталі машин. Курсове проектування : навчальний посібник / Д. А. Паламарчук. – К. : ЦП КОМПРИНТ, 2019. – 220 с.

УДК 667.637.22:620.178.16

ПІДВИЩЕННЯ АБРАЗИВНОЇ СТІЙКОСТІ ОПОРИ КОВЗАННЯ

INCREASING THE ABRASIVE RESISTANCE OF SLIDE FRAME

Попов Станіслав, Франк Тетяна

Полтавська державна аграрна академія,
вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36000

Запропонований спосіб обробки зовнішньої та внутрішньої конічних поверхонь цапфи і вставки, що являють собою пару тертя ковзання (рис. 1) [1-4]. Обробка полягає у тому, що на конічні поверхні деталей, які були попередньо підготовлені точінням, наноситься зносостійкий матеріал у вигляді твердосплавного порошку на основі нікелю. Нанесення відбувається спеціальним пальником із бункером-дозатором, у який засипається порошок. Відбувається розплавлення внаслідок змішування горючого газу (ацетилен та кисень) у пальникові із порошком з бункера, [5, 6].

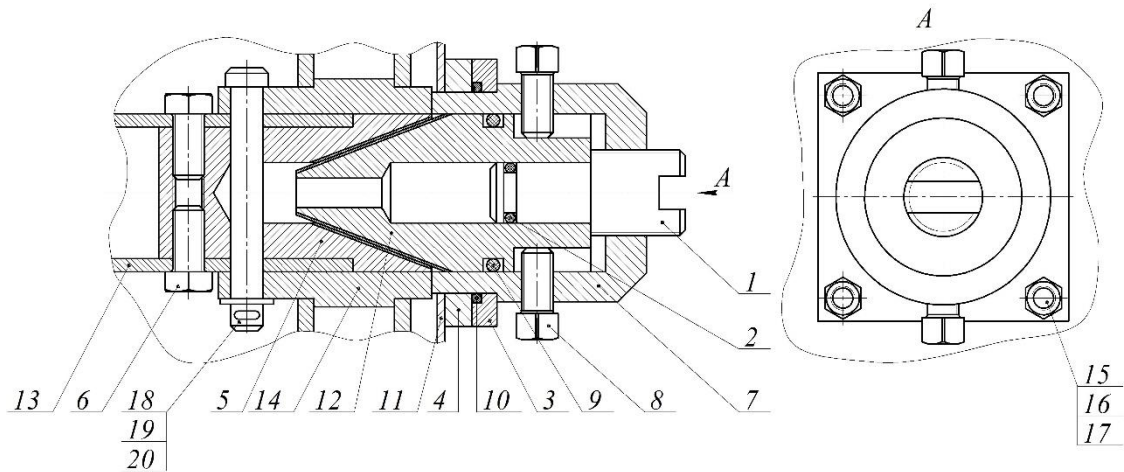


Рис. 1. Опора ковзання: 1 – гвинт притискування; 2, 9, 10 – кільце ущільнюоче; 3, 4 – фланець; 5 – вставка; 6 – гвинт; 7 – корпус; 8 – гвинт регулювання; 11 – стінка змішувача; 12 – цапфа; 13 – вал змішувача; 14 – колесо цівкове; 15 – щиплька; 16 – гайка; 17 – шайба; 18 – палець; 19 – шплінт; 20 – штифт

Під час реалізації даного технологічного процесу із застосуванням методів математичного моделювання було знайдено оптимальні режимні параметри (витрата порошку ПГ10Н-01 – 33,5 г/хв.; витрата кисню – 7,0 л/хв.; тиск ацетилену – 0,043 МПа) газополуменевого наплавлення, які забезпечили максимальний ефект, тобто найбільшу міцність зчеплення (45 МПа) наплавленого покриття. Випробування якості наплавленого покриття здійснювалось за допомогою штифтового методу визначення міцності зчеплення нового покриття із основою на розривній машині.

Серія експериментальних досліджень щодо підвищення абразивної стійкості опори ковзання, а саме порівняння наплавленого покриття із іншими загальновідомими зносостійкими матеріалами, такими як сталь ШХ15, ХВГ, здійснювалась на спеціально розробленому дослідному стенді (рис. 2). Його конструкцію розроблено на базі вертикально-свердлильного настільного верстата із адаптацією його до умов робочого процесу, що відбувається у корпусі змішувача. Це наявність абразивного середовища, радіальних і осьових зусиль. Для визначення осьового навантаження на опору запропоновано конструкцію гідралічного пристосування, яке складається із манометра, поршня, гільзи та кульки (рис. 3). Осьове навантаження знайдено для найбільш несприятливих умовах роботи. Його значення було реалізовано на дослідному стенді зношування. Окрім цього, проведено серію

експериментальних досліджень із визначення оптимального кута конуса (рис. 4) при вершині цапфи і вставки конічної опори ковзання для мінімального зношування.



Рис. 2. Дослідний стенд



Рис. 3. Пристосування для визначення осьового навантаження



Рис. 4. Дослідні зразки цапфи опори ковзання із кутом α при вершині: 30°, 35°, 40°, 45°, 50° (зліва направо)

Отже, використання запропонованого способу газополуменевого наплавлення дозволило суттєво підвищити абразивну та корозійну стійкість опори ковзання подовживши термін експлуатації у цілому, розширити міжремонтний цикл обладнання. При максимальному навантаженні 186 Н зносостійкість наплавленої опори із кутом 40° збільшилася у 2,5 рази.

1. Онищенко, О. Г., Попов, С. В. (2005). Регульовані конічні підшипники ковзання мобільної розчинозмішувальної установки УРЗ-3,8. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 6 (1 (18)), 45–47.

2. Онищенко, О. Г., Ващенко, К. М., Попов, С. В. (2007). Перспективи використання розчинозмішувальної установки УРЗ-3,8 на будівельних майданчиках України. *Современные проблемы строительства*. Донецк: Донецкий ПромстройНИИпроект, 138–144.

3. Kravchenko, S., Popov, S., Gnitko, S. (2016). The working pressure research of piston pump RN-3.8. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (1 (83)), 15–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.80626>.

4. Попов, С. В., Васильєв, А. В., Леднік, Р. А. (2015). Теоретичне дослідження зносу конічного підшипника ковзання. *Технологический аудит и резервы производства*, 2 (1 (22)), 60–64. doi: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2015.41395>.

5. Popov S., Gnitko S., Vasyliiev A. Improving the abrasive resistance of a slide frame in a mortar mixer. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. №1/1(103). P. 6-14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.193510>.

6. Коробко Б.О., Фролов Є.А., Попов С.В., Ясько С.Г. Прогресивні технології у машинобудуванні. Навчальний посібник для студентів механічних спеціальностей закладів вищої освіти. Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. 168 с.

UDC 656.078.111

AN IMPROVEMENT OF A TRANSPORT NETWORK PARAMETERS OF PUBLIC PASSENGER TRANSPORT ON THE BASIS OF RATIONAL CHARTS OF MOTION OF BUSESSES

Buchak Nazar, Krystopchuk Mykhailo

National University of Water and Environmental Engineering, Soborna str. 11, 33028, Rivne, Ukraine

A modern passenger transport provides carrying passengers and luggage in different connection. A passenger transport satisfies the various requirements of population in a movement, it plays a considerable role in life of habitants of city [1-4].

An important task is an improvement of quality of bus transportations at existent market conditions, at presence of tough competition between communal and private ferrymen. It is necessary to perfect considerably current organization of work of busses and their operative management.

For this purpose preliminary existing really passenger traffic must be clearly determined in city, because exactly on such numeral data more for certain there will be the set facilities of their adjusting, type, amount and rational forms of motion of busses, is chosen.

There is sent to development of methodology of rational organization of motion on the routes of public transport, that takes into account behavior of participants of transportations, and also allows to determine the rational parameters of routes, is actual.

A research aim is an increase of efficiency of rout transportations of passengers within the limits of city.

A choice of the modes of motion of transport vehicles on routes is one of major tasks for the improvement of carrying passengers, because it directly influences quality of maintenance of population.

The methods of determination of the modes of motion of bus routes of public passenger transport are given in a table, they are based on supposition, that transport vehicles have an identical capacity and work in accordance to the chart of motion.

For the ground of expedient variant of the use of the combined mode of motion on basic routes the optimization method of forming of the combined modes of motion is used. This method is based on the use of data about an entrance and exit of passengers on the stop points of route. It takes into account conformities to law of credible connections between passenger traffic of stop points and by passenger correspondences between the points of route. Advantage of this method is possibility of calculations by means of simple formulas or by means of nomograms.

The presented algorithm [1-4] gives an opportunity for the set route with concrete initial data to create the next types of organization of services in carrying passengers:

- carrying passengers in the ordinary mode of motion;
- combination of carrying passengers as an ordinary motion and in the mode of rout taxi;
- combination of carrying passengers as an ordinary motion and as an express motion;
- carrying passengers as a rout taxi.

About 90% routes pass through central part of city that considerably complicates both the motion of public passenger and private transport, through the large accumulation of transport vehicles at-halt and travel part.

Presently in Rivne there are 35 municipal bus routes, where busses serve passengers in the mode of rout taxi. A transport network of city is supersaturated by the busses of small capacity.

Thus there is a problem of overload of stops, that results in congestions.

Formulate methodology of development of curriculum of motion of busses of different routes taking into account the compatible area of their motion as follows.

1. Formulate the list of routes that need combination.
2. Build the charts of routes after the map of street-travelling network of city and charts of bus route.
3. Conduct combination of charts of routes on one part of network of city.
4. According to the chart of ceiling of routes elect the most high-usage area, that area where n quality of buses meet. It is examined in the synthesized transport system.
5. Conduct collection of the initial intervals of motion given in relation to values after own routes.
6. According to information received intervals of motion on the second principle of establishment of dependences elect a minimum interval and drive other intervals of motion to multiplicity given.
7. Calculate the difference of amount of busses.
8. Calculate time of displacement of arrival of busses after routes.
9. Calculate the filling of bus for every route.
10. Conduct formulation of sequence of motion of busses on an area according to information received about filling of salon on the third principle of establishment of dependences for development of curriculum of motion of busses of different routes, taking into account a compatible area.
11. After the got sequence of arrival of busses and corresponding their interchangability in time find out the intervals of motion between them.

First, it is necessary to co-ordinate the moments of departure of busses from starting points, that will envisage realization of the offered sequence of motion on charts combinations of bus routes, that is examined.

Second, expect time of motion of busses from starting points to the stops of combination of bus routes.

Third, determine the moment of time of departure of busses of every route from a starting point.

For simplicity of calculations, in obedience to a plan chart of city and chart of rout network there was formed picture, in which there are the indicated routes, moving-off, intervals, time-of-flight of control points.

A construction took place so that we accepted exact departure of transport vehicle time from an initial stop and fixed time of motion to the control points that are stopping for the combined areas of routes. It gave an opportunity to reduce the most high-usage stops of passenger transport and corresponding temporal intervals in that there is an overload of stops by transport vehicles.

During realization of calculations and analysis of statistical data the area of central street of city was chosen, from "Aurovokzal" to "Pyvzavod".

During further calculations more detailed inspection of arrival of transport vehicles was conducted in control points and jiggling of time of their accumulation at-halt "Autovokzal " and "12 school".

It was set after realization of researches, that at-halt there is an accumulation of vehicles, that considerably complicates both motion of public passenger and private transport. According to set curricula of motion on stops up to 8 transport vehicles can arrive at the same time.

There was the conducted displacement of moving-off of routes in further calculations, for providing of functioning of stops without traffic jam.

These adjustments will allow to level the accumulation of transport vehicles at-halt, and also will help to watch accordance of motion of routes in relation to scheduled of motion at application of monitoring control system by a public passenger transport.

The system of watching the transport is intended for providing of connection with remote and movable objects - motor transport. By means of the system motor transport companies can carry out quality control and management autotransportations.

The monitoring system allows to promote efficiency of the use of motor transport, optimize transport charges, increase profitability of autotransportations, control the location of transport, speed and direction of its motion, prevents the im'proper use of resources.

The multimedia Automated Complex is intended for providing of monitoring and management, payment of passage and implementation of control of all necessary systems of transport vehicle, a public transport. The system is built on module principle and assumes different configurations, depending on the necessities of client.

A choice of the modes of transport vehicles on routes is one of major tasks for improvement of carrying passengers, because influences it directly on quality of maintenance of population.

The increase of efficiency of the use of transport vehicles, and cost of time cutting on journeys are possible due to introduction of express connection on the bus routes of public passenger transport [1-4].

Basic modes of motion between stops are: ordinary, speed, express, semiexpress, brief connection and rout taxi.

Creation of the combined modes of motion is possible that are totality of the ordinary and express modes of motion, here the express mode of motion can be inculcated and on rights for independent routes.

A curriculum of motion is a basic plan document that determines organization and efficiency of work of transport vehicles. In a rout time-table the end-point of processing of information about passenger traffic and mode of motion on a street network, preparation of transport vehicles and driving composition find illumination on operating enterprises.

On most routes there is a substantial overload of transport at peak hours. A transport network of city is supersaturated by the busses of small capacity creating an adverse situation on the streets of city. For the removal of defects we offer to approve curricula of motion from eventual stops to the control points.

Further it is necessary to correct time departure and arrival of busses in control points, that will allow considerably unload stops, level emergency situations in the places of accumulation public passenger and private transport. Results give an opportunity in any moment of time to watch inhibition of the set curriculum of motion and moments of passing of stops by drivers, in course of time to the outage for landing and deplanement.

The monitoring systems allow to promote efficiency of the use of motor transport, optimize transport charges, increase profitability of autotransportations, control the location of transport, speed and direction of motion, prevents the improper use of resources.

1. Кристопчук М.Є., Карпан Т.С., Токарець С.А. Рациональні режими роботи автобусів на маршрутах міського пасажирського транспорту // Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання : Всеукраїнська науково-теоретична конференція, Львів, 26-28 березня 2015 р. : тези. - Львів: НУ «Львівська політехніка», 2015. - С. 76-79.

2. Кристопчук М.Є. Дослідження факторів впливу на розподіл пасажирських кореспонденцій по маршрутній мережі // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. Луцький національний технічний університет – Вип. 45. – Луцьк: ЛНТУ, 2014. – С. 317-323.

3. Кристопчук М. Є. Оцінка якості транспортних послуг/ М.Є. Кристопчук Н. Головатчик, Н. Каширець // II Всеукраїнська науково-теоретична конференція «Проблеми з транспортними потоками і напрямки їх розв'язання», 16–18 березня 2017 р., Львів: зб. тез доп. / Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2017. – С. 49

4. Кристопчук М. Є. Щодо методу встановлення кількісних параметрів взаємного впливу об'єктів транспортної інфраструктури / М. Є. Кристопчук, Т. М. Меленчук // Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту : матеріали V-ої міжнар. наук.-практич. інтернет-конф., 13-14 квітня 2017 р., Вінниця, Україна / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інші.]. – Вінниця, 2017. – С. 137.

UDC 656.025.2

OPTIMIZATION OF ROUTE NETWORK OF SUBURBAN PASSENGER TRAFFIC

ОПТИМІЗАЦІЯ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ ПРИМІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Pochtaruk Vladyslav, Makarichev Alexander

*National University of Water and Environmental Engineering, Soborna str. 11, 33028,
Rivne, Ukraine*

Effective functioning of all spheres of our country, as well as the dynamic development of its regions, international, economic and cultural relations, and, consequently, the expansion of trade with other countries is provided by advanced, extensive, reliable and sustainable transport system which is robust basis of socio-economic development. Passenger transport system for society is of great socio-economic importance and powerful influence on the support of systems of the state. Passenger transportation is performed by rail, road, air and water (sea and river) transport. The theme of my research concerns road passenger transport, namely population movements in commuter traffic. It should be understood that the effective and reliable operation of (SPT) is one of the most important elements of social and economic stability of the region. SPT provides total traveling of migrant population, exerting a direct impact on the efficiency of the bridge. Modeling suburban passenger transport is the main instrument for development research and improvement of technology of transport processes in this area. The current methods of forming rational scheme of passengers transportation routes in commuter traffic are not perfect. Therefore, improving methods of generating schemes transport routes, taking into account social and economic trends in the suburban traffic is the main task of sustainable quality of passenger transportation in our region. And the task of motor processes allowing the functioning of passenger transportation system commuter is an urgent problem for the transport system of Ukraine.

The aim of research is to improve methods of generating optimal routes of suburban passenger transport on the basis of probability of passenger route choice and combination of features gravity settling residents.

The object of the research is the process of transportation of passengers in the commuter and the subject of research is formation of methods of optimal routes suburban passenger transport.

There are the modern modeling techniques suburban passenger services are analyzed. There were used such methods as: mathematical, statistical, simulation.

The factors that affect the operation of the route network characteristics are analyzed [1-4]. An analysis of modeling of the route network and research on the formation of rational suburban route network are provided.

The analysis of the literature [1-6] given defined research objectives that aimed at improving methods of forming suburban passenger transport routes, taking into account the probability of selecting of a route passenger traffic and features of gravity settling residents. These methods require improvement because they are aimed at determining the parameters and indicators functioning in one or more routes and do not take into account the peculiarities of suburban routing system as a whole. At the same time, the above methods require clarification of types of functions gravitational settling residents and appeal routes for passengers when choosing the means of communication as to address the challenges in urban areas.

Effectiveness of the route network of suburban passenger transport (RN SPT) is the main problem in the choice of management options [1-6]. A large number of possible variants of the system needs to formalize the process of selecting a rational option, which is not possible without the efficiency criterion of RN SPT.

There are the theoretical methods of generating routes suburban passenger transport were examined. For this purpose classical gravity model was studied. This model allows us to perform calculations in correspondence to curves based on transport network capacity and traffic areas that feature attraction resettlement of residents. Factors causing passengers choose different routes and the reasons for this choice were analyzed. It was determined that while forming rational suburban route network, a redistribution of traffic should be used depending on its proposals taking into account the features of attractiveness.

The development of SPTS was considered as the number of passengers' seats in two main areas - for base route network and route network increased in 2 times. For determination of the quality of functioning of SPTS six parameters were chosen. They were combined into two groups: technical-economic and technical-operational.

Block of technical and economic parameters of SPTS functioning allows to set the structure of the vehicle fleet for the passenger and the block of technical and operational parameters of quality of functioning SPTS shows that while increasing the number of passengers' seats the average waiting time and fill the cabin of the vehicle are reduced in the system.

Thus the average waiting time depends on the length RN, reducing its size reduces the total amount of time passengers on the trip.

The resulting patterns describing change of quality indicators SPTS with the two most suitable variants of the system were identified: change the number of passengers' seats in the system at a constant RN and change of the number of passengers' seats in SPTS with variable RN lead to the conclusion that the best direction of the SPTS is the increase of passengers' seats in system at a constant RN. Thus it is possible to reduce filling the cabin and the waiting time of passengers which positively affects the comfort of travel.

During the expansion of the route network by incorporating new routes with a parallel increase in the total number of passengers' seats waiting time and travel time of passengers is increased. But there is an alternative use for more passenger capacity in 2 times extended route network of buses.

1. Кристопчук М.Є. Соціально-економічна ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2012. – 158 с.

2. Корецька С.О. Управління розвитком стратегічного потенціалу автомобільного транспорту регіонів України: Монографія / С.О. Корецька, Р.Р. Ларіна, М.Є. Кристопчук, В.А. Познаховський та ін. - Рівне: НУВГП, 2014. - 256 с.

3. Кристопчук М.Є., Лобашов О.О. Приміські пасажирські перевезення: Навчальний посібник. – Харків: «НТМТ», 2012. – 224 с.

4. A.V. Vesnin, O.D. Pochuzhevskyy, M.E. Krystopchuk The analysis of models of the population transport mobility // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць (англійська версія) – Вип. №32 Кривий Ріг: КТУ, 2012.

5. Веснін А.В., Почужевський О.Д., Кристопчук М.Є. Аналіз моделей транспортної рухливості населення // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць – Вип. №32. - Кривий Ріг: КТУ, 2012. – С. 155-159.

6. Кристопчук М.Є., Веснін А.В., Почужевський О.Д. Потенціал транспортних послуг приміського сполучення населення // Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць – Вип. №29 Кривий Ріг: КТУ, 2011. – С. 142-146.

УДК 656.13

ВИЗНАЧЕННЯ ОКРЕМИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ЧЕРЕЗ КІЛЬКІСТЬ ПАСАЖИРО-ЗУПИНОК

DETERMINATION OF INDIVIDUAL INDICATORS OF THE TRANSPORT PROCESS THROUGH THE NUMBER OF PASSENGER STOPS

Богатчук Іван, Прунько Ігор, Семенів Анна

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76000*

Показники коефіцієнтів використання пасажировмісності і коефіцієнту змінності пасажирів на автомобільному транспорті, зазвичай, розраховують за класичними формулами [1-3].

Рівень використання вмістимості автобуса оцінюють статичним коефіцієнтом наповнення автобуса, який визначається відношенням фактичної кількості пасажирів в автобусі до номінальної вмістимості:

$$\gamma_{\text{вм}} = \frac{q_{\text{ф}}}{q_{\text{вм}}}, \quad (1)$$

де $q_{\text{ф}}$ – фактична кількість пасажирів у салоні автобуса; $q_{\text{вм}}$ – номінальна пасажировмістимість автобуса).

Коефіцієнт змінності – можна визначити, як відношення довжини маршруту $l_{\text{м}}$ до середньої дальності їздки пасажирів на цьому маршруті $l_{\text{нас}}$.

$$\eta_{\text{зм}} = \frac{l_{\text{м}}}{l_{\text{нас}}}, \quad (2)$$

Вказана формула може бути використана при відомих відстанях.

Часто коефіцієнт змінності пасажирів визначають на основі даних, зібраних при обстеженнях маршруту. Для цього використовують наступну формулу:

$$\eta_{\text{зм}} = \frac{Q_{\text{o}}}{q_{\text{вм}} \cdot \gamma_{\text{вм}}}, \quad (3)$$

де Q_{o} – кількість пасажирів, перевезених за рейс (оборот), пас; $q_{\text{вм}}$ – пасажировмістимість автобуса, пас; $\gamma_{\text{вм}}$ – коефіцієнт використання пасажировмістимості.

На основі аналізу обстежень пасажиропотоків [4] було з'ясовано, що коефіцієнт використання пасажировмістимості (наповнення) автобусів можна визначити користуючись поняттям пасажиро-зупинка (пас.-зуп.): проїзд пасажирів від попередньої до наступної зупинки буде складати одну пас.-зуп.; якщо одну зупинку проїде 10 пасажирів то, це буде 10 пас.-зуп. Коефіцієнт використання пасажировмістимості (наповнення) автобусів буде складати:

$$\gamma_{\text{вм}} = \frac{N_{\text{ф}}}{N_{\text{н}}}, \quad (4)$$

де $N_{\text{ф}}$ – сума фактичної кількості пасажирів, які знаходились на кожному перегоні рейсу (обороту) і проїжджали його. Це і буде фактична кількість пасажиро-зупинок (пас.-зуп.) $N_{\text{ф}}$:

$$N_{\phi} = \sum_1^n g_{\phi i}, \text{ пас.-зуп,} \quad (5)$$

де g_{ϕ} - кількість пасажирів, які знаходяться в автобусі на i перегоні і проїжджають його, пас.-зуп.; N_H – номінальна кількість пас.-зуп. у разі використання номінальної пасажировмістності автобуса при проїзді пасажирів з початку до кінця маршруту. Номінальна кількість пас-зуп, які могли би бути виконані у разі повного використання пасажировмістності автобуса, визначається за формулою:

$$N_H = q_{\phi m} \cdot n_z, \text{ пас.-зуп.,} \quad (6)$$

де $q_{\phi m}$ – номінальна пасажировмістність автобуса, пас; n_z - кількість зупинок на маршруті, зуп.

Коефіцієнт використання пасажировмістності (наповнення) автобусів, що визначений за формулою (3) точно співпадає з результатами, отриманими за формулою (2).

При запровадженні ІТ технологій запропонований метод для обчислення показників транспортного процесу дадуть можливість вивільнити людський чинник при визначенні основних показників, які мають важливе значення при обчисленні тарифів на пасажирські перевезення.

1 Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Эксплуатация автомобильного транспорта» /Л. Л. Афанасьев, А. И. Воркут, А. Б. Дьяков, Л. Б. Миротин, Н. Б. Островский; под ред. Н. Б. Островского – М.: Транспорт, 1986. – 220 с.

2 Марунич В. С., Шморгун Л. Г. та ін. Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник/ за ред. доц. В.С. Марунич, проф. Л.Г. Шморгуна – К.: Міленіум, 2017. – 528 с.

3 Кристопчук М.С., Лобашов О.О. Приміські пасажирські перевезення: навчальний посібник : – Х.: НТМТ, 2012. – 224с.

4 Козак Ф.В. Корегування графіків руху маршрутних автобусів у вихідні і святкові дні у місті Івано-Франківську / Ф.В. Козак, І.М. Богатчук, М.І. Богатчук // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту: науково-виробничий збірник / ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ. – Горлівка, 2011. - № 1(12). – С. 13-22.

УДК 656.13

РОЗВИТОК ГРОМАДСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ МІСТА ЛУЦЬК

DEVELOPMENT OF PUBLIC ELECTRIC TRANSPORT OF THE CITY OF LUTSK

Возняк Анатолій

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк 43000*

The article considers promising areas of development of electric transport in the city in terms of the project "Urban Public Transport of Ukraine".

Негативна ситуація функціонування міського електротранспорту, яка склалась на сьогодні, суттєво знижує соціальні та економічні можливості міста. Вихід міста із кризового стану неможливий без стійкого розвитку його транспортної системи.

Криза міського електротранспорту зумовлена загальним станом економіки держави, спадом виробництва, припиненням роботи багатьох підприємств. Проте є і конкретні причини, які стосуються безпосередньо роботи міського електротранспорту.

Нині в Україні експлуатуються морально застарілі типи тролейбусів і трамвайних вагонів, які виготовлені із застосуванням технічних рішень щонайменше 30-річної давнини. Вони характеризуються низькою надійністю і значною трудомісткістю технічного обслуговування та ремонту, а також високою енергозатратністю.

Для задоволення потреб населення м. Луцька у пасажирських перевезеннях сформована розгалужена транспортна мережа на основі 11 тролейбусних маршрутів (рис.1), що складає 61,2 % пасажирських перевезень. Нині рухомий склад, що експлуатується у місті Луцьку за показниками енергоспоживання, надійності та комфортності, поступається аналогам розвинутих Європейських країн та окремих країн СНГ. Більшість тролейбусів відпрацювали нормативний ресурс експлуатації і підлягають списанню. Більше 70 відсотків рухомого складу потребує капітального ремонту. В місті є приватні перевізники, які надають свої послуги, дублюючи маршрути міського електротранспорту, встановлюючи більш високі тарифи, не додержуючись графіків руху, тощо. За цих умов міський електротранспорт перетворився в соціального перевізника.

Технічне переоснащення міського електротранспорту передбачає: заміну фізично зношеного рухомого складу; будівництво та реконструкцію тролейбусних ліній; ліквідацію аварійного стану контактної мережі; відновлення технічного ресурсу тролейбусів шляхом капітальних ремонтів.

Створення умов для пріоритетного розвитку міського електротранспорту передбачає вдосконалення комплексних схем розвитку міського пасажирського транспорту та схем організації руху з метою збільшення обсягу пасажирських перевезень міським електротранспортом у місцях з підвищеним рівнем забруднення довкілля, у зонах масового відпочинку та щільної житлової забудови; здійснення заходів, спрямованих на удосконалення інфраструктури міського електротранспорту.

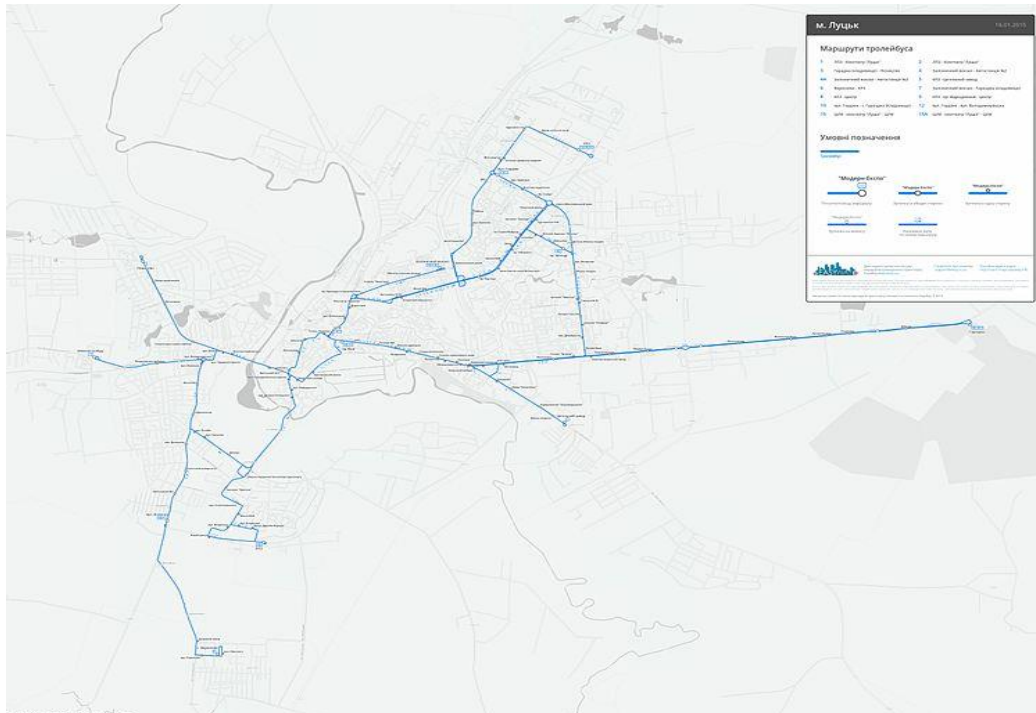


Рис.1 Схема тролейбусних маршрутів у місті Луцьку

Тривалий час Луцька міська рада працювала над вирішенням питання оновлення рухомого складу міського електротранспорту. Нині ж, спільно з Європейським інвестиційним банком та Міністерством інфраструктури України, було впроваджено субпроект “Оновлення інфраструктури електротранспорту міста Луцька Волинської області”. Було проведено тендер на постачання нових 29-ти низькопідлогових 12-метрових тролейбусів для нашого міста у рамках проекту «Міський громадський транспорт України» (рис.2). Вартість — майже 5,5 мільйонів євро.



Рис.2 Зображення нових тролейбусів «Богдан Т70117»

Нові тролейбуси – тихі, екологічні й економічно вигідні, вони споживатимуть удвічі менше електроенергії та матимуть підвищену зручність для пасажирів. Один такий тролейбус замінить орієнтовно 2,5 маршруткі. Тролейбуси матимуть оригінальний дизайн і маркування, що по стилю відповідатимуть Луцьку.

Тролейбуси «Богдан Т70117» для Луцька мають запас автономного ходу 0,5 км, вони є низькопідлоговими, мають відкидний трап і забезпечені місцями для пасажирів пріоритетної категорії. Крім того, враховуються індивідуальні потреби замовників, адже сучасне життя потребує сучасного підходу і при користуванні тролейбусами. Так, нові транспортні засоби будуть обладнані кондиціонером салону та кондиціонером кабіни водія. Для зручності пасажирів в салоні передбачені WI-FI та USB-роз'єми. Водії через встановлені відеокамери зможуть бачити все, що відбувається в салоні. Також тролейбуси будуть оснащені системою безготівкової оплати проїзду.

Два тролейбуси «Богдан Т70117» із замовленої партії 29 одиниць 21 жовтня вирушили з ДП «Автоскладальний завод №1» АТ «АК «Богдан Моторс» до Луцького підприємства електротранспорту і вже незабаром будуть випущені на маршрут.

Тролейбуси їздитимуть на маршруті №15. За домовленістю із заводом, решту, 27 тролейбусів, Луцьк отримає поетапно вже до кінця серпня наступного року.

Окрім оновлення рухомого складу електричного транспорту на дійсних маршрутах у місті Луцьку також планується заміщення автобусних маршрутів новими тролейбусними. В найближчий час планується заміна автобусних маршрутів № 2, 10, 11.

Враховуючи вище викладене, для підвищення ефективності роботи міського електротранспорту корисним для міста Луцька, перш за все, буде перейняття досвіду організації роботи усіх міських пасажирських перевезень, в яких електротранспорт повинен відігравати одну із ключових ролей. На перший план повинна вийти модернізація основного рухомого складу, створення зручних пересадочних вузлів між маршрутами електротранспорту, розширення та оновлення тролейбусної мережі та впровадження сучасних систем оплати проїзду.

1. Луцьке підприємство електротранспорту отримує нові тролейбуси [Електронний ресурс] / Луцька міська рада офіційний сайт, 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.lutskrada.gov.ua/publications/lutske-pidpriemstvo-elektrotransportu-otrymaie-novi-troleibusy>

2. На заводі «Богдан Моторс» представники міськради протестували нові тролейбуси для Луцька [Електронний ресурс] / Район Луцьк офіційний сайт, 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://lutsk.rayon.in.ua/news/306208-na-zavodi-bogdan-motors-predstavniki-miskradi-protestuvali-novi-troleibusy-dlia-lutska>

3. Нові тролейбуси у Луцьку закурсують вже у жовтні [Електронний ресурс] / Волинські новини перше інформаційне агентство офіційний сайт, 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.volynnews.com/news/all/novi-trolleybusy-u-lutsku-zakursuiut-vzhe-u-zhovtni/>

4. Парфентьева І. О. Сучасний стан та перспективи розвитку електротранспорту міста [Електронний ресурс] / Ильчук Н. І., Смаль М. В.: ЛНТУ, 2011. – Режим доступу до ресурсу: https://www.google.com.ua/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjC3IHZ0ejsAhWPmIsKHZQUBT0QFjABegQIAxAC&url=http%3A%2F%2Ffirbis-nbuv.gov.ua%2Fcgi-bin%2Ffirbis_nbuv%2Fcgiiirbis_64.exe%3FC21COM%3D2%26I21DBN%3DUJRN%26P21DBN%3DUJRN%26IMAGE_FILE_DOWNLOAD%3D1%26Image_file_name%3DPDF%2FMTF_2011_40%25282%2529_26.pdf&usq=AOvVaw0M5D2NuNi_XMzfVorxyvjB

УДК 656.051

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ЗНАЧЕНИЯХ СКОРОСТИ
АВТОМОБИЛЕЙ ПЕРЕД СТОП-ЛИНИЕЙ РЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА**

**THE RESEARCH OF THE DISTRIBUTION OF THE CAR SPEED
BEFORE THE STOP-LINE OF SIGNALIZED INTERSECTION**

Горбачев Петр, Ву Дык Минь, Свичинский Станислав

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
ул. Ярослава Мудрого, 25, г. Харьков, 61002*

The report presents the distribution of the car speed before the stop-line of signalized intersection in the city. To obtain required speed values, the special methodology that takes into account the delays at the intersections was developed and applied. As the result, it was defined that the car speed in the zone before the stop-line of signalized intersection can be described by both gamma and exponential distribution.

Для исследования скорости движения автомобилей перед стоп-линией городского регулируемого перекрестка была разработана специальная методика, при которой для замера скорости в качестве дистанции, для которой измеряется время проезда, принималась длина самого проезжающего автомобиля. Задачей замера при этом было определение средней скорости проезда автомобилем дистанции, равной его длине, через заданное сечение автомобильной дороги (АД). Для этого фиксировалось два момента времени – когда выбранное сечение пересекалось передней и задней точкой автомобиля. Также фиксировалась длина автомобиля – расстояние между этими точками. Для выполнения этих измерений использовалась видеофиксация процесса движения автомобилей с последующей обработкой.

Поперечное сечение перед стоп-линией перекрёстка для измерения СД ТС было выбрано таким образом, чтобы во время простоя автомобиля при запрещающем сигнале светофора его корпус находился в этом сечении и время ожидания разрешающего сигнала светофора учитывалось в скорости проезда автомобиля, что является обязательным условием при оценке влияния регулируемого перекрёстка на СД. Учитывая реальную длину ТС, для проведения обследований было выбрано сечение улицы на дистанции 1,5 м перед стоп-линией с целью выполнения поставленного условия для первых автомобилей в очереди перед перекрёстком. Видеокамера находилась непосредственно над выбранной линией сечения для адекватного отражения длины автомобиля на видео.

Моментом, который определил выбор перекрёстка для проведения наблюдений, стала возможность проведения видеосъемки в упомянутых условиях – за 1,5 м перед стоп-линией под прямым углом к направлению движения проезжающих автомобилей. Такая возможность была найдена на примыкании проспекта Победы к улице Клочковской в г. Харьков, на котором две полосы движения предназначены для поворота налево и для выполнения которого в цикле выделен основной такт, рис. 1. Это примыкание имеет большую площадь и хорошее дорожное покрытие, что обеспечивает достаточно свободные условия движения на самом объекте, т.е. не ограничивает СД автомобилей при старте от стоп-линии и дальнейшем разгоне.

Продолжительность цикла светофорного регулирования на перекрёстке составляет 90 с, из которых разрешающая фаза для выбранного направления равна 16 с. Обследование проводилось в течение одного часа рабочего дня – пятницы, 10 января 2020 года – с помощью видеофиксации процесса проезда автомобилями поперечного сечения пр. Победы непосредственно перед стоп-линией перекрёстка по двум полосам.

В результате обработки видеоматериалов было получено 260 значений времени проезда автомобилей собственного габарита (длины) через поперечное сечение дороги и, собственно, значений этого габарита. Замер длины автомобиля проводился с помощью бесплатной экранной линейки «mySize» [1].



Рис. 1. Участок проспекта Победы, выбранный для проведения наблюдений за СД автомобилей

Общие результаты обработки видеоматериала представлены в табл. 1. Параметры масштаба и формы гамма-распределения, подобранные методом максимального правдоподобия, оказались равными 3,011 и 1,005 соответственно.

Таблица 1

Статистическая характеристика значений скорости движения автомобилей перед стоп-линией перекрёстка ул. Я. Мудрого и ул. Алчевских

Параметр	Значение
Количество наблюдений, ед.	260
Минимальное значение скорости, м/с	0,03
Максимальное значение скорости, м/с	11,50
Средняя скорость, м/с	2,423
Стандартное отклонение, м/с	3,005
Параметр масштаба гамма-распределения	3,011
Параметр формы гамма-распределения	1,005

Проверка соответствия полученного ряда значений скорости теоретическому гамма-распределению была проведена в программе STATISTICA 10 [2] с помощью критериев Колмогорова-Смирнова и Пирсона, рис. 2.

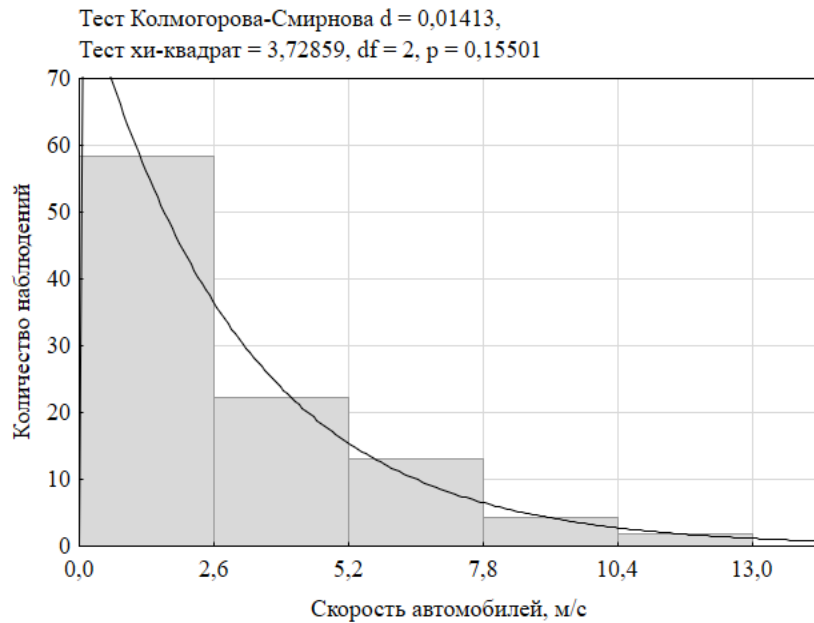


Рис.2. Гамма-распределение, пригодное для описания СД автомобилей

Данные результаты свидетельствуют о подтверждении гипотезы о возможности использования гамма-распределения для описания СД ТС.

Близкое к единице значение параметра формы гамма-распределения свидетельствует о возможности описания эмпирического распределения СД автомобилей перед стоп-линией экспоненциальным законом, что подтвердилось при соответствующей проверке, рис. 3.

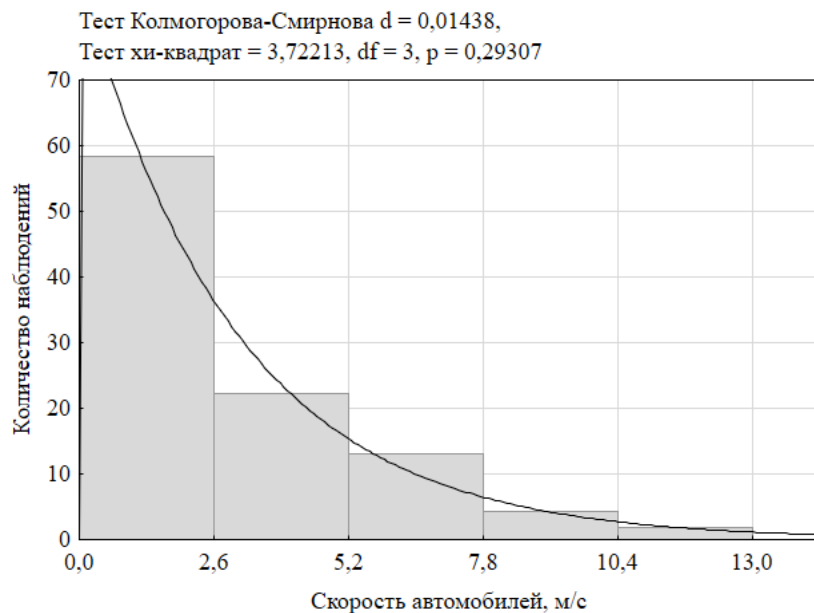


Рис.3. Гамма-распределение, пригодное для описания СД автомобилей

Полученные результаты полностью характеризуют скорость движения автомобилей в городе как случайную величину и формируют информационную основу для расчета шума ускорения, влияющего на расход топлива автомобилями.

1. MySize [Электронный ресурс] / Official web-site of My Size, Inc. – Режим доступа: <https://www.mysizeid.com/>.
2. Краткое руководство STATISTICA. – StatSoft, 2012. – 354 с.

УДК 656

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НА ТРАНСПОРТЕ КАК ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ШАГ В РАЗВИТИИ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ

INDIVIDUALIZATION OF OBJECTS IN TRANSPORT AS AN EVOLUTIONARY STEP IN THE TRANSPORT SCIENCE DEVELOPMENT

Горяинов Алексей

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, ул. Алчевских, 44, г. Харьков, 61002

Развитие техники и технологий расширяют возможности по управлению транспортом. Интеллектуальные транспортные системы собирают и обрабатывают большие массивы данных. Создаются предпосылки для более глубокого анализа функционирования (поведения) отдельных элементов (объектов) систем. Это даст возможность более точно прогнозировать развитие событий и состояний как самих объектов транспорта, так и систем, составными элементами которых они являются.

Изучение характеристик объектов транспорта тесно связано с «транспортной диагностикой» (например, [1]). По мере совершенствования информационных технологий и коммуникаций возможностей реализации концепции «транспортной диагностики» становится все больше.

Сложно представить, что увеличивающееся количество данных про каждого участника (объект) транспортной системы, не будет использоваться для уточнения алгоритмов прогнозирования состояний и событий. Соответственно, можно предположить, что произойдет переход к индивидуализации объектов на транспорте. Рассмотрим некоторые примеры, которые свидетельствуют об этом.

Один из примеров связан с таким понятием, как «аудит дорожной безопасности». В период формирования концепции «транспортная диагностика» автором проводилась параллель между терминами «диагностика» и «аудит». В табл. 1 приведен фрагмент сравнения аудита дорожной безопасности и традиционных методов оценки безопасности дорожного движения (полное сравнение в [1, с.22] или [2, с.100-102]).

Таблица 1

Отличия аудита дорожной безопасности от традиционных методов оценки безопасности дорожного движения проекта автомобильной дороги (фрагмент)

Оценка безопасности дорожного движения проекта	Аудит дорожной безопасности
Оценка соответствия стандартам и нормам	Оценка влияния на безопасность с учетом особенностей поведения и психофизиологического восприятия дорожной ситуации участниками дорожного движения

Из табл.1 видно, что аудит дорожной безопасности подразумевает более индивидуализированный подход к рассмотрению отдельных проектов на транспорте.

Другим примером может служить индивидуализация тарифов на ОСАГО (например, [3]). Суть данного подхода заключается в учете личностных характеристик водителей. Планируется учитывать нарушения дорожного движения (например, выезд на встречную полосу, превышение скорости более чем на 60 км/ч, проезд на красный свет и др. [3]). Если рассмотреть данную информацию с рассмотренным ранее аудитом дорожной безопасности, то можно видеть определенную ихнюю совместную целостность. Например, при изучении

какой-либо части транспортной системы города, можно состыковывать данные про характеристики транспортных потоков и данные про личностные характеристики водителей.

В качестве другого примера приведем информацию о персонификации транспортной карты (например, [4]). Первоначально появление платежных карт для транспорта не подразумевало персонификации. Однако, по мере развития таких систем спрос на персонификацию возрос. Это связано с набором возможностей, который может дать персонификация (например, пользователь карты может посмотреть баланс карты, заблокировать ее, остаток на счете перенести на другую карту [4]). Безусловно, дальнейшее развитие платежных систем позволит создавать новые виды услуг для пользователей.

Можно предположить, что базы данных об индивидуальных пользователях транспортными услугами позволят разработчикам и управленцам совершенствовать существующие маршрутные системы. Или же в рамках существующих маршрутов предлагать пользователям более рациональные варианты перемещения между пунктами отправки и назначения. При этом под рациональными вариантами можно рассматривать варианты с разными критериями (стоимость проезда, время поездки, безопасность, количество пересадок и др.).

Сегодняшний уровень развития интеллектуальных транспортных систем уже позволяет пользователю отслеживать в режиме реального времени работу транспорта. Однако обратная связь от пользователя еще только начинает вплетаться в механизм функционирования систем транспорта. Здесь уместно привести пример с использованием данных мобильных операторов для ввода или корректировки маршрутов (например, [5]). В материале [5] информация используется мобильных операторов и данные являются обезличенными. В случае с индивидуализацией (персонификацией) пользователя транспортной услуги возможностей для развития транспортных систем будет гораздо больше. Здесь можно провести параллель с покупателем в каком-либо Интернет-магазине. Осуществляя покупку товаров или услуг покупатель (пользователь) образует обратную связь с продавцом. Можно предположить, что в ближайшем будущем транспортная услуга будет продаваться по таким же правилам, как и все другие услуги в Интернет-магазинах.

Далее отметим пример с инициативами, связанными с введением гибких тарифов на проезд в городе (например, [6]). Если ранее такие подходы к ценообразованию в городах широко не применялись (по крайней мере в Украине), то современные технологии и условия современных рынков различных товаров и услуг способствуют этому. Соответственно потребности пользователей будут индивидуализироваться.

Резюмируя вышеизложенное, можно предположить, что понимание об объектах транспорта, в частности о транспортном и пассажирском потоках несколько изменится. Такие потоки будут рассматриваться как совокупность участников (элементов) с индивидуальными характеристиками.

1. Горяинов А.Н. *Транспортная диагностика. Книга 1. Научные основы транспортной диагностики (диагностический подход в системах транспорта): монография* – Харьков: НТМТ, 2014. – 291 с. <http://bit.ly/Mon-04v2-2014-Goryainov>

2. Пугачёв И.Н. *Организация и безопасность дорожного движения : учеб. пособ. / И.Н. Пугачёв, А.Э. Горев, Е.М. Олеценко. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. - 272 с.*

3. *Эксперт прокомментировал законопроект об индивидуализации тарифов ОСАГО (12.03.2020)* <https://www.m24.ru/news/transport/12032020/110253> - 03.11.2020

4. *Персонификация карты Тройка будет добровольной (27.03.2019)* <https://plusworld.ru/daily/platezhnyj-biznes/post-427662/> - 03.11.2020

5. *Не трать деньги на такси: по Харькову планируют пустить ночные троллейбусы (05.02.2019)* https://kh.vgorode.ua/news/transport_v_infrastruktura/414657-ne-trat-denyh-na-taksy-po-kharkovu-planiruyut-pustyt-nochnye-trolleibusy - 03.11.2020

6. *Ездишь больше - платишь меньше. В Харькове предложили модели гибкого тарифа для всех видов коммунального транспорта (12.10.2020)* <https://atn.ua/avto/ezdish-bolshe-platish-menshe-v-harkove-predlozhili-modeli-gibkogo-tarifa-dlya-vseh-vidov> - 03.11.2020

УДК 656.078

ПОКАЗНИКИ ОЦІНЮВАННЯ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ РЕГІОНУ

INDICATORS OF EVALUATION OF THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORT SYSTEM OF THE REGION

Дорошук Вікторія, Демидюк Андрій

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

The activity of the transport system of the region cannot be planned and evaluated without a set of indicators by which the volume and quality of its work are measured.

Нині на кожному виді транспорту є своя система показників, що відображають його специфіку. Та існує група показників, яка є однією для всіх видів транспорту та для загальнодержавних планових і облікових органів. До цієї групи відносяться насамперед показники перевізної роботи. Розрізняють показники кількісні (об'ємні) і якісні. Такий поділ досить умовний, тому що в принципі кожен кількісний показник характеризує відому якість, і навпаки.

Економічну ефективність (якість) роботи використовують на всіх видах транспорту. У цій групі найважливіше значення має собівартість перевезень у копійках і продуктивність праці, вимірювана в наведених тонно-кілометрах на 1 працівника транспорту, зайнятого на перевезеннях (зазвичай на рік).

Автори методики оцінки функціонування регіональної транспортно-логістичної системи українські вчені О. П. Кравченко та Є. П. Медведєв [3]. Автори, вважають, що транспортна система регіону – сукупність суб'єктів транспортної системи, об'єднаних у логістичних ланцюгах і каналах і взаємозв'язаних у єдиному процесі управління матеріальними, інформаційними, фінансовими, сервісними та іншими потоками, що створюються або переміщуються на території регіону з метою оптимальної і раціональної організації їх руху в транспортному комплексі з мінімальними логістичними витратами та максимальним корисним ефектом для всіх учасників системи при дотриманні необхідного рівня сервісу. Достовірну оцінку та визначення загального рівня ефективності функціонування транспортної системи регіону, можна провести за допомогою рекомендованої системи показників, кожний з яких виражається співвідношенням (індексом) результатів, витрат та ресурсів транспортної системи.

Набір показників, за допомогою яких задаються нормативи, називається рекомендованою системою показників. Вони поділяються на первинні та вторинні [4]. Під первинними показниками розуміються такі, що отримані в результаті безпосереднього обліку функціонування транспортної системи регіону (наприклад, вантажообіг, ткм; довжина автомобільних доріг загального користування, км та ін.). Вторинні показники – це ті, що розраховуються (наприклад, собівартість 100 ткм, у.о.).

Система показників оцінки функціонування регіональної транспортно-логістичної системи, яку запропонували автори, складається з двох груп: інфраструктурні показники регіону (довжина автомобільних доріг загального користування, тис. км; експлуатаційна довжина залізниць, км) та показники транспортної роботи регіону (вантажобіг автомобільного транспорту, млн. ткм; обсяг перевезень вантажів автомобільним транспортом, млн. т; вантажообіг залізничного транспорту, млн. ткм; обсяг перевезень вантажів залізничним транспортом, млн. т) (рис.1) .

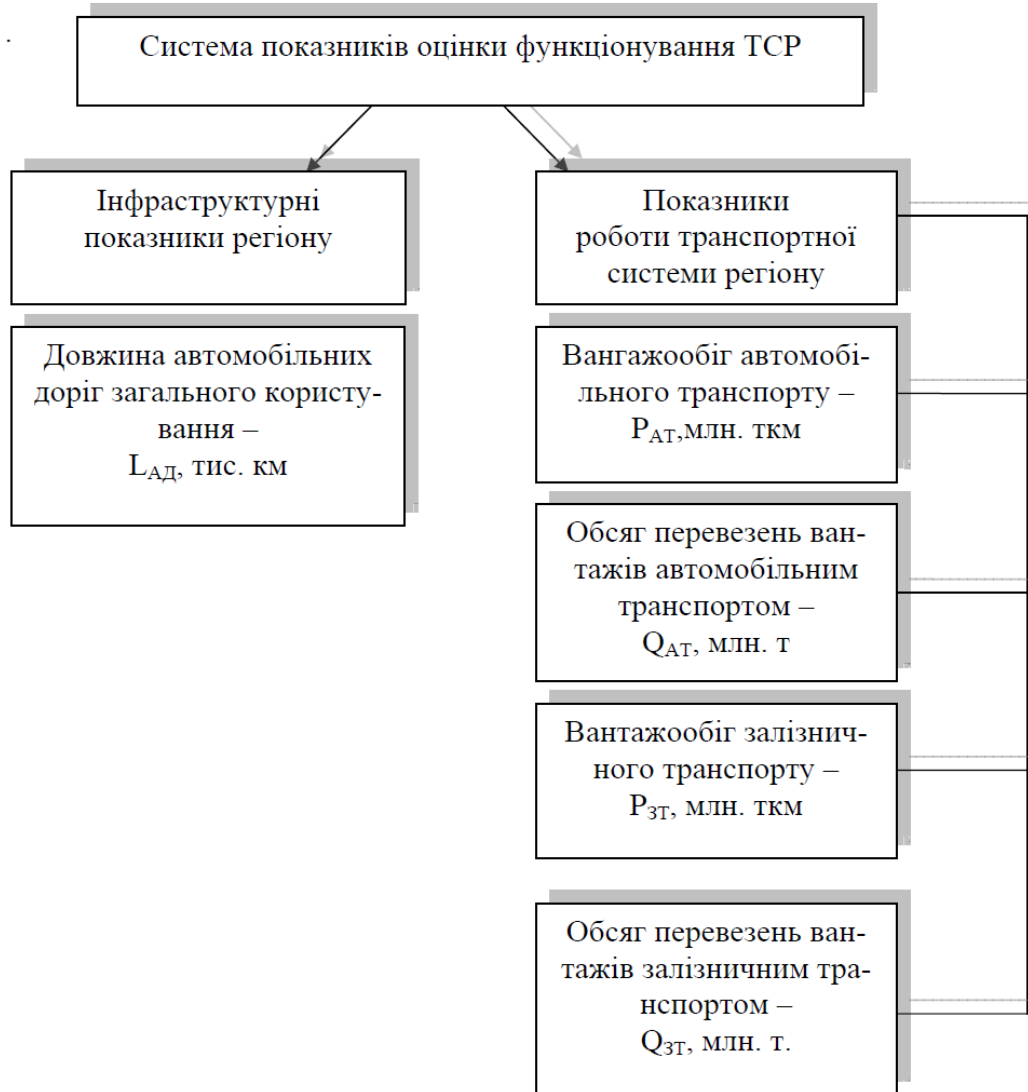


Рис. 1. Система показників оцінки функціонування транспортної системи регіону [1, 2, 5]

Структурно-логічна модель оцінки зводиться до чотирьох основних положень: формування первинних показників, які характеризують функціонування транспортної системи регіону; розрахунок темпів зростання, який виражає найбільш ефективне функціонування транспортної системи регіону та їх ранжування; порівняння фактично упорядкованого темпу зростання з нормативним; визначення інтегральної оцінки ефективності функціонування транспортної системи регіону.

1. Козлов В. С. Діагностика і оцінка сегментів транспортного потенціалу регіону / В. С. Козлов // *Економіка розвитку* – 2013 - № 4 (68) – С. 27- 32.

2. Козлов В. С. Удосконалення системи оцінки транспортного потенціалу регіону. / В. С. Козлов // *Економіка промисловості* – 2011 – № 54 (2-3) – С. 171-174.

3. Кравченко. О. П. Методика діагностики функціонування регіональної транспортно-логістичної системи / О. П. Кравченко, Є. П. Медведєв // *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології* – 2013 - № 4 – С. 48-52.

4. Градов А.П., Кузин Б.И., Медников М.Д. Региональная экономика [текст]: [учебник] / А.П. Градов, Б.И. Кузин, М.Д. Медников – СПб.: Питер, 2003. – 222с

5. Розміщення продуктивних сил і регіональна економіка: підручник / за загл. ред. д-ра екон. наук, проф., чл.-кор. НАН України С.І. Дорогунцова. – К.: КНЕУ, 2005. – 988 с.

УДК 656.13

МЕТОДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРЕСУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ

METHODS OF POPULATION MOVEMENT FORECASTING

Коваленко Андрій

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail: ankov311204@gmail.com*

According to the city population group and the volume of available data, three groups of mathematical models are used for passenger demand forecasting nowadays: deterministic, probabilistic, and heuristic. There are also a number of combined models featuring deterministic, heuristic, and probabilistic models.

Вивчення пасажиропотоків на окремих маршрутах проводять із метою підвищення якості транспортного обслуговування пасажирів, для чого використовують інформацію, отриману при рішенні технологічних завдань вибору й розподілу рухомого складу, раціоналізації режимів і розкладів руху [1].

У сучасній пасажирській транспортній системі між причинами й наслідком звичайно немає такого зв'язку ні в часі, ні в просторі. Тому прогнози пасажирських транспортних потоків не є повними. Використання для прогнозів елементарних (частіше лінійних) рівнянь не дає необхідного результату, тому що прості співвідношення справедливі тільки для простих детермінованих законів.

У процесі ж формування пасажирських транспортних потоків діють складні нелінійні співвідношення із запізнюванням, які ускладнюють процес прогнозування й приводять до істотних втрат.

Першими виникли евристичні методи пересування. Різними методами і спробами вчені навчилися здійснювати евристичні прогнози, які в більшості випадків дають у середньому непогані результати. Цей метод дозволив також сформулювати в загальному виді етапи процесу прогнозування:

1. Ознайомлення з об'єктом прогнозування й вивчення різноманітних відомостей про нього (географічні, економічні й ін.),
2. Вивчення процесу розвитку й характерних ознак цього об'єкта,
3. Вивчення закономірностей росту ряду однорідних об'єктів і індивідуальних особливостей.
4. Нагромадження власного досвіду прогнозування та критичне його застосування

Аналіз основних етапів прогнозування на основі досвіду й інтуїції дозволив виявити слабкі сторони розглянутого методу: досвід прогнозиста, як правило, обмежений малим числом об'єктів, однак він завжди схильний до переоцінки виявлених їм місцевих закономірностей і критеріїв і приписує їм глобальний характер; число факторів, що прогнозист ураховує в прогнозі, або мало, або взагалі не завжди може бути названо дослідником; при інтуїтивному підході не встановлюється ступінь надійності прогнозних моделей, відсутні об'єктивні критерії оцінки порівнянь і різних прогнозних схем; обмежена можливість передачі досвідів і інтуїції кращих прогнозистів, тому що розумовий процес важко формалізувати.

Саме тому роботи з удосконалювання евристичних методів прогнозування ведуться тільки в області підбора експертів, їхнього числа, обробки результатів, автоматизацію процесу голосування й інших організаційних моментів з поліпшення процесу прогнозування. Внутрішня ж структура евристичних методів прогнозування практично не змінилася й не

вдосконалилася, зберігши властиву їй суб'єктивність. Тому потрібна була розробка математичних методів, які позбавлені недоліків, евристичним властивостям.

Перші спроби використання математичних методів відносять до кінця XIX століття, коли А. Веллінгтон (США) і Э. Лілль (Австро-Угорщина) спробували встановити математичну залежність між величиною транспортного потоку, населенням кореспондуючих пунктів і відстанню між ними. Так, Э. Лілль пропонував використовувати для обчислення частоти поїздок гіперболу виду:

$$y = \frac{c}{x} \quad (1)$$

де c – коефіцієнт поїздок;

x – відстань поїздки.

Пізніше було запропоновано багато модифікацій цієї моделі, що одержали назву «гравітаційні». В основі цих моделей лежить твердження, що між двома великими населеними пунктами існує транспортне «тяжіння» пряме пропорційне добутку чисельності населення цих пунктів і обернено пропорційній відстані між ними:

$$P_{ij} = \alpha_{ij} \times \frac{P_i \times P_j}{D_{ij}^\beta} \quad (2)$$

де P_{ij} – потік з пункту i у пункт j ;

P_i, P_j – чисельність населення відповідно в пунктах i, j ;

D_{ij} – відстань між населеними пунктами;

α – коефіцієнт пропорційності;

β – постійна величина [2].

Запропонована ще в минулому столітті за аналогією із гравітаційним законом Ньютона, гравітаційна модель формування пасажирських зв'язків виявилася близькою по фізичному змісту до реальної картини транспортної взаємодії міських територій і при правильному підборі емпіричних коефіцієнтів забезпечує достатню точність розрахунків. Факторів, що враховуються, визначальне утворення пасажирських зв'язків, у гравітаційній моделі всього дві: місткість об'єктів і труднощі повідомлення або відстань між ними [3].

Гравітаційна модель ставиться до класу детермінованих, при відомих визначальних факторах вона дає однозначні величини обсягів пасажиро перевезення які в принципі неможливі, тому що являють собою величини статистичні, не обумовлені однозначно. Вони можуть характеризуватися лише математичним очікуванням і дисперсією (або еквівалентними їм). З іншого боку, гравітаційну модель вважають імовірною, тому, що «функція опору» імітує в ній найбільш імовірні розподіли зв'язків між транспортними районами [3].

Гравітаційні моделі прогнозування пасажиропотоків знайшли широке застосування на різних видах транспорту. Аналіз таких моделей показав їхні основні недоліки:

1. Порівняно низьке коло показників, що враховуються, обраних часто суб'єктивно, не дозволяє враховувати індивідуальні особливості об'єктів прогнозування, економічні, демографічні, географічні й інші фактори;

2. Складність визначення коефіцієнта пропорційності для перспективних умов, так як із часом коефіцієнт істотно змінюється.

Одержання якісно нового ефекту в прогнозуванні зв'язують із застосуванням методів факторного й кореляційного аналізу.

М.И. Загордан і Ф.П. Кравец запропонували для прогнозування пасажиропотоків залежність, засновану на тім принципі, що число пасажирів прямо пропорційно добутку чисельності населення двох пунктів і назад пропорційно квадрату відстані між ними

$$P_{ij} = \alpha_{ij} \times \frac{P_i \times P_j}{D_{ij}^2} \quad (3)$$

Коефіцієнт пропорційності, розрахований па основі статистичних даних про кореспонденцію пасажирів між окремими пунктами, коливався в межах від 0,001 до 0,475. [2]

Не завжди вибір тих або інших гіпотез формування кореспонденцій міського населення досить обґрунтований, тому що наявні емпіричні матеріали ще недостатні для того, щоб дати із цих питань чіткі рекомендації.

Великою перевагою моделювання є наочність всіх процесів і можливість одержання якісної й переконливої анімації, формування статистики, тим самим полегшуючи процес прийняття рішень. Тобто, змодельовавши людські потоки, що переміщуються в розглянутій конструкції можна розглянути їхнє поведження, як у повсякденних, так і в критичних ситуаціях, таким чином, допрацьовуючи об'єкт і роблячи більше безпечним ще до будівництва [4].

Крім перерахованих методів, для цих цілей може бути використаний апарат моделювання виробничих процесів. Такий підхід прийнятий уважати перспективним тільки в тому випадку, коли прогнозований процес детально вивчений і є його конкретний математичний опис. Однак така можливість при прогнозуванні потоків виникає дуже рідко.

Крім того, при використанні цього методу виникає ряд обставин, що ускладнюють його: зв'язані незадовільні результати прогнозу з поганою оцінкою параметрів моделі або сама модель яка не відповідає дійсності; що відбудеться з моделлю, якщо коефіцієнти основних рівнянь трактувати як випадкові або невизначені величини.

В залежності від методики одержання вихідних даних і застосування виводів моделі прогнозування пасажиро перевезення ділять на два класи: аналогові (екстраполяційні) і синтетичних (імітаційних). Аналогові моделі застосовують для розрахунків існуючих транспортних систем з відомими даними натурних обстежень тенденціями розвитку пасажиро перевезення в історичному часі. Вони не розкривають причинної сутності утворення пасажирських зв'язків у місті, але виходять із пропозиції, що перспективна картина руху в ньому буде аналогічна існуючої, але розміри руху зміняться відповідно до «фактору росту», «коефіцієнту росту», та на величину яких установлюють екстраполяцією на розрахунковий період даних натурних обстежень. Прикладами аналогових моделей є моделі коефіцієнтів росту. Синтетичні методи не вимагають аналізу існуючого стану пасажиро перевезення, їх застосовують при проектуванні транспортних систем нових міст. Особливість цих методів полягає в тому, що вони моделюють сам процес формування пасажирських зв'язків у заданих планувальних і транспортних умовах [5].

З огляду на відзначені фактичні труднощі, ряд фахівців вважає, що назріла необхідність розробки та затвердження типових методик прогнозування транспортних потоків. За допомогою таких методик вдалося б попередити безліч необґрунтованих рішень і різко скоротити строки розробки проектів.

1. Спирин И. В. *Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками* : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И. В. Спирин. 5е изд., перераб. М. : Издательский центр «Академия», 2010. 400 с.
2. Яцукович В.И. *Подвижность населения. МГАДИ (ТУ)* — М., 1996 г., 97 с.
3. Ефремов И. С., Кобозев В. М., Юдин В. А. *Теория городских пассажирских перевозок: Учеб. пособие для вузов.* — М.: Высш. школа, 1980. — 535 с., ил.
4. *Технологии и методы моделирования пассажирских перевозок на воздушном транспорте* : учеб. пособие / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов, А. Н. Гардюк ; М-во образования и науки Рос. Федерации, С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : ГУАП, 2014. - 215 с.
5. Маликов Р.Ф. *Практикум по имитационному моделированию сложных систем в среде AnyLogic6[Текст]: учеб. пособие/ Р. Ф. Маликов.*—Уфа: Изд-во БГПУ, 2013. —296с.

УДК 656.02

АКТУАЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЦЕНТРІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ В УМОВАХ ВЕЛИКИХ МІСТ

URGENCY OF APPLICATION OF DISTRIBUTION CENTERS IN THE ORGANIZATION OF GOODS DELIVERY IN THE CONDITIONS OF LARGE CITIES

Ковтун Анастасія, Літвінова Яна

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
просп. Д. Яворницького, 19, м. Дніпро, 49005*

Застосування транспортними компаніями великовагового транспорту для забезпечення продукцією торгівельних мереж є вельми складною задачею. З одного боку це обмеження в переміщенні вантажного транспорту вулицями великих міст де діють певні обмеження дорожнього руху, а з іншого, в багатьох містах більшість переміщень громадян здійснюється на власному автотранспорті, що погіршує стан навколишнього середовища та впливає на утворення заторів. Як нещодавно зазначав Девід Баністер, питання змін клімату та викидів парникових газів є наразі дуже актуальним [1]. Глобальні викиди CO₂ знову зростають і саме транспорт є одним із основних джерел цих викидів. Наприклад в США на автотранспорт припадає 29% викидів парникових газів. Поки досягається прогрес у впровадженні більшої кількості відновлюваних джерел енергії при її виробництві, транспорт залишається проблематичним напрямком, незважаючи на те, що багато міст намагаються відмовитись від використання горючого палива автотранспортом та заохочують більше використовувати електромобілі. Щодо утворення заторів, необхідно зазначити, що перенаселеність великих міст стала постійною проблемою. В основному це пов'язано з тим, що темпи зростання перевезень не відповідають темпам розвитку міської інфраструктури (наприклад ширина смуг руху автомобільних доріг не відповідає вимогам сьогодення). При активному зростанні кількості автотранспортних засобів, розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури є одним із пріоритетних напрямків розвитку міст. Розвинена інфраструктура дозволить без значних зусиль впоратись з підвищенням інтенсивності руху та збільшенням рівня завантаження міських доріг, впливати на зменшення заторів, забезпечувати своєчасну доставку вантажів до замовників тощо.

Враховуючи те, що розвиток транспортної інфраструктури міста впливає на збільшення обсягів вантажних перевезень, а останнє, в свою чергу при існуючих підходах негативно впливають на стан навколишнього середовища, необхідним є впровадження нових підходів до створення розвинутої єдиної транспортної системи міста, яка забезпечить взаємодію різновагового транспорту. Таким прикладом може бути створення розподільчих центрів у межах міста, які забезпечать просування вантажів за рахунок їх консолідації та розподілення за напрямками та можливість забезпечення їх перенавантаження на різні типи автотранспорту та проміжного зберігання. Сьогодні явно відчувається потреба у вдосконаленому підході до облаштування сучасних складських приміщень, до трансформування їх у розподільчі центри [2]. Це допоможе зменшити вплив зазвичай нерозвинутої інфраструктури міст на якість перевізного процесу.

1. Banister, D. (2019). *The climate crisis and transport*. *Transport Reviews*, 39(5), 565-568. doi: 10.1080/01441647.2019.1637113

2. Афтаназів І. С., Струтинська Л. С., Андрусів С. В. Оптимізація територіального розміщення логістичних центрів та технопарків. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка"*. 2017. № 863. С. 3-11.

УДК 656.135

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В МІСТІ ХАРКОВІ ТА ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN KHARKIV AND KHARKIV REGION

Линник Ірина, Вакуленко Катерина, Катасонова Наталія

*Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
бул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002*

The state of atmospheric air in Kharkiv and Kharkiv region is analyzed and it is revealed that atmospheric air pollution comes from mobile and stationary sources of pollution. One of the main sources of pollution is thermal power plants and oil and gas companies. The most polluted territories of the city of Kharkiv were identified and the causes of pollution were established. Measures aimed at improving the state of atmospheric air in the Kharkiv region and the city of Kharkiv are presented.

За даними Головного управління статистики в Харківській області викиди забруднюючих атмосферу речовин від стаціонарних джерел у 2019 році складають 106,5 тис. тонн [1]. Найбільша кількість викидів спостерігається у Зміївському, Красноградському, Балаклійському, Чугуївському районах та м. Харкові. Це пояснюється тим, що у цих районах працюють потужні промислові підприємства теплоенергетичної та нафтогазовидобувної промисловості: Зміївська ТЕС ПАТ ДЕК «Центренерго», Газопромислове управління «Шебелинкагазвидобування», ПАТ «ЄВРОЦЕМЕНТ-УКРАЇНА», ДП ТЕЦ «Есхар», Шебелинський газопереробний завод, Шебелинське ЛВУГМ, Харківське ЛВУМГ, ПАТ «Харківська ТЕЦ-5» [2, 3].

У м. Харкові за даними Головного управління статистики в Харківській області викиди забруднюючих атмосферу речовин від стаціонарних джерел у 2019 році складають 4,013 тис. тонн [1]. Основними забруднювачами атмосферного повітря міста є ТЕЦ-3, Харківський тракторний завод, ДП «Завод ім. Малишева», ЗАТ «Харківський коксовий завод» (рис. 1) [4].

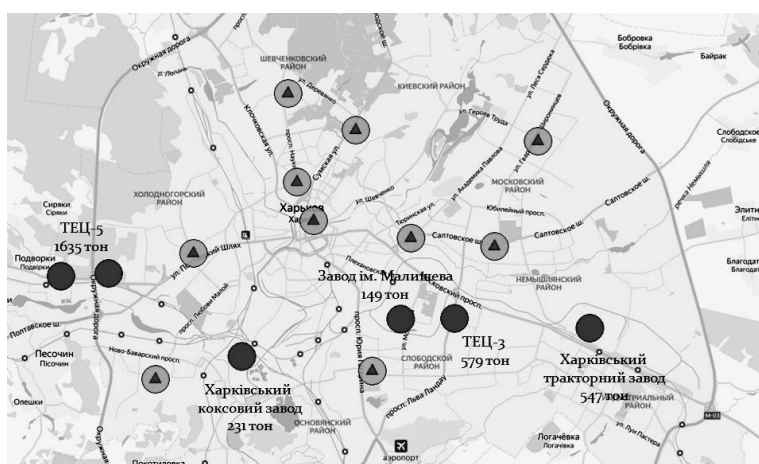


Рис. 1. Основні стаціонарні забруднювачі атмосферного повітря у м. Харкові

Забруднення атмосфери викидами автотранспорту посідає друге місце після енергетики за рахунок постійного збільшення кількості автотранспорту. Найбільша кількість викидів спостерігається у Харківському та Дергачівському районах [2, 3].

Основними причинами інтенсивного забруднення атмосфери від пересувних джерел є [2, 3]:

- щорічне збільшення загальної кількості автотранспорту;
- експлуатація технічно застарілого автомобільного парку;
- низька якість паливно-мастильних матеріалів;
- незадовільний стан автомобільних шляхів, відсутність об'їзних маршрутів;
- недостатня пропускна спроможність дорожньо-транспортної мережі, яка сформувалась в умовах існуючої забудови, особливо в центральній частині міста;
- погана організація руху, відсутність дорожніх розв'язок, підземних пішохідних переходів тощо;
- незадовільний стан дорожнього покриття проїзної частини доріг.

У відпрацьованих газах, що викидають автомобілі, виявлено близько 280 різних шкідливих речовин. Ці шкідливі речовини призводять до забруднення автошляхів та прилеглих до дорожнього полотна земельних ділянок і лісосмуг, а під час опадів ще й поверхневих та ґрунтових вод, шкодять здоров'ю людини, а в деяких випадках призводить до тяжких захворювань. Наявність у відпрацьованих газах шкідливих речовин обумовлена різновидом палива, присадок і олій, умовами згоряння палива, режимом роботи двигуна, його технічного стану, умов руху автомобіля тощо [5].

Нормальним для організму людини є повна відсутність в атмосферному повітрі забруднюючих речовин. Однак сучасні технології не можуть забезпечити чистоту атмосфери через існуючі методи перетворення енергії. Отже, під час вирішення питання про захист атмосфери зважають на домовленості про її допустиме забруднення, яке оцінюється величиною допустимої концентрації забруднюючої речовини в атмосфері.

Забруднення атмосфери законодавчо обмежується санітарними правилами охорони атмосферного повітря способом введення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин [5]. Ці концентрації різні для різних умов діяльності людей. Якщо порівняти прийняті гранично допустимі концентрації хімічних речовин в Україні, США і країнах Європейського Союзу, можна дійти висновку, що українські норми є жорсткішими (табл. 1) [6, 7].

Таблиця 1

Порівняння деяких гранично допустимих концентрацій хімічних речовин в Україні, США та Європейському Союзі

Речовина	ГДК, мг/м ³		
	Україна	США	Європейський Союз
Ангідрид сірчистий (SO ₂)	0,05	0,075	0,125
Двоокис азоту (NO ₂)	0,085	0,053	0,200
Свинець (Pb)	0,001	0,00015	0,0005
Окис вуглецю (CO)	5,0	10	10

Якість атмосферного повітря оцінюється індексом якості (AQI). Індекс забруднення атмосфери є спрощеним показником і розраховується зазвичай для п'яти найбільш значущих концентрацій речовин, що визначають сумарне забруднення повітря: бенз(а)пірен, формальдегід, фенол, аміак, діоксид азоту, сірковуглець.

На рисунку 2 представлено стан атмосферного повітря міста Харкова за даними спостережень Харківського регіонального центру з гідрометеорології [4].

Аналізуючи рівень забруднення атмосфери міста можна зробити висновок, що найбільш забрудненими територіями є райони Іванівка, Салтівка, Павлове поле, Центральний, Холодна гора, Сокольники, Баварія, район залізничного вокзалу та інші [2, 3].

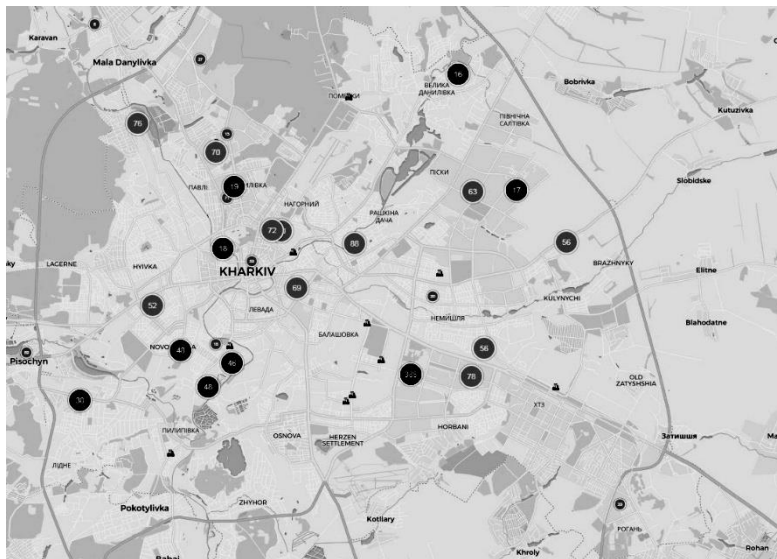


Рис. 2. Рівень забруднення атмосферного повітря у місті Харкові станом на квітень 2020 р.
(у колах показано індекси якості повітря)

У центральній частині міста найбільша інтенсивність транспортного руху, велика кількість перехресть, через що автомобілі мають їхати з низькою швидкістю руху, робити велику кількість зупинок на світлофорах. Це призводить до надмірних витрат пального, особливо у місцях гальмування, та спричиняє підвищені викиди забруднюючих речовин.

Останнім часом у всьому світі проводяться заходи щодо покращення екологічної ситуації, зокрема зниження викидів забруднюючих речовин і парникових газів в атмосферне повітря. Такі завдання вирішуються і в Харківській області та місті Харкові.

На підприємствах теплоенергетичної та нафтогазовидобувної промисловості проведено поточний ремонт установок очистки газу на енергоблоках, переоснащення котлоагрегатів, золотловлювачів, прочищення грубих решіток, вживаються заходи із реконструкції, модернізації, технічного переоснащення спалювальних установок тощо.

Проведено перевірку автомобілів на паливну економність і токсичність двигунів автомобілів.

1. Головне управління статистики у Харківській області [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://kh.ukrstat.gov.ua/navkolyshnie-seredovyshche-stat/1058-vykydy/1478..>

2. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2018 році, Харківська обласна державна адміністрація, Департамент екології та природних ресурсів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1006/100511/Attaches/regionalna_dopovid_2018.pdf. – Харків, 2019. – 183 с.

3. Екологічний паспорт Харківської області, затв. Департаментом екології та природних ресурсів Харківської області державної адміністрації, 2014 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ecodepart.kh.gov.ua/images/doc/ekorasport%202014.doc>.

4. Рівень забруднення атмосферного повітря у місті Харків [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.saveecobot.com/maps/kharkiv>.

5. Линник І. Е. Оцінка та прогнозування екологічного стану дорожнього господарства : монографія І. Е. Линник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 144 с.

6. Air Quality Standards [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>. – (дата звертання 17.05.2020).

7. National Ambient Air Quality Standards [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://en.wikipedia.org/wiki/National_Ambient_Air_Quality_Standards. – (дата звертання 17.05.2020).

УДК 656.13

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕРЕЖІ МАРШРУТІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА ТЕРИТОРІЇ МІСТА РІВНЕ

IMPROVEMENT OF THE NETWORK OF PASSENGER TRANSPORT ROUTES ON THE TERRITORY OF THE CITY OF RIVNE

Макарчук Юлія

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

Актуальність дослідження. Важливою проблемою міста Рівне являється вдосконалення маршрутної транспортної мережі та покращення рівня якості надання транспортних послуг при потужній економічній конкуренції між приватними та комунальними підприємствами. Вдосконалення існуючої маршрутної мережі міста та шляхи покращення якості надання транспортних послуг громадським транспортом дозволить повністю задовільнити потреби населення міста в пересуванні, створити більш безпечні умови дорожнього руху, покращити рівень комфортності поїздок та вирішити фінансові суперечки між перевізниками.

Метою даного дослідження є аналіз існуючої транспортної мережі міста та вибір способів та методів для покращення параметрів маршрутних пасажирських транспортних перевезень та мережі в цілому.

Методи дослідження. В результаті вивчення робіт дослідників та вивчення даної проблеми вирішено використовувати різні методи аналізу та синтезу. Під час виділення рівнів представлення маршрутного пасажирського транспорту застосовується методологія багаторівневої ієрархії та положення теорії складних систем. З використанням теорії масового обслуговування розробляються теоретичні основи формування функціональної сталості пасажирського транспорту. Для розробки методики слот-координації розкладу руху використанні генетичні алгоритми. Використання методів математичного програмування та імітаційного моделювання дає можливість визначити допустимі межі ресурсного забезпечення зупиночних пунктів.

Аналіз транспортної мережі та пасажирського транспорту міста Рівне.

Рівне - місто обласного значення в Україні, являється обласним центром Рівненської області. Населення міста Рівне налічує 246 тисяч мешканців. Місто розташоване на річці Устя. Існує проблема оптимізації та ефективного функціонування маршрутного пасажирського транспорту, що повною мірою задовільняло б потреби населення міста у пересування, а також приносило б стабільний прибуток усім перевізникам, які функціонують у місті.

На даний час в місті функціонують 32 автобусних та 12 тролейбусних маршрутів, що сполучають всі мікрорайони Рівного.

Кожного місяця маршрутним пасажирським транспортом перевозять понад 5,5 мільйонів пасажирів. Переміщення пасажирів з одного мікрорайону в інший практично в усіх напрямках та без пересадок забезпечує розподілена система перевезень. Це зручно для населення, зменшує вартість проїзду маршрутними транспортними засобами та призводить до зменшення завантаження міських вулиць громадським транспортом.

Перевезення пасажирів з віддалених спальних районів в центр міста не перевищує 25 хвилин. Середня технічна швидкість становить приблизно 22 км/год. В міжпікові години доби вона може перевищувати 40 км/год. Мережа електротранспорту, що функціонує в місті, покриває майже 75 відсотків маршрутної мережі міста.

Зазвичай на маршрутах використовують транспортні засоби категорії МЗ першого класу з малою пасажиромісткістю - "Еталон", мікроавтобуси "Богдан", "Мерседес" та інші.

У тролейбусному парку міста в наявності 80 машин. В грудні 2016 року було придбано перший дуобус. В січні 2020, в місті запустили перші 5 екоавтобусів, місткістю 84 людини.

Автовокзали "Рівне" та "Чайка" забезпечують автобусне сполучення. Міський аеропорт розташований на відстані 8 кілометрів від центру міста Рівного. Біля аеропорту проходять автомобільні магістралі, які дозволяють за лічені хвилини дістатись до автовокзалу, залізничного вокзалу та центру міста.

Час руху пасажирів пішки від будинку або з місця роботи приблизно складає 5-10 хвилин. Середній час очікування транспортних засобів на зупинному пункті становить не більше 5 хвилин в години пік, а в міжпіковий період близько 7-10 хвилин. Але на жаль, це не завжди відповідає дійсності.

Шляхи вдосконалення маршрутної мережі міста та покращення маршрутного пасажирського транспорту:

- встановлення раціональних форм структурної організації транспортної системи міста, як єдиного цілого;
- розробка методів оцінювання взаємодії споживачів транспортних послуг з елементами обслуговуючої підсистеми;
- створення нових та збільшення використання наявних енергоефективних видів маршрутного пасажирського транспорту;
- ефективне використання наявних ресурсів вулично-дорожньої мережі та об'єктів інфраструктури.

Висновки. На сучасному етапі розвитку маршрутної пасажирської транспортної мережі виникає гостра необхідність їх реформування та впровадження нових підходів до підвищення її ефективності. Використовуючи запропоновані шляхи вдосконалення маршрутної мережі міста та покращення маршрутного пасажирського транспорту, в результаті ми зможемо вдосконалити існуючу транспортну мережу, підвищити рівень комфортності поїздок, створити безпечні умови дорожнього руху, оптимізувати графіки руху маршрутних транспортних засобів, покращити екологічний стан міста та задовольнити повною мірою потреби населення в пересуванні.

1. Вдовиченко В.О. Методологічні основи формування системної ефективності громадського пасажирського транспорту в умовах сталого розвитку: монографія. Харків: ХНАДУ, 2017. 212 с.

2. Вакуленко К. Є., Доля К. В., Управління міським пасажирським транспортом / ХНУМГ, 2015 – 37-39 с.

3. Доля В.К. Пасажирські перевезення: [підручник] / В.К. Доля. – Х.: Форт, 2011. – 504с

УДК 656.078

НЕДОЛІКИ ТА ПРОБЛЕМИ В ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ВАНТАЖІВ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

DEFICIENCIES AND PROBLEMS IN THE ORGANIZATION OF CARGO TRANSPORTATION IN MODERN CONDITIONS

Пахаренко Володимир, Яценюк Микола, Котик Богдан

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

На даний час, розв'язання проблем економічного розвитку України є одними з перших завдань нашої держави. При цьому особливу увагу привертає транспортна інфраструктура, яка є базовою ланкою забезпечення як економічного розвитку національної економіки країни так і підвищення якості життя населення. Для розвитку вітчизняної економіки важливим є підвищення ролі транспортного комплексу, що забезпечує життєдіяльність населення, якісний розвиток економіки держави, збереження обороноздатності та можливість досягнення високоефективних зовнішньоекономічних відносин країни [1].

Як нам всім відомо автомобільний транспорт займає в економіці будь-якої держави в світі провідне місце через те, що він напряму бере участь у всіх процесах які відбуваються в економіці як нашої країни так і будь-якої іншої країни простіше кажучи автомобілі застосовуються скрізь і завжди, тому для того що автомобільні перевезення видавали дуже хороший результат їх потрібно максимально як тільки це можливо ефективно організовувати. Але є проблеми та ряд недоліків в організації перевезення вантажів з якими ми стикаємось постійно. Першим недоліком є недобросовісність перевізників які напряму пов'язані з перевезеннями того чи іншого вантажу цей недолік називається перевантаженість автомобілів це є глобальна проблема бо вона призводить до руйнування дорожнього покриття як наслідок забирає додаткові кошти з державного бюджету на ремонт цього самого покриття. На скільки відомо на сьогоднішній день в нашій державі робляться кроки щодо її вирішення в нас поступово встановлюються пункти зважування, але проблема є оскільки наша держава так і не змогла побороти корупцію. На пунктах зважування досі є корупційні схеми з якими наша держава на жаль на сьогоднішній день так і не змогла впоратись. А рекорди перевантаження автомобілів просто не піддаються дійсності найбільший з яких 202 тонни фура рухалась в напрямку з Одеської області до Івано-Франківська. Тому недолік є і з ним потрібно боротись в першу чергу тим хто є його причиною.

Другою проблемою яка веде до важливого недоліку є кількість ДТП які спричиняють вантажні автомобілі кожного року, а кількість цих ДТП збільшується з кожним роком. На скільки відомо в нашій державі існує положення про робочий час та час відпочинку водіїв де сказано що час керування протягом дня (зміни) не повинен перевищувати 9 годин. На тиждень 40 годин. На жаль наші перевізники часто порушують це положення, що в більшості випадків і призводить до великої кількості ДТП за участі великовагових вантажних автомобілів порушують тим, на сьогоднішній день дуже мало автомобілів обладнуються тахографами які мали б стежити за тим скільки водій часу їде скільки відпочиває ця проблема є дуже актуальною на сьогоднішній день в нашій країні. Третьою важливою проблемою є проблема екологічного характеру оскільки в нашій країні досі використовуються автомобілі часів СРСР які взагалі не відповідають ніяким стандартам щодо небезпечних викидів в атмосферу, що стає причиною великої кількості різних захворювань, що ці викиди можуть викликати в населення нашої країни починаючи від серцево-судинних закінчуючи онкологією тому проблема є проблема дуже глобальна, проблема з якою на жаль наша держава майже не звертає уваги так само як і

приватні підприємства які мають доволі великі прибутки і все ж далі користуються технікою яка вже давно повинна бути в музеях нашої країни. Ось три основні проблеми які розкриті в цій тезі проблем є дуже велика кількість їх потрібно поступово ліквідувати для того аби наша країна ставала більш конкурентно-спроможною в галузі вантажних перевезень автомобільним транспортом як на європейському так і на світовому рівні [2, 3].



Рис. 1. Схема проблем в організації перевезення вантажів.

Нераціональні перевезення призводять до підвищення логістичних і в першу чергу транспортних витрат, до додаткової завантаженні транспортних шляхів.

Нажаль, при здійсненні контейнерних перевезень не завжди вдається знайти попутній вантаж у зворотному напрямку, але якщо такий вантаж знаходиться, то рентабельність перевезень стає маловигідною, оскільки за затримку контейнера та його використання АТП перераховує кошти на міжнародну контейнерну лінію, яка є власником контейнерів. Так, як перевезення контейнерів здійснюється у більшості випадків здійснюється на відстань більше 100км, то проблема зі зворотними вантажами є проблемою номер один у АТП. Вирішення цієї проблеми це продуктивна робота диспетчерського відділення та формування доцільного маршруту.

Були забуті ефективні методи складання оптимальних маршрутів, використовувани раніше, так звані транспортні задачі.

Транспортні підприємства витрачають величезні гроші на програмне забезпечення, здатне автоматизувати процес пошуку найбільш раціонального маршруту проходження, хоча набагато економічніше було б використовувати, наприклад, Microsoft Excel, який дозволяє не тільки отримувати оптимальний результат, а й легко аналізувати, до чого приведе його деяка зміна.

1. Рудзінський В.В. «ІТС автомобільного транспорту (функціональні основи) : навч. посібник / В.В. Рудзінський. – Житомир : ЖДТУ, 2012. – 98 с.

2. Голотюк М.В. Інтелектуальні транспортні системи в управлінні перевезення вантажів // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків, 2018. – Випуск 192 «Проблеми надійності машин». – С. 241–247.

3. Артёмов М.П. Вдосконалення тракторів використанням інтелектуальних автоматизованих систем управління / Артёмов М.П., Подригало М.А., Макаренко М.Г. // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка сільськогосподарській техніці. – Харків, 2019. – Випуск 199 «Механізація сільськогосподарського виробництва». – С. 160–166.

УДК 656.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

RESEARCH OF THE FACTORS INFLUENCING CHARACTERISTICS OF FUNCTIONING
OF A TRANSPORT NETWORK OF THE CITY

Пашкевич Світлана, Хітров Ігор, Садовчук Олена

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

Проаналізовано показники, що використовуються для дослідження транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста, визначено взаємозв'язок між характеристиками транспортного потоку

Міський пасажирський транспорт загального користування є складовою частиною транспортної системи країни.

Він є важливим чинником формування територіальної структури господарства. Вплив транспортного чинника залежить від рівня розвитку транспортної системи. Чим більш розвинутою, різноманітною й розгалуженою є транспортна мережа, чим більше функціонує ефективних транспортних засобів, тим сприятливішим є транспортне положення об'єкта території (району, міста). А недостатній розвиток транспортної системи обмежує можливості формування і подальший розвиток господарства на певній території

Для забезпечення умов організації дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міст необхідно мати інформацію про стан дорожнього руху. В першу чергу необхідно мати дані, що характеризують транспортний потік.

Багаторічний досвід досліджень та практичних спостережень за транспортними потоками дозволили розробити відповідні об'єктивні показники. Найбільш необхідні та часто застосовувані є

- інтенсивність транспортного потоку на вулично-дорожній мережі міст;
- склад транспортного потоку за типами транспортних засобів;
- щільність потоку, швидкість та затримки руху.

Отримати такі дані про стан транспортного потоку дозволяє використання різноманітних моделей транспортного потоку.

Інтенсивність транспортного потоку (інтенсивність руху) (N) – кількість транспортних засобів, що проїжджають через переріз дороги за одиницю часу.

Інтенсивність руху має нерівномірний характер. Існують закономірності зміни інтенсивності руху по годинах доби, дням тижня, місяцям року і т.д. Так протягом доби в містах звичайно спостерігаються «пікові періоди». У період ранкового й вечірнього «піка» інтенсивності переважають «трудові» поїздки (від будинку до місця роботи й навпаки). Звичайно можна виділити й «міжпіковий» період, коли інтенсивність руху знижується (з 10 год., до 16 год.).

$$K_n = \frac{N_i}{N_{cp}}$$

де N_i – інтенсивність руху в i -й годині доби;

N_{cp} – середня інтенсивність руху протягом доби.

Часова нерівномірність транспортних потоків може бути охарактеризована відповідним коефіцієнтом нерівномірності K_n для річної, добової та годинної нерівномірності руху.

Нерівномірність може бути виражена як частка інтенсивності руху, що приходить на даний відрізок часу, або як відношення інтенсивності, що спостерігається до середньої інтенсивності за однакові проміжки часу.

Коефіцієнт добової нерівномірності розраховується за формулою:

$$K_{нд} = \frac{24N_{аз}}{N_{ад}},$$

де 24 – число годин в добі;

$N_{аз}$ – інтенсивність руху за порівнювану годину, авт/год;

$N_{ад}$ – сумарна інтенсивність руху за добу, авт/доб.

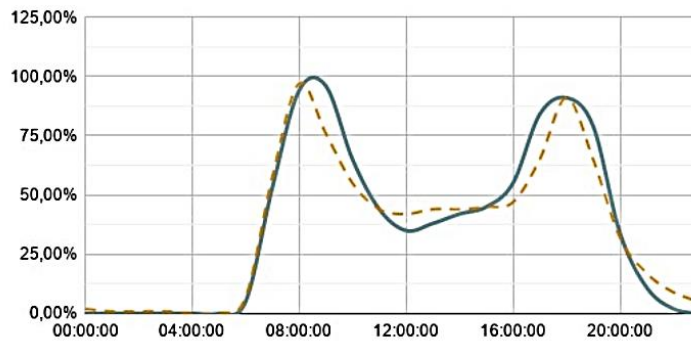
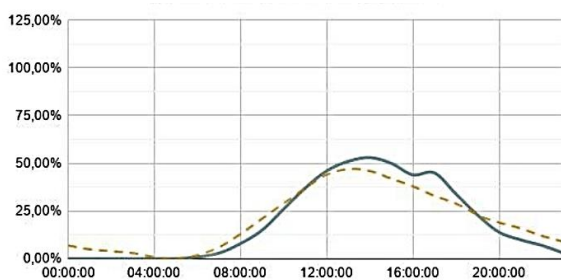


Рис. 1. Зміна інтенсивності транспортного потоку на протязі доби (понеділка) з тижневим порівнянням на міській магістралі: --- – поточний день тижня; — — минулий день тижня

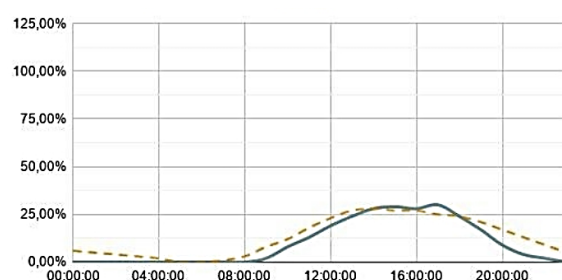
Як видно на графіку інтенсивність руху відрізнялася від минулого понеділка на прикладі м. Рівне. У понеділок інтенсивність руху була більше 36%, тоді як в понеділок минулого тижня вона становила всього трохи більше 24%.

«Пік» припав на ранок . «Пікова» годинна інтенсивності руху склала 96%. Увечері цей показник був близьким, але нижчим на 5 пунктів.

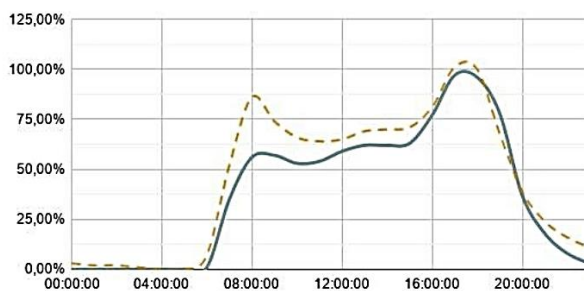
На вулично-дорожній мережі міст можна виділити окремі ділянки, де рух транспортних засобів досягає максимальних розмірів, в той час коли на інших ділянках він в декілька разів менше. Така просторова нерівномірність відображає передусім нерівномірність розміщення вантажо- та пасажирозбірних пунктів та місць їх притягання.



а) ділянка ВДМ з примиканням
Об'їзної дороги міста



б) ділянка ВДМ з примиканням міського
ринку



в) ділянка ВДМ з примиканням ВНЗ

Рис. 2: Зміна інтенсивності транспортного потоку на протяжці доби (понеділка) з тижневим порівнянням на різних ділянках руху: --- – поточний день тижня; --- – минулий день тижня

Як видно з графіків на ділянці дороги в) середньодобова інтенсивність транспортного потоку була трохи більше 38%. Ранкова інтенсивність транспортного потоку сягала 57%. У вечері – 97%. На ділянці дороги а) середньодобовий показник близько 20%, майже аналогічно і ділянка дороги б) – до 10% середньодобової інтенсивності транспортного потоку.

Пропускна здатність дороги (P) – це максимальне число автомобілів, що можуть пройти по ній в одиницю часу при забезпеченні заданої швидкості й безпеки руху

$$P = \frac{3600}{\Delta t_{min}},$$

де Δt_{min} – мінімальний інтервал руху між автомобілями, с

$$\Delta t_{min} = \frac{(S_{T2} - S_{T1})}{v},$$

де S_{T2}, S_{T1} – відповідно зупиночний шлях 2-го і гальмівний шлях 1-го автомобіля.

Пропускна здатність однієї смуги залежить від складу потоку. При збільшенні в складі потоку частки вантажних автомобілів пропускна здатність смуги знижується, як і швидкість руху транспортного потоку. У міру наближення пропускної здатності до граничної, знижується швидкість і погіршується стабільність руху.

Параметри транспортного потоку для різних умов руху

Характеристика потоку	Швидкість, км./год.	Інтенсивність (питома на одну смугу руху), авт./год.
А. Вільний	96–60	1000
В. Стабільний	88–55	1500
С. Наближається до нестабільного	64–40	1800
Д. Нестабільний	64–40	2000
Е.Затор	48–30	2000

Тривалість безперервного руху в режимі граничної пропускної здатності 10-15 хв., а тривалість затору може перевищувати 50% часу. Середня швидкість потоку при цьому становить 15-20 км./год. і дуже висока аварійність.

Проте необхідно відзначити, що, розглядаючи рух транспортних засобів та оцінюючи межі можливої інтенсивності потоку, ми характеризуємо не тільки їх, але й весь комплекс ВАДС («водій-автомобіль-дорога-середовище»). Це можна пояснити тим, що характеристики транспортних засобів та водія можуть внести не менший вплив на пропускну здатність, чим параметри дороги. Великий вплив на фактичне значення пропускної здатності може надавати стан навколишнього середовища. Пропускна здатність особливо падає при дощі, тумані, снігопаді, ожеледі.

Визначення пропускної здатності автомобільних доріг необхідно виконувати для виявлення ділянок з можливими заторами, оцінки економічності та умов руху транспортних засобів, а також для вибору методів та засобів з поліпшення умов руху всіх учасників руху.

1. Павлова І.О. Дослідження складових транспортного потоку на вулично-дорожній мережі міста/ І.С. Мурований, І.О. Павлова // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки"/ Луцький НТУ. - Луцьк, 2011. - № 32.- С. 295-302

2. Пашкевич С.М. Аналіз параметрів функціонування об'єктів транспортної інфраструктури на формування транспортних та пасажирських потоків у містах / С.М. Пашкевич, М.Є. Кристопчук // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал / Луцький НТУ. - Луцьк, 2018.- № 1(10). - С. 66-72

УДК 656.078

ТРАНСПОРТНІ ПОТОКИ У МІСТАХ: ФОРМУВАННЯ ТА РОЗПОДІЛ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА РІВНЕ)

TRANSPORT FLOWS IN CITIES: FORMATION AND DISTRIBUTION (AT THE EXAMPLE
OF THE CITY RIVNE)

Почужевський Олег

*ДВНЗ "Криворізький національний університет",
вул. Віталія Матусевича, 11, м. Кривий Ріг, 50027, Україна*

The analysis of the results of research on the influence parameters of the placement of transport infrastructure objects, in particular bus stations and transport and transfer points in the city plan, on the spatial development of the city, depending on the planning features of the transport network. It is established that the parameters of the functioning of bus stations and their influence on the formation of traffic flows and the distribution of passenger correspondence on the city's route network.

Важливими елементами транспортної інфраструктури міста є вокзали. Від раціонального розміщення об'єктів транспортної інфраструктури у містах багато в чому залежать ефективність використання різних видів транспорту, рівень транспортного обслуговування населення, просторовий розвиток міста та комфортність міського середовища.

Автори [1-3] терміном «транспортна інфраструктура» описують підсистему, без якої неможливе функціонування будь-якого міста, у зв'язку з цим саме місто розглядається як високоефективна, організована система руху, яка раціонально взаємозв'язує простір і процеси, які впливають на соціальну діяльність мешканців міст.

Системи міського пасажирського транспорту займають особливе місце в загальній структурі пасажирського сполучення [4]. Стійкість та безпека функціонування транспортного комплексу міста є одним з основоположних завдань при розробці стратегії просторового розвитку населеного пункту.

Місце транспортно-пересадочного вузла (наприклад вокзалу) у транспортній інфраструктурі визначає його транспортну роботу, тобто, організацію взаємодії внутрішніх і приміських зв'язків, міського та міжміського сполучення. В ієрархічній структурі елементів міста значення транспортно-пересадочних вузлів визначається масштабами зон їх впливу (міжміські, загальноміські або районні) і, відповідно, доступністю вузла, його транспортною і функціональною структурою. Мережа транспортно-пересадочних вузлів являє собою відгалуження транспортних магістралей міст, завдяки її розростанню розширюються зв'язки між центрами міст і приміськими територіями, містами-супутниками і агломераціями.

Аналіз розміщення транспортно-пересадочних вузлів [1-3,5] у містах вказує, що головні вузли знаходяться переважно поблизу загальноміського центру (і в самому центрі), а також в серединній, рідше, у периферійній зонах міста.

На розміщення транспортно-пересадочних вузлів на плані великого міста з переростанням їх в суспільно-транспортні центри багато в чому впливає розташування вокзалів різних видів зовнішнього транспорту (залізничного, морського, річкового, автомобільного і повітряного), що є також найважливішими міськими пересадочними вузлами.

Для розвантаження найбільш напружених ділянок транспортної мережі вкрай необхідне залучення автобусів великої і особливо великої місткості. Одним із шляхів виходу із цієї ситуації є формування раціональної маршрутної системи міста. Під час формування раціональної маршрутної системи міста [1-4] мають бути враховані наступні вимоги: міські

маршрути повинні зв'язувати найкоротшим шляхом пасажироутворюючі пункти міста, промислові підприємства, вокзали, ринки, центр міста тощо; кількість маршрутів має відповідати потребі пасажирів у безпересадочних сполученнях; рівномірна завантаженість маршрутів по всій довжині; скоординованість міських маршрутів з приміським сполученням.

Завантаження транспортної мережі визначається кількістю транспортних засобів, які використовують для руху кожен елемент мережі. Моделювання завантаження полягає в розподілі міжрайонних кореспонденцій за конкретними шляхами, що з'єднують пари районів. Вихідними даними виступає набір матриць кореспонденцій, що відносяться до переміщень різних видів або різних класів користувачів.

Відомі два підходи до моделювання розподілу транспортних потоків: нормативний та дескриптивний. У нормативних моделях розподіл транспортних потоків здійснюється на основі оптимізації деякого глобального критерію, що характеризує ефективність роботи всієї мережі. Як правило це виражена в тій або іншій формі мінімізація сумарних витрат [3,5].

Сучасний рівень транспортного планування міст передбачає розробку комплексу проектно-будівельної документації, необхідної для послідовної реалізації планів розвитку транспортної системи міста з врахуванням змін в рівні територіального, промислового, культурного, освітнього та економічного розвитку підприємств та населення міст [6].

Результати формування моделі потреб у пересуваннях транспорту (див. рис. 1), дозволяють переходити до аналізу поточної ситуації у місті та розробки заходів щодо реорганізації комплексної схеми транспорту м. Рівне [6].

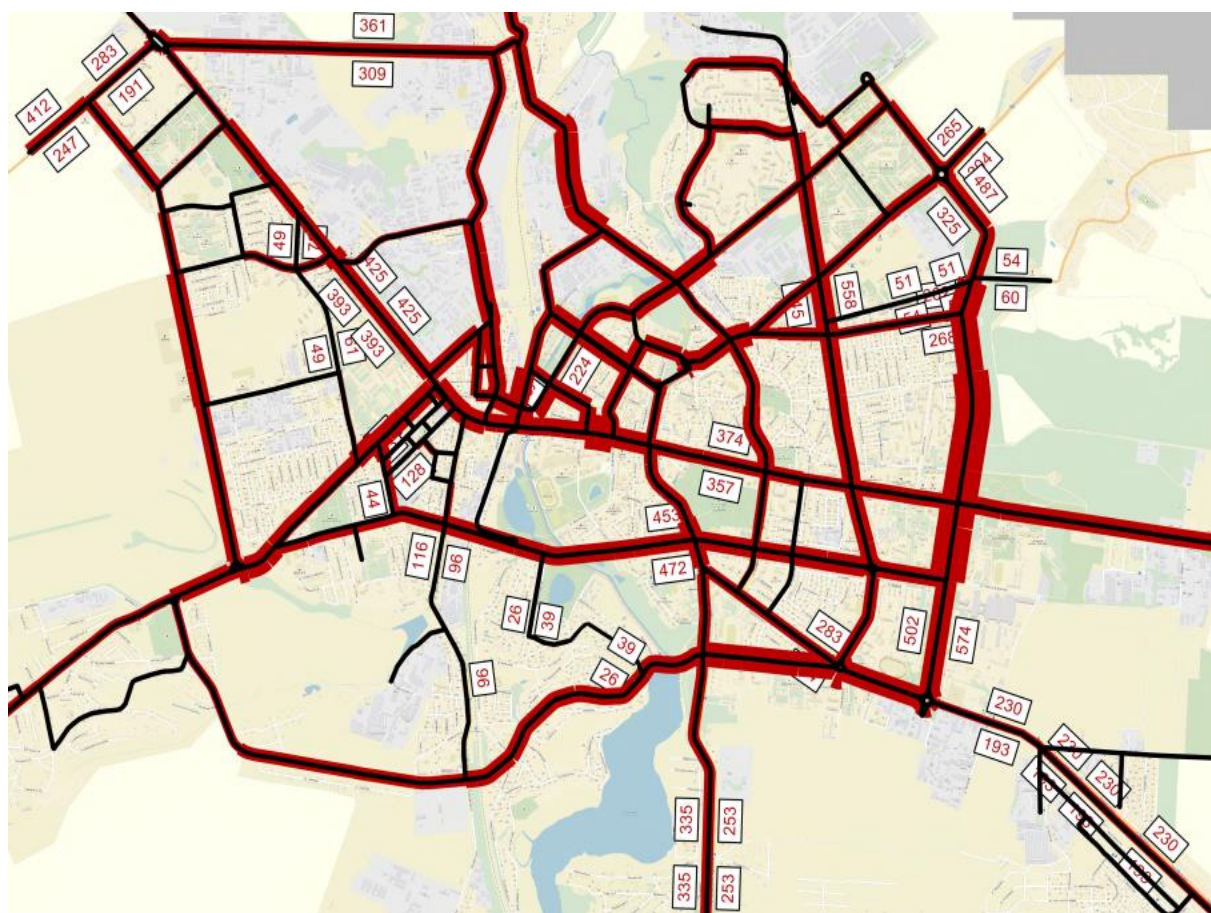


Рис. 1. Розрахункова інтенсивність транспортного потоку у приведених одиницях, од./год., [6]

Слід зазначити, що вибір шляху деякими користувачами збільшує завантаження елементів мережі, які входять у даний шлях. У результаті відбувається збільшення узагальненої ціни цих елементів, це, у свою чергу впливає на оцінку і вибір шляху іншими користувачами. Таким чином, вибір, здійснений одними учасниками руху, побічно впливає на вибір, виконаний іншими.

Місце і значення транспортно-комунікаційного вузла в функціонально-просторовій структурі міської зони супроводжується цілим рядом факторів: щільністю забудови, чисельністю постійного населення, рівнем розвитку наземного і позавуличного транспорту, наявністю резервних територій для забудови, які визначають функціональне і об'ємно-просторове планування вузлів. Крім того, перенесення або організація пересадочних вузлів на периферійних територіях потребує внесення змін в діючу маршрутну мережу міського пасажирського транспорту, що пов'язано з перерозподілом пасажиропотоків та організацією потужних районів тяжіння пасажирів. Однак, при виборі місць розташування об'єктів транспортної інфраструктури, які забезпечують взаємодію транспортних потоків індивідуального, громадського пасажирського транспорту та перерозподілу пасажирських кореспонденцій у транспортно-пересадочних вузлах, слід розглядати комплексні моделі, з можливістю оптимізації деякого глобального критерію, що характеризує ефективність роботи всієї мережі.

1. Кристопчук М.Є. До питання розміщення міських транспортно-пересадочних вузлів / М.Є. Кристопчук, З.В. Бичко // *Комунальне господарство міст. Науково-технічний збірник – Вип. 103 Серія „Технічні науки та архітектура”* Харків: ХНАМГ, 2012. – С. 374-378.

2. Горбачев П.Ф. Рациональное размещение транспортно-пересадочных узлов в городах / П.Ф. Горбачев, В.Ф. Далека, И.Г. Гузенков // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий. Вип. 4 (52) – Харьков: Технологический Центр, 2011. – С. 4 - 6.*

3. Пашкевич С.М. Аналіз параметрів функціонування об'єктів транспортної інфраструктури на формування транспортних та пасажирських потоків у містах / С.М. Пашкевич, М.Є. Кристопчук // *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал / Луцький НТУ. – Луцьк, 2018. – № 1(10). – С. 66-72.*

4. Пашкевич С.М. Закономірності формування потоків пасажирів в маршрутних мережах малих міст / С.М. Пашкевич, М.Є. Кристопчук // *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті : науковий журнал / Луцький НТУ. – Луцьк, 2017. – № 2(9). – С. 100-106.*

5. Кристопчук М. Є. Вплив місць розташування об'єктів транспортної інфраструктури на просторовий розвиток міста / М.Є. Кристопчук // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка», Львів: зб. наук. пр. / Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львів. політехніка», 2017. – Вип. 866, серія : Динаміка, міцність та проектування машин і приладів. – С. 166-171.*

6. Розробка комплексної схеми організації дорожнього руху в місті Рівне : Звіт про НДР (Том I: дослідницька частина) / ТзОВ «Інститут Харківпроект», Харківський національний автомобільно-дорожній університет; керівник Горбачов Петро Федорович; викон. : Колій О.С., Чижик В.М., Атаманюк Г.В. [та ін.]. – Харків, 2018. – 158 с.

УДК 656.13

ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА ДУБНО

FUNCTIONING OF THE TRANSPORT NETWORK OF THE CITY OF DUBNO

Хітров Ігор, Коляда Дмитро

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

Місто Дубно є одним із міст західної центральної частини нашої України. Дубно входить до Рівненської області її південно-західної частини. Місто є центром Дубенського району Рівненської області. Через місто і його околицями проходять автомобільні шляхи територіального, загальнодержавного і міжнародного значення (табл. 1, рис. 1).

Таблиця 1

Характеристика автомобільних доріг м.Дубно і Дубенського району

№ зп	Найменування дороги	Значення показника
1	Протяжність автомобільних доріг загального користування, км	437,4
2	З них: - міжнародні, км - районного значення, км	84,1 86,3
3	Важливі автошляхи	Київ-Чоп (М06) Доманове-Ковель-Чернівці-Тереблече (М19).

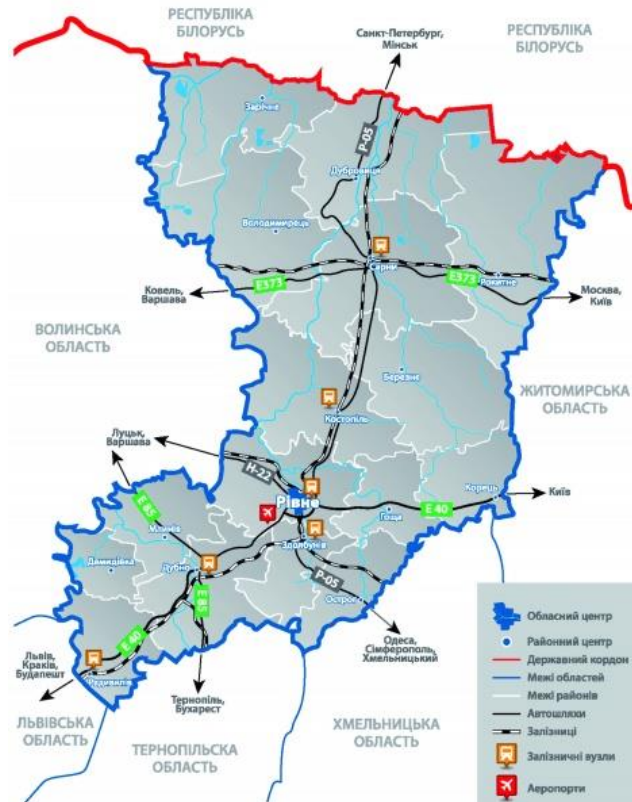
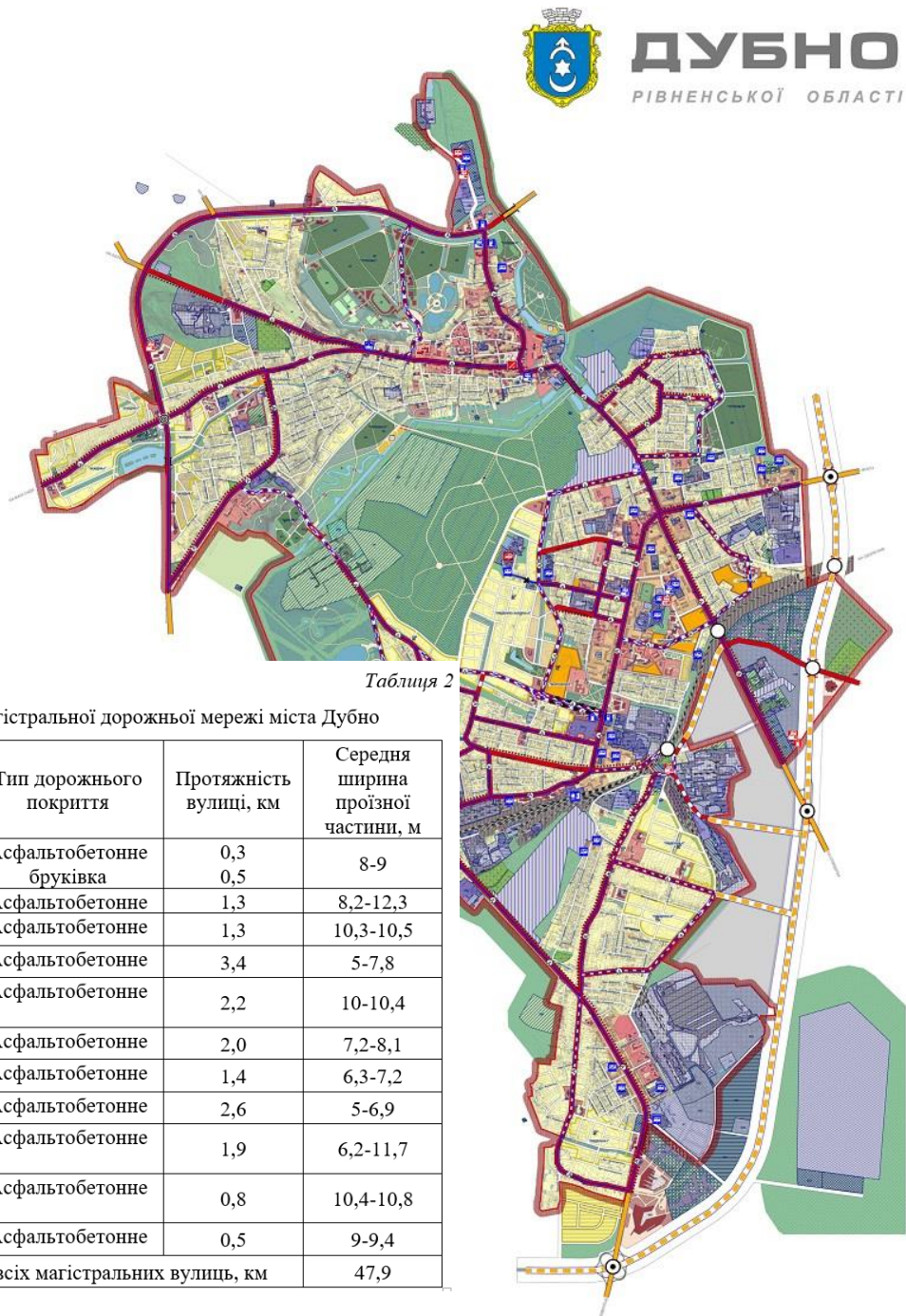


Рис. 1. Автомобільні шляхи Рівненської області [1]

Транспортна магістральна мережа міста сформована основними меридіональними (вул. Шевченка, Сурмичі, Семидубська) та широтними (Залізнична, Мирогощанська) вулицями із щільністю загальної мережі 2,45 км/км². Частково територією міста проходить об'їзна дорога. Наведемо технічні характеристики вулично-дорожньої мережі, які є вихідними даними для дослідження організація перевезень пасажирів (табл. 2., рис. 2).



Таблиця 2

Характеристика магістральної дорожньої мережі міста Дубно

№ з/п	Назва магістральної вулиці	Тип дорожнього покриття	Протяжність вулиці, км	Середня ширина проїзної частини, м
1	вул. Шевченка	Асфальтобетонне бруківка	0,3 0,5	8-9
2	вул. Замкова	Асфальтобетонне	1,3	8,2-12,3
3	вул. Сурмичі	Асфальтобетонне	1,3	10,3-10,5
4	вул. Семидубська	Асфальтобетонне	3,4	5-7,8
5	вул. Михайла Грушевського	Асфальтобетонне	2,2	10-10,4
6	вул. Залізнична	Асфальтобетонне	2,0	7,2-8,1
7	вул. Заводська	Асфальтобетонне	1,4	6,3-7,2
8	вул. Кременецька	Асфальтобетонне	2,6	5-6,9
9	вул. Мирогощанська	Асфальтобетонне	1,9	6,2-11,7
10	вул. Данила Галицького	Асфальтобетонне	0,8	10,4-10,8
11	вул. Мостова	Асфальтобетонне	0,5	9-9,4
Загальна протяжність всіх магістральних вулиць, км			47,9	

Рис.2. Характеристика дорожньої мережі м. Дубно

Місто Дубно має розвинену транспортну, соціальну, економічну інфраструктуру. До транспортної інфраструктури м.Дубно входять технічні споруди, мережа сполучень всіх видів транспорту для задоволення потреб населення у перевезеннях пасажирів і вантажів, зокрема функціонує автобусний і залізничний вокзали, мережа руху громадського транспорту тощо (табл. 3).

Таблиця 3

Основні транспортні об'єкти м.Дубно	
Найменування об'єкта інфраструктури	Найменування об'єкта інфраструктури
<p>Автобусна станція</p> 	<p>Залізнична станція</p> 
<p>Магістральні вулиці руху громадського транспорту</p> 	<p>ПРАТ ДУБЕНСЬКЕ АТП 15606</p> 
<p>ТДВ СПЕЦ АТП ДУБНОАГРОПРОМТРАНС</p> 	<p>Об'єкти (підприємств, заклади), які займаються ремонтом, будівлею та реконструкцією, а також експлуатаційним утриманням доріг, мостів та інших дорожніх шляхів</p> 

Рівень транспортної автомобілізації міста Дубно за всіма видами транспорту з кожним роком зростає, як і загальна частка громадського транспорту (табл. 4).

Таблиця 4

Рівень автомобілізації [2]

Вид транспортного засобу	Існуючий рівень автомобілізації, автомобілів на 1000 мешканців	Існуюча кількість автомобілів, одиниць	Проектний рівень автомобілізації, автомобілів на 1000 мешканців	Проектна кількість автомобілів, одиниць
Легкові	163	6129	310	12400
в тому числі в приватній власності	156	5866	298	11900
Вантажні	23,5	884	25	1000
Автобуси	4,0	151	5	200
Всього	190,5	7164	340	13600

Для задоволення трудових, соціальних, культурно-побутових та інших для громадян міста Дубно функціонує 28 автобусних маршрутів руху громадського транспорту (табл. 5).

Транспортно-територіальна характеристика маршрутів м. Дубно

№ зп	Найменування показника	Значення показника
1	Кількість маршрутів руху, од.	30
2	Режим руху громадського транспорту	звичайний
3	Протяжність маршрутної мережі, км	174,2
4	Протяжність ліній руху громадського транспорту вздовж осей вулиць, км	37,4
4	Річна кількість поїздок	153
5	Кількість перевезених пасажирів за рік, млн. пас.	5,79

Таким чином, наведені результати висвітлюють один з етапів досліджень функціонування транспортної системи міста Дубно і становлять основу для визначення оціночних показників функціонування системи транспорту. Також організація пасажирських перевезень міським громадським транспортом м. Дубно потребує регулятивних дій щодо покращення маршрутів режимів руху транспорту з одночасним забезпеченням беззбиткової діяльності перевізників, застосування перспективних пасажирських транспортних засобів для потреб міста, а також можливості створення комунального автобусного підприємства.

1. Стратегія розвитку Дубенщини на період до 2020 : веб-сайт. URL: <http://dirada.com.ua/our-strategy/strateg-ja-rozvitku-dubenschini-na-per-o.html>

2. Генеральний план м. Дубно Рівненської області. Пояснювальна записка. : веб-сайт. URL: https://ckan.dubno-adm.rv.ua/dataset/a934a3e5-0301-460f-a9c1-4245ef1071ab/resource/fed67c4d-8144-454c-a887-e0ceff0b1a73/download/pojasnyvalna_zapuska.pdf

УДК 656.13

НЕДОЛІКИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ МІСТА РІВНЕ

DISADVANTAGES OF ORGANIZATION OF PASSENGER TRANSPORTATION OF THE CITY OF RIVNE

Яценюк Микола, Маліченко Володимир, Котик Богдан

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

Пасажи́рський автомобільний транспорт відіграє важливу роль у соціально-економічному розвитку міста Рівне. До транспортного обслуговування пасажирів міста залучено перевізники різних форм власності.

Однак, сфера послуг громадського транспорту не відповідає сучасним вимогам як у технічному, так і в організаційному плані.

Зріст чисельності населення, освоєння нових районів, виникнення нових промислових центрів, збільшення частки міського населення, розвиток економічних і культурних зв'язків, як в середині країни, так і на міжна-родному рівні зумовлюють зростання пасажирообігу і кількості перевезених пасажирів. При виборі виду транспорту для перевезення пасажирів на певну відстань в якості одного з головних факторів є собівартість перевезень.

Актуальність даного дослідження зумовлена тим, що головне завдання системи якісне і вчасне перевезення пасажирів автомобільним транспортом по місті. Рівненський тролейбус відкрито 24 грудня 1974 року. Тепер наявні 12 маршрутів, у тролейбусному парку перебуває 78 машин.

У 2010 році, коли було перевезено 29 761 тис. пасажирів. В грудні 2016 придбано перший дубус. В січні 2020 року, в місті запустили перші 5 екоавтобуси (місткістю 84 людини).

Головною проблемою пасажирського транспорту міста Рівне є підвищення праці автомобільного транспорту загального користування. Напродуктивність їх праці впливає: незадовільний розвиток транспортної сітки та маршрутної системи, нераціональне використання транспорту загального користування, недостатня якість транспортного обслуговування, зменшення парку автобусів [1].

В організації перевезень пасажирів є ряд недоліків: мала провізна здатність автобусів в години "пік" на пасажиронавантажених дільницях; слабкий моні-торинг маршруту, в результаті недостатньо обґрунтована кількість автобусів на маршруті; графік руху не відповідає обстеженню пасажиропотоку; транспортний засіб не відповідає обсягу пасажирів. Всі ці недоліки суттєво впливають на продуктивність праці автобусів на маршруті. Тому для покращення організації перевезень пасажирів та підвищення продуктивності праці пропонуються наступні пропозиції: вдосконалити систему розробки розкладу руху та складання графіку роботи водіїв; підвищити рівень обслуговування пасажирів шляхом обладнання зупинок, належного інформування про зупинки, зміну руху на маршруті, а також про існування зупинок за ви могою на даному маршруті; удосконалити структуру парку автобусів, а також підвищувати техніко експлуатаційні показники роботи автобусів; замінити транспортний засіб; встановлення мережі wifiv автобусах [2, 3].

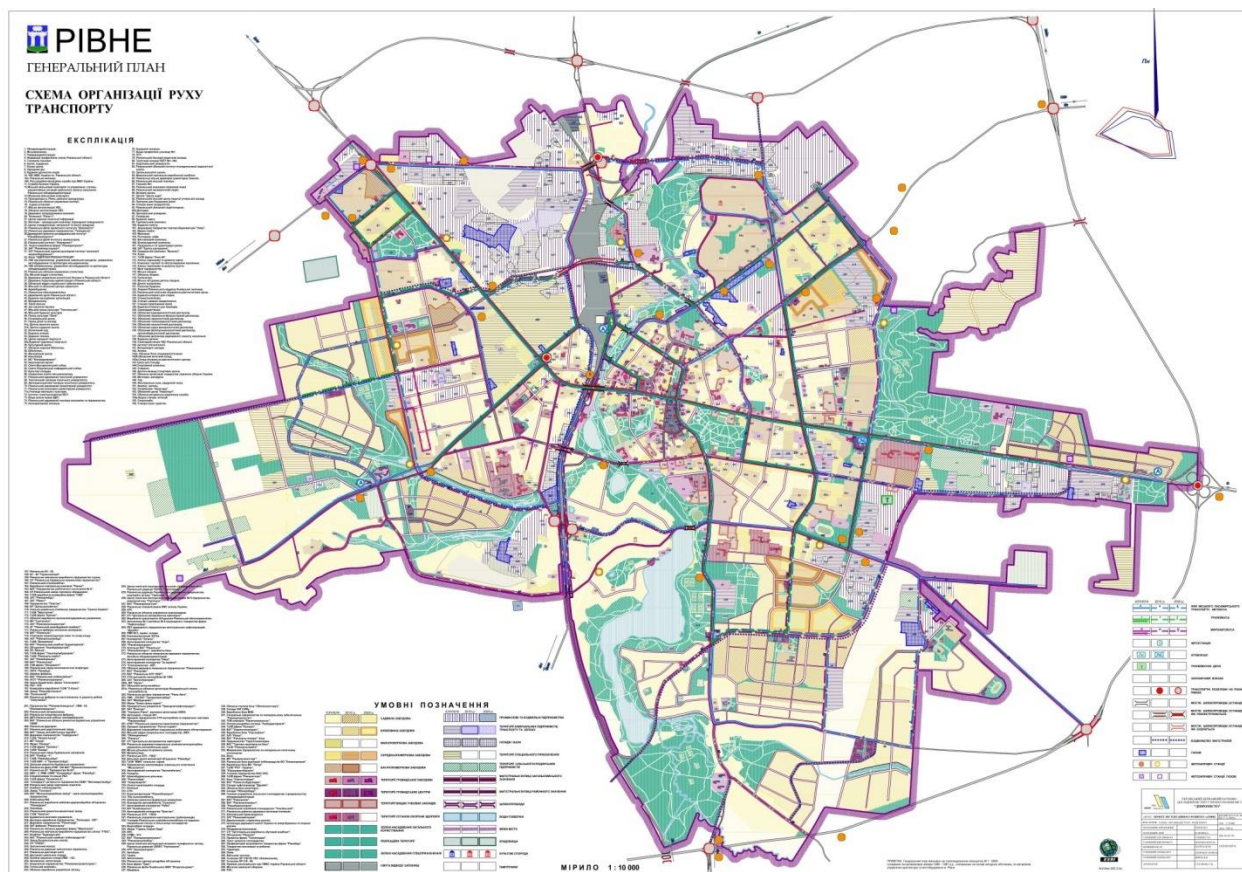


Рис. 1. Схема маршрутів м. Рівне.

Велике значення при плануванні перевезень має регламентування швидкості на кожній ділянці перевезень, що значно впливає на продуктивність перевезень. Нормування руху населення не залишається постійним і постійно змінюється. При цьому виникає необхідність періодично переглядати діючі маршрути з метою максимального наближення траси маршрутів з напрямком переміщення населення. Ефективна робота автобусів і висока якість обслуговування пасажирів можуть бути забезпечені тільки при наявності повних даних про потужність пасажиропотоку і його розподіленні по довжині, напрямках маршрутів, в час сезонів руху, місяців, днів тижня, години доби. Наявність необхідних даних про пасажиропотік дозволяє раціонально організувати роботу автобуса на лінії, провести повну або часткову зміну маршрутної схеми, організувати нові маршрути, вибрати тип рухомого складу і визначити марку автобуса, скласти розклад руху, раціонально розставити зупиночні пункти і визначити їх режим роботи. Тому недоліків в організації пасажирських перевезень в організації руху громадського транспорту міста Рівне є дуже багато з якими потрібно боротись поступово починаючи з недоліків в організації перевезення пасажирів до недоліків в організації руху громадського транспорту міста Рівне.

1. V. Vdovychenko Influence of reserve of carrying capacity of mass of points is on the sentinel parameters of outage of passenger of transport vehicles. / V.O. Vdovychenko // Technology audit and production reserves. 2018. №1/2(39). С. 69-76.

2. Голотюк М.В. Оптимізаційні моделі розвитку транспортної системи / М.В. Голотюк, В.О. Дороцьук, О.О. Кучер // науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». – Харків: ХНТУСГ, 2018. – Вип. 14. – С. 140–146.

3. Доля В. К. Пасажирські перевезення : підручник / В.К. Доля. – Харків: Видавництво «Форт», 2011. – 504 с.

УДК 656.01

МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

MODELING TRANSPORT AND WAREHOUSE PROCESSES

Бучак Назар, Кристопчук Михайло

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

Логістичний процес на складі є досить складним, оскільки вимагає повної узгодженості функцій постачання запасами, переробки вантажу і фізичного розподілу замовлень. Практично логістика на складі охоплює усі основні функціональні галузі, що розглядаються на мікрорівні. Тому логістичний процес на складі є набагато ширшим ніж технологічний процес і включає: постачання запасами, контроль за поставками, розвантаження і приймання вантажів, внутрішньоскладське транспортування та перевалку вантажів, складування і зберігання вантажів, комплектацію (комісіонування) замовлень клієнтів та відвантаження, транспортування та експедиювання замовлень, збирання та доставку порожніх товароносіїв, контроль за виконанням замовлень, інформаційне обслуговування складу, забезпечення обслуговування клієнтів (надання послуг).

Функціонування усіх складових логістичного процесу повинно розглядатися у взаємозв'язку та взаємозалежності. Такий підхід дозволяє не тільки чітко координувати діяльність служб складу, він є основою планування і контролю за просуванням вантажу на складі з мінімальними витратами.

Система складування (СС) передбачає оптимальне розміщення вантажу на складі і раціональне управління ним. В процесі розробки системи складування необхідно враховувати всі взаємозв'язки та взаємозалежності між зовнішніми (що входять на склад та виходять з нього) та внутрішніми (складськими) потоками об'єкту та пов'язані з ними фактори (параметри складу, технічні засоби, особливості вантажу тощо).

Розробка СС базується на виборі раціональної системи з всіх технічно можливих систем для вирішення поставленого завдання методом кількісного і якісного оцінювання. Цей процес вибору та оптимізації передбачає виявлення пов'язаних між собою факторів, систематизованих у декілька основних підсистем. Отже, система складування включає наступні складські підсистеми:

- складована вантажна одиниця
- вид складування
- обладнання з обслуговування складу
- система комплектації
- управління переміщенням вантажу
- обробка інформації
- "будова" (конструктивні особливості будов і споруд).

Вибір раціональної системи складування повинен здійснюватись у наступному порядку:

- 1) визначається місце складу у логістичному ланцюжку та його функції;
- 2) визначається спрямованість технічної оснащеності складської системи;
- 3) визначається завдання, якому підпорядкована розробка системи складування;
- 4) обираються елементи кожної складської підсистеми;
- 5) створюються комбінації обраних елементів всіх підсистем;
- 6) здійснюється попередній вибір конкурентноспроможних варіантів з усіх технічно можливих;
- 7) проводиться техніко-економічна оцінка кожного конкурентноспроможного варіанту;

8) здійснюється альтернативний вибір раціонального варіанту.

Моделювання динаміки протікання транспортних та логістичних процесів ставить вимоги щодо точного представлення системи, у тому числі як до опису фізичних аспектів (розташування, відстані, розміри, швидкості тощо), так і до логічної послідовності дій (коли і де виконати дію, які ресурси використовувати). Візуалізація поведінки в результаті взаємодії фізичного та логічного аспектів значно збільшує сприйняття моделі при аналізі та прийнятті рішень.

Програмний комплекс FlexSim має потужний візуальний та логічний функціонал і простий у використанні. FlexSim - це потужне, але просте у використанні середовище для розробки та аналізу імітаційних моделей складних операційних систем, до яких відносяться транспортні та логістичні системи.

Моделювання використовується для аналізу та вирішення проблем та для підтримки прийняття рішень. Розробка імітаційних моделей дозволяє:

- зрозуміти поведінку системи, особливо її динаміку;
- проаналізувати та спрогнозувати працездатність системи;
- порівняти альтернативи для вдосконалення;
- прийняти найкраще рішення щодо змін параметрів реальної системи.

Моделювання складається з двох ключових частин, моделювання та аналізу:

- імітаційне моделювання - це засіб фізично та логічно представити систему, щоб зрозуміти її поведінку в просторі і часі та для практичної оцінки можливих наслідків дій.
- аналіз - це засіб для оцінки та тестування ідей та альтернатив щодо прийняття рішень та залучення ресурсів.

Фокус FlexSim - це моделювання операційних систем, тобто систем, які перетворюють вхідні параметри у вихідні через набір пов'язаних дій та процесів, що потребують різноманітних ресурсів, таких як обладнання, матеріали, люди та інформація. Трансформації можуть бути матеріальним (обробка, огляд чи доставка матеріалів на виробництво), або нематеріальним (наприклад, діагностування або аналіз інформації).

Для моделювання операційних систем необхідно вирішити три ключові аспекти: взаємодія, змінюваність та динаміка, оскільки всі вони притаманні операційним системам.

Моделювання повинно представляти основні дії, що відбуваються в операційній системі, наприклад обробляти, зберігати та транспортувати предмети. Представлення повинно враховувати фізичні аспекти - наприклад, розмір, відстань, швидкість - та логічні аспекти - що, хто, коли і де виконує, а також часові характеристики – терміни виконання.

З використання середовища FlexSim, можна виконувати моделювання методом Монте-Карло, однак, найпоширенішим, на сьогоднішній день, поширеним є моделювання дискретних подій (DES). У DES стани системи змінюються в окремі моменти часу в результаті конкретних подій, таких як поява вимоги на обслуговування, або закінчення робочої зміни. Стан системи - це умова системи або значення системної змінної, наприклад, зайнятий канал обслуговування.

Як і будь-який імітаційний проект, моделювання та аналіз системи проводиться поетапно, перехід від найпростішого подання до більш складного. Після кожного кроку важливо тестувати і підтвердити модель.

Моделювання слід здійснювати послідовно - починати з простого та додавати складові елементи за потребою. Найкраща модель не є тією, яка є найскладнішою - найкраща модель - це та, яка має кількість блоків, необхідних для відповіді на поставлені питання.

Процес моделювання слід починати із переліку припущень (обмежень параметрів системи) та дуже простої моделі, після чого ітеративно вирішувати, які припущення та обмеження потрібно додати та видалити.

Моделювання - це процес, який включає моделювання та аналіз операційної, транспортної або логістичної системи для покращення організаційної діяльності.

Одним із найважливіших визначень є процес. Взагалі процес є цільовим набором взаємопов'язаних заходів, що сприяють досягненню бажаного результату.

При здійсненні імітаційного моделювання першим етапом є визначення системи, що розглядається для вдосконалення, та встановити цілі проекту. Імітаційна модель використовується для експерименту та оцінки альтернатив. Цикл завершується впровадженням прийнятих змін та оцінкою ефективності проекту.

Системами, як правило, вважаються сукупність різних елементів, які разом дають очікуваний, прогнозований результат.

Операційні системи перетворюють вхідні параметри на вихідні через набір пов'язаних із цим заходів та процесів, які потребують різноманітних ресурсів, таких як обладнання, матеріал, люди, та інформація. Перетворення можуть бути представлені за допомогою IDEF (Integration DEFinition) методології.

Для того, щоб бути ефективними, операційні системи повинні мати усі необхідні ресурси в потрібному місці в потрібний час. Наприклад, на кожному кроці виробничого процесу необхідно мати всі необхідні ресурси (матеріал, обладнання, люди, інструкції тощо) доступні в потрібний час (не занадто рано чи занадто пізно) та у чітко встановленому місці.

Операційні системи, до яких належать транспортні та логістичні, є складними для планування та розробки, а також складними для розуміння та аналізу, через три основні характеристики.

1. Складні взаємодії та залежності між компонентами системи такими як: ресурси, матеріали, обладнання, інформація, люди тощо. Компоненти та їх взаємодія складають основу робочого процесу.

2. Змінність та невизначеність у багатьох властивостях системи створюють змінність та невизначеність у роботі системи. В основному є два типи змінюваності в операційних системах: планова, яка включає системну зміну часу виконання завдань, перерв оператора, графіки змін, часи прибуття тощо, та позапланова, що включає зміни попиту на товари чи послуги, відмови машин, відсутність оператора, проблеми з якістю тощо.

3. Динаміка, де характеристики системи змінюються з часом і, таким чином, змінюється її поведінка.

Моделювання використовується для розуміння та оцінки динамічності та продуктивності, яку часто називають динамікою операцій.

Моделювання - це засіб представити систему з точки зору її характеристик та операцій, що виникають у результаті поведінки та наслідків її функціонування в просторі та часі. Тому модель і ступінь її представлення залежать від мети імітаційного проекту. Модель представляє: (1) компоненти системи та взаємодії між компонентами, (2) мінливість, властива системі, та (3) результуюча динаміка поведінки, яку демонструє система операцій, тобто динаміка операцій системи.

Щоб представити характеристики та динаміку операційної системи в просторі та часі, важливими компонентами є:

Програмне забезпечення для моделювання FlexSim має багатий візуальний та логічний функціонал (рис. 1) і його легко використовувати.

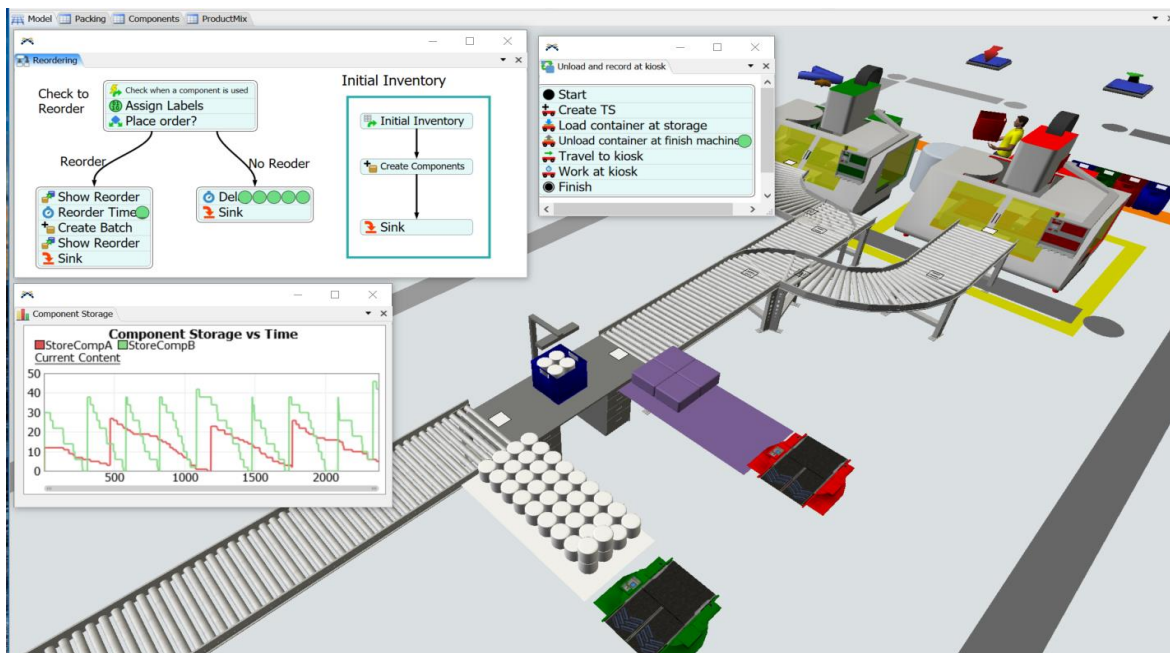


Рис. 1. Візуалізація моделі у програмному забезпеченні FlexSim

1. Діяльність - основні дії, що відбуваються в операційній системі, такі як обробка, зберігання та транспортування предметів.
2. Фізичні ознаки – геометричні розміри предметів, та ресурсів, що виконують дії, розташування ресурсів, відстань між предметами та ресурсами, швидкість тощо.
3. Логічні аспекти - методи та засоби прийняття рішень, коли та де виконати дії та використання яких ресурсів слід задіяти тощо.

Аналіз - це засіб, що використовує імітаційну модель, для експерименту та тестування ідей та альтернатив перед тим, як приймати рішення. Хоча моделі є основою аналізу, аналіз є основою прийняття рішень та вирішення проблем.

На рис. 2 подано загальну схему технологічного процесу лінії обробки вантажів на складських лініях у середовищі FlexSim.

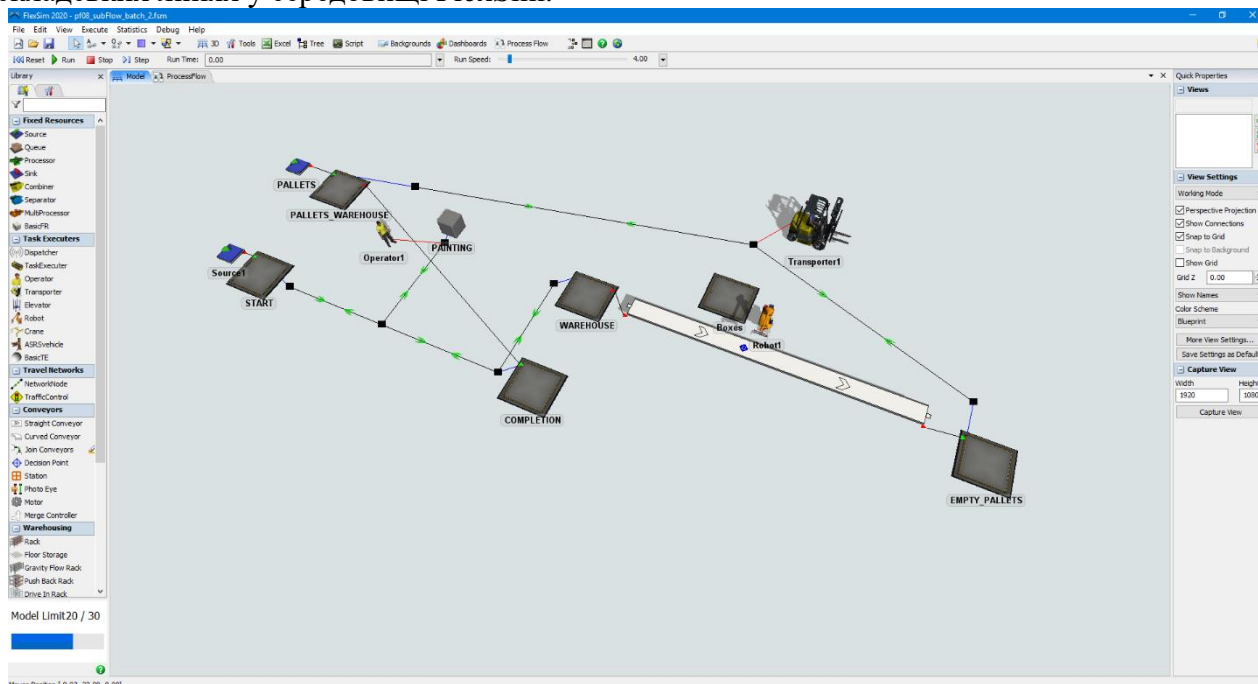


Рис. 2. Схема технологічного процесу лінії обробки вантажів на складських лініях у середовищі FlexSim

Секція 3 Моделювання транспортних та логістичних процесів

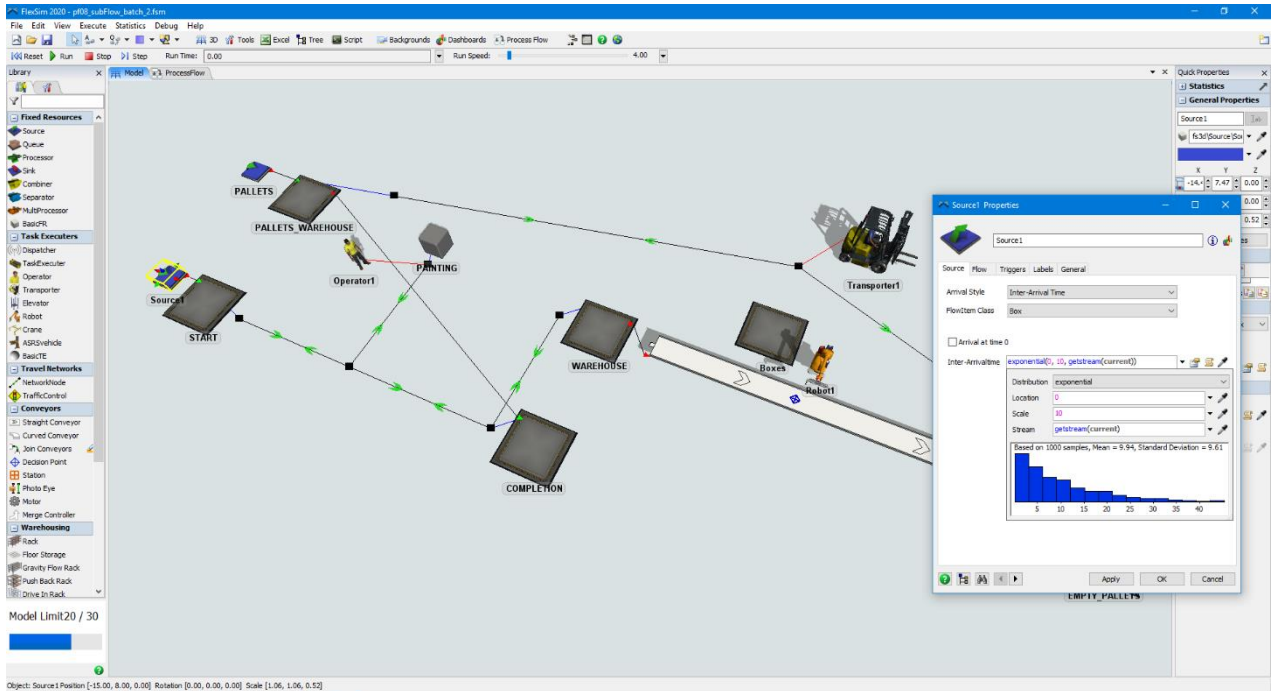


Рис. 3. Налаштування параметрів інтенсивності надходження матеріального потоку на лінії обробки вантажів у середовищі FlexSim

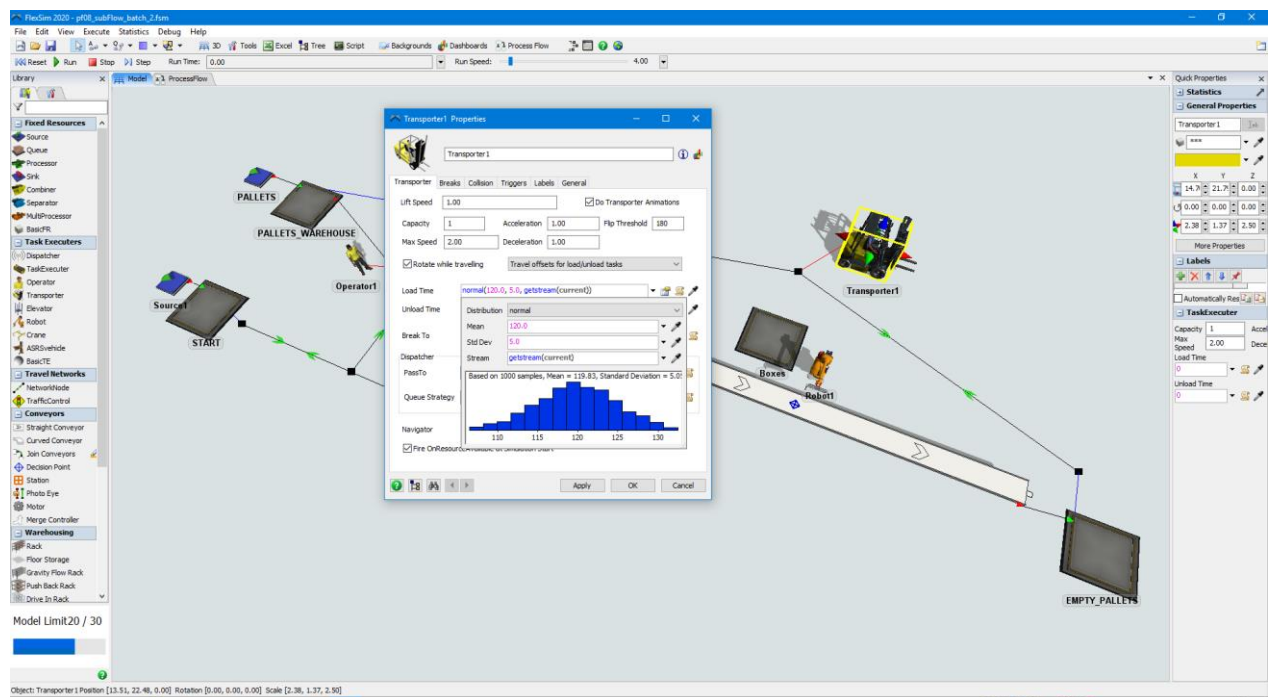


Рис. 4. Налаштування параметру часу обробки матеріального потоку на лінії обробки вантажів у середовищі FlexSim

Поширене використання імітаційного аналізу полягає у виявленні набору умов експлуатації (або властивостей системи) приводять до найкращої роботи системи. Умови експлуатації, які можуть бути різними, часто використовують керовані змінні.

Аналіз може бути порівнянням кількох альтернативних умов на основі кількох заходів виконання. Наприклад, найменша кількість операторів, необхідних для досягнення певного рівня пропускної здатності. Тому важливо ретельно вибирати фактори та рівні, які слід враховувати в моделюванні проекту.

1. Аллегри Т. Транспортно-складские работы: Пер. с англ. Ю. К. Трубина. — М.: Машиностроение, 1989. — 336 с.
2. Береза А. М. Основы створення інформаційних систем: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2001. — 214 с.
3. Вирабов С. А. Складское и тарное хозяйство: Учеб. пособие. — К.: Выща шк., 1989. — 304 с.
4. Кальченко А. Г. Логістика: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 2000. — 148 с.
5. Котлер Ф. Основы маркетинга: Пер. с англ. / Общ. ред. и вступ. ст. Е. М. Пеньковой. — М.: Прогресс, 1990. — 736 с.
6. Крикавський Є. Логістика. Для економістів: Підручник. — Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2004. — 448 с.
7. Линдерс М., Фирон Х. Управление снабжением и запасами. Логистика: Пер. с англ. — Спб.: ООО «Издательство Полигон», 1999. — 768 с.
8. Babin, P. and Greenwood, A. “Discretely Evaluating Complex Systems,” *Industrial Engineer*, 43(2), February 2011.
9. Beaverstock, M., Greenwood, A., and Nordgren, W. *Applied Simulation Modeling and Analysis Using FlexSim*, 5th Edition, FlexSim Software Products, Inc., 2017.
10. Greenwood, A. *FlexSim Simulation Software Primer (software version 2018 Update 2)*, FlexSim Software Products, Inc., 2018.
11. Greenwood, A. “Making simulation projects successful,” *FlexSimposium Poland*, Gliwice, 2016.
12. Greenwood, A. “The role of simulation in process design (and redesign), testing, and qualification” *FlexSimposium Poland*, Katowice, 2015.

УДК 656, 004.94

МЕТОДИ ФОРМУВАННЯ МАТРИЦЬ ТРАНСПОРТНИХ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ

METHODS OF THE FORMATION OF TRANSPORT CORRESPONDENCES MATRIX

Івахнік Владислав

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет
м. Харків, Московський район, вул. Родникова 15 кв.45, 61183*

Abstract. Methods and models for the formation of the matrix of transport correspondence are considered, the advantages and disadvantages of each of them are revealed. Also, each of the existing methods was characterized and a brief description was made.

Вирішення транспортних проблем міст, а також створення ефективної структури управління можливе за допомогою створення імітаційної та математичної моделі транспортної системи міста. Характеристикою моделі транспортної системи міста є матриця транспортних кореспонденцій. Саме вона відображає кількість населення, що перемітилося за певний час із i -го транспортного району в j -ий. Вже існує досить багато методів математичного моделювання транспортного попиту, які діляться на дві групи: емпіричні та синтетичні.

Емпіричні (екстраполяційні) методи формування матриць кореспонденцій засновані на даних обстеження існуючого розподілу пасажиропотоків і транспорту між кореспондуючими районами, а прогнозні розрахунки матриць кореспонденцій здійснюються з використанням пропорційних коефіцієнтів росту. Однак, в практиці транспортного моделювання і планування дані методи не набули широкого поширення. Це пов'язано з тим, що для проведення розрахунків необхідно мати інформацію про фактичні кореспонденції між транспортними районами міста. Отримання ж реальних даних про такі кореспонденції є надзвичайно трудомістким, а часто і нездійсненним завданням. До того ж ці методи не зовсім адекватно враховують динаміку розвитку структури міста, що особливо важливо при будівництві швидкісних ліній громадського транспорту або швидкісних магістралей. Емпіричні методи, в основному, використовуються при низьких темпах зростання міст.

При застосуванні метода єдиного коефіцієнта зростання в якості вихідної інформації використовуються фактичні величини кореспонденцій між транспортними районами міста і прогноз їх зростання. Коефіцієнт зростання K визначається як співвідношення загальних прогнозованих транспортних кореспонденцій до загальних фактичних транспортних кореспонденцій:

$$K = \frac{P^*}{P^0}, \quad (1)$$

де P^* – прогнозована величина транспортних кореспонденцій; P^0 – фактична величина транспортних кореспонденцій.

Коефіцієнт зростання K залежить від таких показників, як кількість населення, величина прибутку на душу населення, а також рівень автомобілізації. Даний метод не враховує динаміку розвитку між окремими параметрами міста і має низьку достовірність. На практиці він використовується для наближених оцінок транспортних потоків в умовах проектування окремих районів міста на найближчу перспективу.

Метод середніх коефіцієнтів зростання базується на даних обстеження фактичних, вже існуючих, транспортних кореспонденцій між районами. Середні коефіцієнти зростання для i -го та j -го транспортних районів розраховується як співвідношення загальних фактичних та загальних прогнозованих транспортних кореспонденцій для різних районів міста:

$$K_i = \frac{P_i^*}{P_i^0}; K_j = \frac{P_j^*}{P_j^0}, \quad (2)$$

де P_i^*, P_j^* – прогнозована величина транспортних кореспонденцій для i -го та j -го транспортних районів; P_i^0, P_j^0 – фактична величина транспортних кореспонденцій для i -го та j -го транспортних районів.

Цей метод враховує той факт, що ті чи інші райони міста мають різний рівень та темп розвитку, але при умові зростання рухливості населення, а також розвитку житлово-комунальних (нові житлові масиви) і промислових зон даний метод при розрахунках може показати похибки, саме через це даний метод майже не застосовується.

Детройтський метод генерації матриць транспортних кореспонденцій вперше був застосований спеціалістами міста Детройт в 1953 р. при проектуванні системи автомагістралей. Враховує середні коефіцієнти росту для кожного з транспортних районів, а також коефіцієнт росту для міста в цілому. Величина прогнозуючих кореспонденцій визначається як:

$$p_{ij}^1 = p_{ij}^0 \frac{K_i^0 K_j^0}{K^0}; K^0 = \frac{P^*}{P^0}, \quad (3)$$

де K_i, K_j – коефіцієнти зросту; $p_{ij}^0, p_{ij}^1, p_{ij}^*$ – фактичні, розрахункові та прогнозні транспортні кореспонденції.

Детройтський метод не складний, з точки зору математичних розрахунків, і дозволяє отримати більш високу точність прогнозу, проте, такий прогноз може значно відрізнятись від остаточних кореспонденцій, бо чим більше відрізняються темпи зростання окремого району від міста в цілому, тим більшою і буде ця відмінність.

На початку 50-х років ХХ ст. в США професором Томасом Дж. Фратаром був розроблений метод математичного моделювання та формування транспортних кореспонденцій, пізніше названий методом Фратара. Даний метод полягає в тому, що обсяг кореспонденцій з i -ї зони в j -ю для деякого майбутнього моменту часу пропорційний фактичному обсягу кореспонденцій з i -ї зони, помноженому на коефіцієнт розвитку j -ї зони:

$$p_{ij(1)}^1 = p_{ij}^0 K_i^0 K_j^0 \left(\frac{L_i^0 + L_j^0}{2} \right), \quad (4)$$

де L_i^0, L_j^0 – коефіцієнти зросту кореспонденцій, зумовлених розвитком i -ї та j -ї зони.

Цей метод отримав найбільше розповсюдження серед усіх емпіричних методів формування матриць транспортних кореспонденцій.

Синтетичні методи формування матриць кореспонденцій набули найбільшого поширення в перспективному міському транспортному плануванні. Кореспонденції в цьому випадку визначаються на підставі емпіричних або теоретичних залежностей двох районів від чисельності їх населення, кількості місць прикладання праці, умов поїздок, розміщення районів в плані міста та інших, подібних факторів. Ці методи більш глибоко і повно враховують зміни в розміщенні житлових і промислових утворень, транспортної мережі, в системі культурно-побутового обслуговування населення тощо.

Ентропійний метод моделювання є одним із головних напрямків в розвитку математичного моделювання транспортних та логістичних процесів. В основі алгоритмів, які реалізують цю модель є принцип досягнення рівноваги в досліджуваній системі. Керуючись принципом максимізації ентропії, найбільш вірогідний стан транспортної системи відповідатиме матриці кореспонденцій виду:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n p_{i,j} \frac{v_{i,j}^{p_{i,j}}}{p_{i,j}} \rightarrow \max, \quad (5)$$

де $v_{i,j}^{p_{i,j}}$ – ймовірність вибору комунікації $p_{i,j}$.

Основним недоліком даного методу є замкнутість транспортних потоків всередині мережі, тим самим облік в моделі транзитних потоків пов'язаний з введенням додаткових обмежень, що призводить до зростання розмірності моделі.

Гравітаційна модель полягає у тому, що кореспонденції із району i в район j пропорційна загальному обсягу відправлень із центру i , загальному обсягу прибуття в центр j та обернено пропорційна функції тяжіння $f(c_{ij})$, залежної від питомих витрат на пересування з джерела i в j :

$$p_{ij}^* = k \frac{s_i d_j}{f(c_{i,j})} \quad (6)$$

де p_{ij}^* – потенційні транспортні кореспонденції між районами i та j ; k – коефіцієнт калібрування; s_i – загальний обсяг користувачів, які виїжджають з джерела i ; d_j – загальний обсяг користувачів, які виїжджають до j .

До переваг гравітаційної моделі можна віднести доступність вихідної інформації і простоту виконання розрахунків. Як недолік слід відзначити те, що існуючий варіант реалізації не є строго обґрунтованим з математичної точки зору, оскільки розрахункова формула тільки відображає загальні зв'язки між параметрами моделі, але не гарантує повної аналогії кореспонденцій між транспортними районами міста.

За допомогою ентропійно-гравітаційної моделі можна вивести умови еквівалентності між гравітаційною моделлю та ентропійним методом. Варто відзначити, що серед переваг даної моделі є знаходження найбільш ймовірного стійкого стану системи при незалежній поведінці користувачів. Як і у випадку з ентропійним методом, недоліком є замкнутість транспортних потоків всередині мережі, що потребує введення додаткових обмежень, які призводять до збільшення розмірів самої моделі.

Моделювання конкуруючих центрів полягає в тому, що її можна розглядати як узагальнення гравітаційної моделі, де враховуються додаткові фактори, наприклад індекс відвідуваності району прибуття. Цей індекс зростає по мірі приближення району, який розглядається, до альтернативних районів відправлення. Включення цього фактору до моделі дозволяє моделювати агломераційні ефекти в структурі транспортних кореспонденцій.

Розв'язання багатьох транспортних задач залежить від ефективного формування матриці транспортних кореспонденцій, від чого залежить і якісна побудова маршрутної мережі міста. Завдяки описаним вище методам формування матриці транспортних кореспонденцій можливо проаналізувати правильність маршрутної мережі та виявити недоліки, щоб удосконалити маршрутну мережу для більш ефективного управління транспортною системою міста.

1. Ortuzar, J. de D. *Modelling transport. Third edition [Text]* / J. de D. Ortuzar, L. G. Willumsen. – John Wiley & Sons Ltd., 2006. – 499 p.

2. Я. А. Селиверстов, С. А. Селиверстов, “Методы и модели построения матриц транспортных корреспонденций”, *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление*, 2015, № 2-3(217-222), 49–70

УДК 656.01

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕРЕДОВИЩА FLEXSIM

MODELING OF PROCESSES USING THE SOFTWARE FLEXSIM

Новак Тетяна, Михальчук Михайло

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

Моделювання - це процес, який включає моделювання та аналіз операційної, транспортної або логістичної системи для покращення організаційної діяльності.

Одним із найважливіших визначень є процес. Взагалі процес є цільовим набором взаємопов'язаних заходів, що сприяють досягненню бажаного результату.

Програмний комплекс FlexSim має потужний візуальний та логічний функціонал і простий у використанні. FlexSim - це потужне, але просте у використанні середовище для розробки та аналізу імітаційних моделей складних операційних систем, до яких відносяться транспортні та логістичні системи.

Моделювання використовується для аналізу та вирішення проблем та для підтримки прийняття рішень. Розробка імітаційних моделей дозволяє:

- зрозуміти поведінку системи, особливо її динаміку;
- проаналізувати та спрогнозувати працездатність системи;
- порівняти альтернативи для вдосконалення;
- прийняти найкраще рішення щодо змін параметрів реальної системи.

Моделювання складається з двох ключових частин, моделювання та аналізу:

- імітаційне моделювання - це засіб фізично та логічно представити систему, щоб зрозуміти її поведінку в просторі і часі та для практичної оцінки можливих наслідків дій.
- аналіз - це засіб для оцінки та тестування ідей та альтернатив щодо прийняття рішень та залучення ресурсів.

Операційні системи, до яких належать транспортні та логістичні, є складними для планування та розробки, а також складними для розуміння та аналізу, через три основні характеристики.

1. Складні взаємодії та залежності між компонентами системи такими як: ресурси, матеріали, обладнання, інформація, люди тощо. Компоненти та їх взаємодія складають основу робочого процесу.

2. Змінність та невизначеність у багатьох властивостях системи створюють змінність та невизначеність у роботі системи. В основному є два типи змінюваності в операційних системах: планова, яка включає системну зміну часу виконання завдань, перерв оператора, графіки змін, часи прибуття тощо, та позапланова, що включає зміни попиту на товари чи послуги, відмови машин, відсутність оператора, проблеми з якістю тощо.

3. Динаміка, де характеристики системи змінюються з часом і, таким чином, змінюється її поведінка.

Моделювання повинно представляти основні дії, що відбуваються в операційній системі, наприклад обробляти, зберігати та транспортувати предмети. Представлення повинно враховувати фізичні аспекти - наприклад, розмір, відстань, швидкість - та логічні аспекти - що, хто, коли і де виконує, а також часові характеристики – терміни виконання.

З використання середовища FlexSim, можна виконувати моделювання методом Монте-Карло, однак, найпоширенішим, на сьогоднішній день, поширеним є моделювання дискретних подій (DES). У DES стани системи змінюються в окремі моменти часу в результаті конкретних подій, таких як поява вимоги на обслуговування, або закінчення робочої зміни. Стан системи

- це умова системи або значення системної змінної, наприклад, зайнятий канал обслуговування.

Як і будь-який імітаційний проект, моделювання та аналіз системи проводиться поетапно, перехід від найпростішого подання до більш складного. Після кожного кроку важливо тестувати і підтвердити модель.

Програмне забезпечення для моделювання FlexSim має багатий візуальний та логічний функціонал (рис. 1) і його легко використовувати.

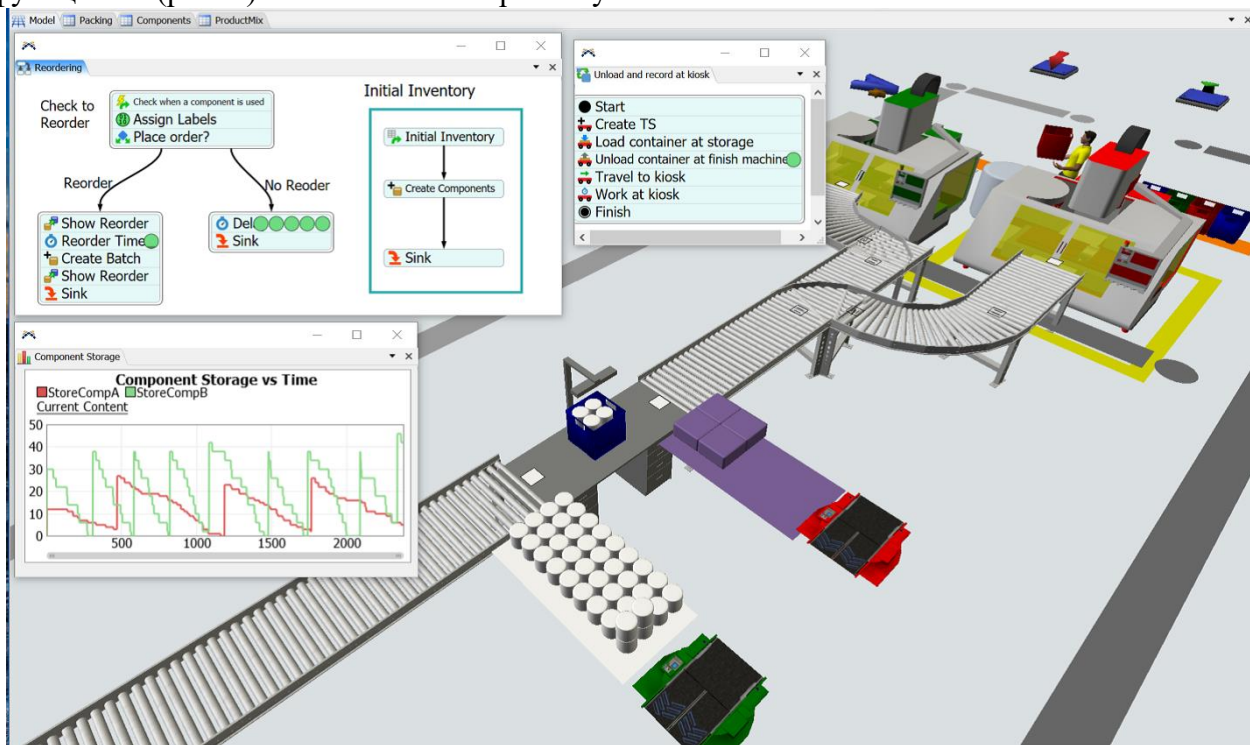


Рис. 1. Інтерфейс програмного середовища для моделювання FlexSim

Аналіз може бути порівнянням кількох альтернативних умов на основі кількох заходів виконання. Наприклад, найменша кількість операторів, необхідних для досягнення певного рівня пропускної здатності. Тому важливо ретельно вибирати фактори та рівні, які слід враховувати в моделюванні проекту.

Моделювання є ключовим компонентом для покращення операційних систем. Він підтримує вирішення проблем з прийняттям рішень під час проектування та управління операційними системами, даючи можливість передбачити продуктивність системи в різних умовах, тим самим покращуючи порівняння альтернатив.

1. Beaverstock, M., Greenwood, A., and Nordgren, W. *Applied Simulation Modeling and Analysis Using FlexSim, 5th Edition*, FlexSim Software Products, Inc., 2017
2. Babin, P. and Greenwood, A. "Discretely Evaluating Complex Systems," *Industrial Engineer*, 43(2), February 2011.
3. Greenwood, A. "Making simulation projects successful," *FlexSimposium Poland*, Gliwice, 2016.
4. Greenwood, A. *FlexSim Simulation Software Primer (software version 2018 Update 2)*, FlexSim Software Products, Inc., 2018.

УДК 656

ЯКІСТЬ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА МІСЬКА ЛОГІСТИКА

QUALITY OF PASSENGER TRANSPORTATION AND CITY LOGISTICS

Романовський Максим, Макарічев Олександр

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

Сучасний етап розвитку суспільства висуває нові вимоги до транспортної системи міста. Населення міста потребує оптимізованих транспортних послуг, за допомогою яких мож. було б отримати максимальну користь: мінімальна витрата часу та коштів, соціальна орієнтованість маршрутів тощо. Важливішим фактором мобільності населення в місті є структура єдиної транспортної мережі. Ця структура визначається видами транспорту, що функціонують в місті.

Проте накопичені теоретичні і практичні напрацювання вимагають подальшого розвитку та вдосконалення, тому що, наявні системи управління якістю не повною мірою враховують специфіку послуг, які надають пасажирські автотранспортні підприємства та приватні перевізники, що надають послуги пасажирських з перевезень у містах. Так, на сьогодні: не визначено зміст об'єкта та суб'єкта при управлінні якістю транспортної послуги; вимагає удосконалення класифікація факторів, що формують якість транспортних послуг; відсутній методичний підхід до оцінки якості послуг громадського пасажирського транспорту, контролю та регулювання процесів і результатів формування якості транспортної послуги.

Проблемі якості обслуговування пасажирів різною мірою приділяли увагу Ю. Заволока, А. Мазурова, А.Ф. Штанов, В.С. Маруніч, Н.Н. Громов, М.Д. Блатнов, І.В. Спирич, Е.П. Володін А.І. Воркут, Ю.П. Моспан, О.С. Ігнатенко, Ю. Лігум, Є. Логачов. Дослідниками були запропоновані показники, які відображали якість обслуговування пасажирів через державний вплив на проектування, організацію та функціонування міської пасажирської транспортної системи. Такими показниками були витрати часу пасажирів на: підхід до зупиночного пункту маршруту, переміщення від зупиночного пункту до місця поїздки, очікування транспортної одиниці на зупиночному пункті, переміщення у транспортній одиниці від місця посадки до місця висадки. Для того, щоб оцінити якість обслуговування пасажирів на маршрутах міської транспортної системи, необхідною є інформація про потреби населення в отриманні транспортних послуг та організації транспортного обслуговування. Згодом необхідно визначити, чи задовольняє кількість транспортних одиниць потребам населення.

Найважливішими загальними показниками якості послуг пасажирського транспорту є:

- безпека проїзду пасажирів;
- регулярність перевезень і зручність розкладу руху транспортних засобів;
- швидкість перевезень пасажирів, яка обумовлює час, який витрачається пасажирами на поїздки, характеризується виконанням графіків і розкладів руху транспортних засобів;
- умови перевезень пасажирів, культура їх обслуговування (комфорт, сервіс, санітарні умови, поважливе відношення персоналу, культура тощо).

Для більш детального аналізу якості транспортного обслуговування населення використовується більш широке коло показників якості пасажирських перевезень, які можна розділити на чотири групи:

- показники транспортного забезпечення;
- показники якості транспортного обслуговування населення держави і її регіонів;
- показники якості продукції транспорту;
- показники якості транспортної роботи.

В Україні в умовах сьогодення низький рівень фінансування транспортних підприємств, регулювання чинних тарифів не дає змоги нормального фінансування автотранспортних підприємств. А це в свою чергу, робить неможливим оновлення парку рухомого складу за рахунок власних джерел фінансування. Інвестори не вважають привабливою планово-збиткову галузь. Таким чином, найбільш реальним шляхом оновлення технічної бази автотранспортних підприємств може виявитися фінансовий лізинг.

Зараз існують тільки окремі фрагменти ринкового підходу до якості обслуговування пасажирів, про соціальну користь транспортних послуг мова й не йдеться. Так питання про створення маршруту вирішує сам перевізник, якщо він має приватну форму власності на транспортні засоби. Дуже часто цей маршрут співпадає з маршрутом, який обслуговує перевізник з комунальною формою власності. Таким чином, для перевізників має виникнути конкуренція за пасажирів і головним аргументом потрібні бути тариф за проїзд, якість обслуговування, соціальна орієнтованість маршруту. Але конкуренції не виникає, тому що вони перевозять різних за платоспроможністю пасажирів. Внаслідок відсутності конкуренції страждає якість обслуговування платоспроможних пасажирів: приватні перевізники порушують умови перевезення, збільшуючи час очікування транспортної одиниці, шляхом недотримання правил безпеки у транспорті (іноді кількість пасажирів перевищує допустиму у декілька разів), а комунальні перевізники теж порушують умови перевезення, збільшуючи час очікування транспортної одиниці пільговими категоріями пасажирів через збільшення інтервалу руху, а також внаслідок порушення розкладу руху.

Якість і вартість транспортного обслуговування виробництва і населення в ринкових умовах визначають положення і ефективність роботи кожного виду транспорту на транспортному ринку в умовах конкуренції різних видів транспорту. По критерію якості, як правило, здійснюється вибір виду транспорту. Якість перевезень характеризує ступінь суспільної корисності продукції і послуг транспорту. Якісні показники роботи транспорту найбільш повно характеризують ефективність його роботи. Різним видам транспорту характерні різна якість обслуговування пасажирів. Кожний вид транспорту має свої особливості і загальні показники якості транспортного обслуговування населення.

Невідповідність якості транспортних послуг сучасним вимогам є однією з основних проблем функціонування та розвитку громадського транспорту. Перед системою міського транспорту пасажирів висувують вимоги більш швидкого, безпечного та комфортного транспортування. Майбутнє підприємств міського пасажирського транспорту залежить від їх спроможності забезпечити населення якісними, орієнтованими на споживача послугами.

На проблему забезпечення якості пасажирських перевезень впливає ряд негативних факторів:

- низьке фінансування державних програм розвитку транспорту, дорожнього господарства, нівелювання вимог та підходів до утримання доріг;
- недосконалість та незавершеність структурних реформ в галузі пасажирських перевезень;
- збитковість підприємств міського пасажирського транспорту внаслідок недостатньої компенсації втрати коштів від перевезень пільгових категорій пасажирів застарілий рухомий склад;
- перевантаженість міських доріг, незадовільна система містобудівництва та утримання транспортної інфраструктури;
- недостатній обсяг залучення коштів на розвиток транспорту;
- застаріла нормативно-правова база, низький темп гармонізації вітчизняного транспортного законодавства до міжнародних вимог;
- слабка конкуренція між перевізниками щодо забезпечення саме комфортності перевезення пасажирів.

Однією з головних стратегічних цілей підприємств міського пасажирського транспорту на сучасному етапі є забезпечення населення високоякісними транспортними послугами. Для

підвищення якості перевезень міським громадським транспортом необхідно забезпечити впровадження та функціонування на підприємствах систем управління якістю послуг як ефективного інструменту досягнення рівня якості, який відповідатиме світовим стандартам. Соціально-економічний ефект від впровадження систем управління якістю на міському транспорті виявляється у підвищенні комфортності та безпеки перевезень пасажирів, покращенні умов праці працівників, більш ефективному використанні рухомого складу, в економії матеріальних та трудових ресурсів при проведенні ремонтів рухомого складу. Ефективне функціонування систем управління якістю на підприємствах міського пасажирського транспорту є запорукою створення дієвих економічних механізмів регулювання соціально-економічного розвитку громадського транспорту в містах країни.

Послуги транспорту визначаються як підвид діяльності транспорту, направлений на задоволення потреб людей і який характеризується наявністю необхідного технологічного, економічного, інформаційного, правового і ресурсного забезпечення. Під послугою розуміється не лише перевезення пасажирів, а будь – яка операція, що не входить в склад перевізного процесу, але пов'язана з його підготовкою та здійсненням.

До послуг транспорту можна віднести:

- перевезення пасажирів;
- пересадку пасажирів;
- послуги при очікуванні пасажирів;
- послуги з підготовки до подачі перевізних засобів;
- надання перевізних засобів на умовах оренди чи прокату;
- транспортно–експедиційні послуги, які виконуються при перевезенні пасажирів, багажу, а також по обслуговуванню підприємств, організацій, населення;
- перегін (доставка) нових і відремонтованих транспортних засобів.

Сфера послуг повинна функціонувати таким чином, щоб повністю задовольняти вимоги населення з найменшими можливими затратами. Проте на сьогоднішній день немає широко використовуваних ефективних кількісних методів оцінки якості послуг в зв'язку з наступними їхніми особливостями [2, 3]:

- невідчутність послуг (їх не можна «відчути на дотик»);
- споживач послуг часто сам бере участь в процесі надання послуг;
- споживач послуг не стає їх власником;
- надання послуг – це процес, і він не може бути протестований перед оплатою;
- процес надання послуг може складатися із системи більш дрібних дій, тоді як якість залежить від підсумкової оцінки.

Системний аналіз, започаткований на комплексному підході щодо вирішення задач координації є гарантією прийняття рішення близького до оптимального і дієвим та ефективним засобом вирішення складних проблем в різних галузях економічної діяльності [3].

Пасажирські перевезення представляються як координована система, виходячи з вимог системного аналізу транспортного комплексу, постановки задачі координації пасажирських перевезень різними видами транспорту та методики організації та управління пасажирськими перевезеннями. Технологія пасажирських перевезень при взаємодії різних видів транспорту включає вибір структури системи, основних її елементів і функцій управління, організацію взаємодії між елементами, оцінку відповідності обраного варіанту вимогам системи. При цьому проводиться аналіз діючих систем організації за видами транспорту; аналіз функціонального складу систем, їх інформаційного, математичного, технічного, організаційного, правового і кадрового забезпечення; аналіз форм взаємодії всіх видів транспорту і транспортної системи з суміжними галузями народного господарства; визначення функцій і конкретних задач координованої системи; обґрунтування критеріїв оптимальності вирішення загальнотранспортних задач.

В результаті розгляду системних аспектів моделювання технологій різних видів транспорту в інтегрованій транспортній системі міста, сформовані концептуальні положення щодо обґрунтування сітілогістичних рішень пасажирських перевезень [4].

При оцінці якості надаваних послуг найбільш значущими компонентами можуть бути наступні [2]:

- середовище (чистота салону транспортного засобу, зовнішній вигляд транспортних засобів і обслуговуючого персоналу і т. д.);
- надійність (відсутність порушень і запізнь рейсів);
- відповідальність (гарантії виконання послуг, бажання персоналу допомогти споживачу послуг);
- завершеність (наявність необхідних навичок, конкретних знань і компетентність персоналу);
- доступність (легкість встановлення контактів, зручностей за часом користування);
- комфортність (та обстановка і умови, в яких здійснюється поїздка з точки зору зручності);
- безпека (відсутність ризику та недовіри зі сторони пасажирів);
- взаєморозуміння (знання і вивчення інтересів пасажирів, врахування їхніх вимог при формуванні роботи транспорту).

Для формування доцільної системи сервісного обслуговування пасажирів на громадському транспорті необхідно, по – перше, виміряти і оцінити параметри якості пасажирського сервісу, а, по – друге, звести до мінімуму, а краще ліквідувати, невідповідність між очікуваним і фактичним рівнем якості. Складність полягає в тому, що багато параметрів якості послуг транспорту і пасажирського сервісу не можна виміряти кількісно і для них найчастіше доводиться користуватися лінгвістичними виразами типу «краще - гірше», «вище - нижче», «доступніше - не доступніше» тощо.

Максимальне врахування факторів пасажирського сервісу дозволяє формувати раціональну систему управління громадським транспортом з відходом від «ринку продавця» і орієнтацією на умови «ринку покупця».

Нині все більше значення починають набувати питання підвищення рівня транспортного обслуговування пасажирів, які в ринкових умовах господарювання тісно пов'язані з проблемою сервісу і якості надаваних послуг.

1. Босняк М. Г. Пасажирські автомобільні перевезення [Текст] / М. Г. Босняк – К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. – 272 с.

2. Дмитрієв М.М. Концепція сітілогістики і пасажирські перевезення[Текст]: автореф. дис. ...к.е.н. / М. М. Дмитрієв. – К. – 2012.

3. Василенко Т. Є. Управління якістю послуг пасажирських підприємств автомобільного транспорту [Текст]: автореф. дис. ... кандидата економ. наук: 03.11.06 / Т. Є. Василенко; [Харківський національний автомобільно-дорожній університет]. – Х., 2006. – 20 с.

4. Аулін В.В., Голуб Д.В. Аналіз системи перевезення пасажирів у містах, основні тенденції її розвитку і шляхи удосконалення / Вісник національного транспортного університету: В 2-х частинах: Ч. 2.- К.: НТУ, 2007.- Вип. 15. – С. 279-284.

5. Бабушкін Г.Ф. Оцінка якості транспортного обслуговування пасажирів у містах / Г.Ф. Бабушкін, О.Ф. Кузькін, В.Х. Козирев // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля. – 2009. - №11 (141). – с. 25 – 27.

6. Кристопчук М.Є. Ефективність пасажирської транспортної системи приміського сполучення [Текст] :дис. канд. техн. наук / М.Є. Кристопчук. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 214 с.

7. Кристопчук М.Є. Приміські пасажирські перевезення[Текст]: навчальний посібник / М. Є. Кристопчук, О. О. Лобашов: - Х.: НТМТ, 2012. - 224с.

8. Доля В.К. Пасажирські перевезення [Текст]: підручник / В. К. Доля. – Х.: Форт, 2011. – 504 с.

УДК 656.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ МОБІЛЬНОСТІ МІСТА РІВНЕ

RESEARCH OF GENERAL MOBILITY INDICATORS OF THE CITY OF RIVNE

Садовець Катерина

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

Рівне – місто обласного значення в Україні, обласний центр Рівненської області, центр Рівненського району, Рівненської області. Система функціонування громадського транспорту забезпечує здійснення трудових, культурно-побутових та інших видів пересувань громадян по районах міста. Зараз наявні 12 маршрутів троедейбусів, у парку перебуває 78 машин. Також функціонує 28 маршрутів автобусів та маршрутних таксі та 5 екоавтобусів (місткістю 84 людини), які обслуговують 2 маршрути.

Для дослідження пересувань населення у м. Рівне була розроблена анкета та здійснено опитування громадян стосовно їх пересувань протягом дня. Опитування проводилося як онлайн так і «face to face», загалом участь взяло 669 респондентів віком від 18 до 70 років. Анкета передбачала заповнення загальних відомостей про учасників опитування та інформацію про кількість пересувань та транспорт, що використовувався. Якщо розглядати це питання в статеві-віковому зрізі, можна відзначити, що працездатна молодь (18-35) дещо більш мобільна, ніж діти та люди середнього віку, а літні люди менш мобільні, а у статевому зрізі дівчата та жінки середнього віку здійснюють дещо більшу кількість переміщень за день, ніж чоловіки, тоді як для решти груп подібної відмінності немає.

Загалом кількість пересувань коливалася від 1 до 6 за добу. Найбільше відсоток припадає на 1-2 пересування (рис. 1).

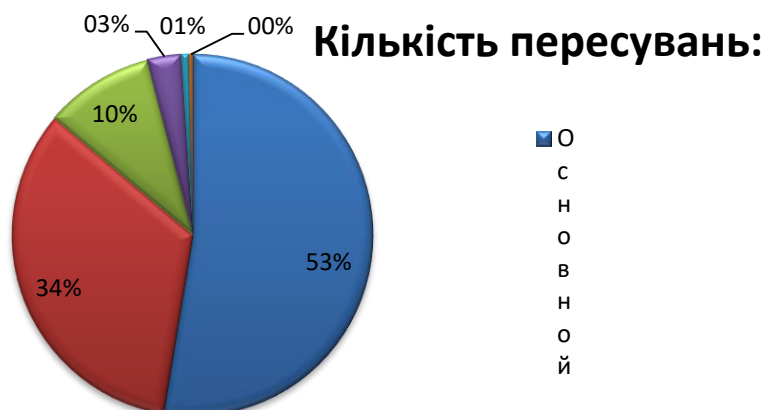


Рис. 1. Відсоткове співвідношення кількості пересувань

Найбільше поїздок здійснюється за допомогою громадського транспорту (71,2%); на другому місці за популярністю - переміщення автомобілем (14,2%) – рис. 2.

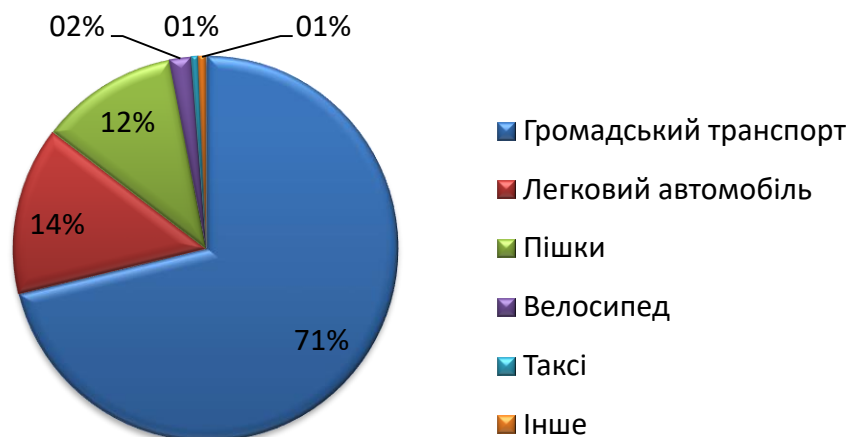


Рис. 2. Загальний розподіл режимів переміщення мешканців міста

Вибір режимів переміщення відрізняється в статевому зрізі: чоловіки частіше використовують індивідуальний транспорт, як-от легковий автомобіль чи велосипед, тоді як жінки частіше здійснюють переміщення пішки (це може бути зумовлено розподілом цілей подібних переміщень). Значно менша частка жінок, що використовують для пересування велосипед, підкріплює твердження, висловлені під час зустрічей з велоактивістами, що жінки більше бояться переміщуватись на велосипеді в місті, оскільки за відсутності інфраструктури вважають це небезпечним.

1.Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення: Навчальний посібник. - Київ: Видавничий Дім "Слово", 2009. - 272 с.

2. Яновський П.О. Пасажирські перевезення: Навчальний посібник. - Київ: НАУ, 2008. — 469 с.

УДК 338.47

ОПТИМІЗАЦІЯ ЛОГІСТИЧНИХ ЗАХОДІВ В ПРОЦЕСІ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ НА ОБ'ЄКТАХ ПОРТОВОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

OPTIMIZATION OF LOGISTICS IN THE PROCESS OF ELIMINATION OF EMERGENCY SITUATION AT PORT INFRASTRUCTURE OBJECTS

Товарянський Володимир, Ренкас Артур, Руденко Дмитро

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007*

Elimination of an emergency at port infrastructure facilities is a complex process that requires excellent organization and management of forces and resources. Since it is necessary to spend as little time as possible from the moment a dangerous situation is identified until a management decision is made to eliminate it, the most important task is to organize and effectively use the available forces and means in order to localize.

Ліквідація надзвичайної ситуації на об'єктах портової інфраструктури – складний процес, який вимагає відмінної організації та управління силами та засобами. Оскільки від моменту виявлення надзвичайної ситуації до прийняття управлінського рішення щодо її ліквідації необхідно затратити якомога менше часу, найважливішим завданням є власне організація та ефективне застосування наявних сил та засобів для того, щоб її насамперед локалізувати.

За умови визначення кількості сил та засобів необхідно враховувати параметри поширення небезпечної хімічної (горючої) речовини. Керівник ліквідації надзвичайної ситуації в усіх випадках має оцінювати обстановку та приймати рішення щодо необхідності забезпечення найбільш швидкої її локалізації усіма силами, що знаходяться в його розпорядженні, а також технічними засобами.

Запобігання розповсюдженню небезпечних хімічних речовин, зокрема горючих рідин, досягається шляхом:

- застосування передбачених технічних рішень, які відповідають нормативним вимогам із запобігання аваріям і витокам;
- використання комплексних організаційних заходів на березі і на судні;
- складання судном і портовим оператором сумісного плану завантаження, і його дотримання протягом всіх завантажувальних операцій.

Організація ліквідації наслідків надзвичайної ситуації у випадку розливу та поширення небезпечних хімічних речовин, у тому числі нафтопродуктів, включає:

- прогнозування сценарію локалізації, застосування методів та способів із врахуванням екологічних, гідрологічних, а також умов віддаленості розташування сил та засобів;
- вибір основного та додаткового методів локалізації розливу нафтопродуктів;
- визначення якісного складу аварійно-рятувального обладнання;
- визначення кількісного складу сил та засобів для успішного проведення локалізації;
- тактику застосування сил та засобів для проведення локалізації з урахуванням чинників впливу.

Для розроблення ефективного механізму логістичного забезпечення потрібно виконати підбір обладнання для локалізації надзвичайної ситуації в умовах розливу небезпечних хімічних речовин (нафтопродуктів) з використанням засобів обмеження їх подальшого розповсюдження акваторією. Зокрема проводиться прогнозування розливу, як для ситуації, що виникла внаслідок порушення умов технологічного процесу, так і ситуації, обумовленої

розливом максимально можливого об'єму небезпечної речовини, а також враховується вплив усіх факторів.

Проведено дослідження на прикладі об'єкта портової інфраструктури і запропоновано логістичну схему з ліквідації розливу нафтопродуктів акваторією морського порту (рис. 1).

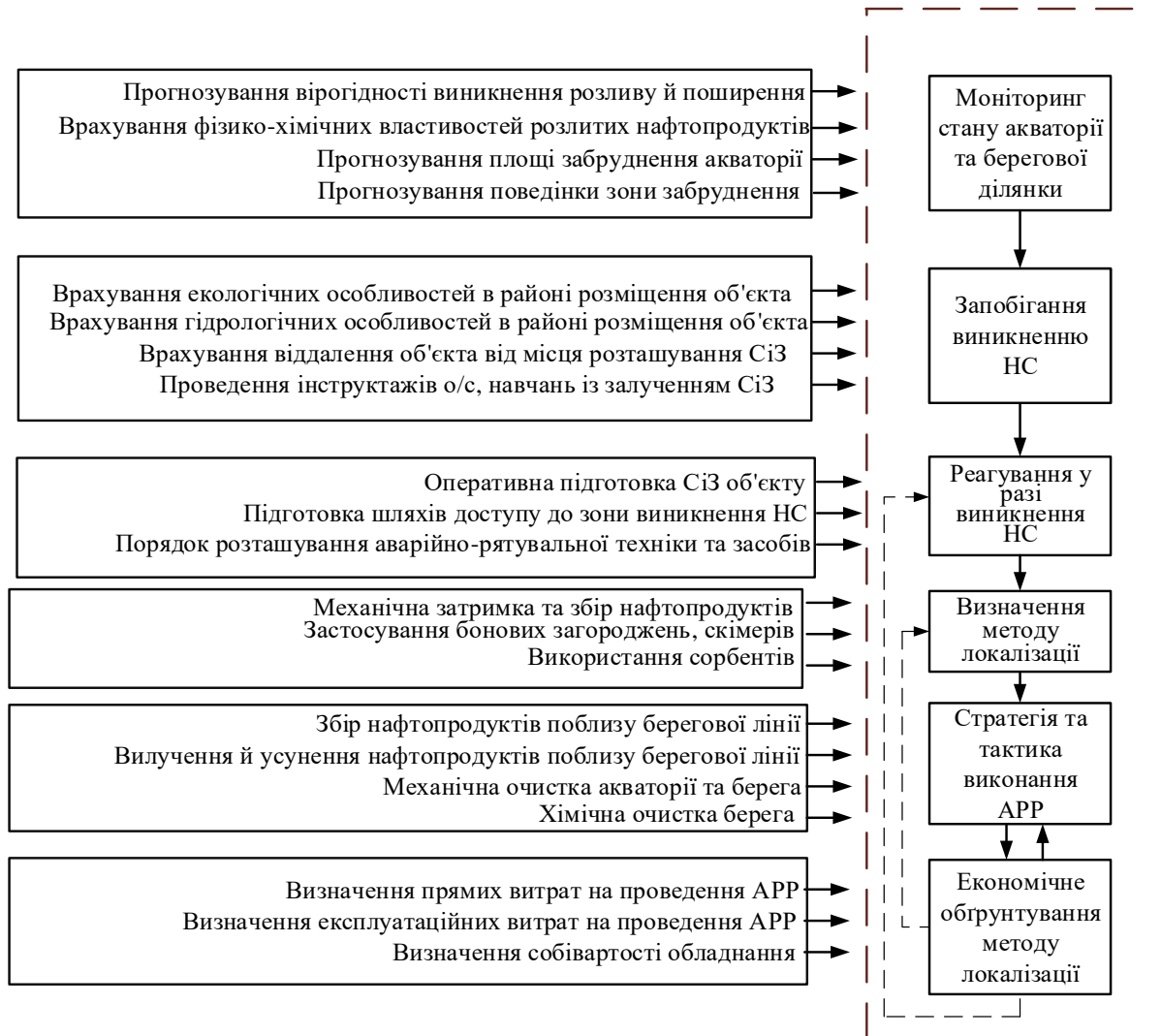


Рис. 1. Логістична схема для ліквідації надзвичайних ситуацій на об'єктах портової інфраструктури

Запропонована логістична схема являє собою прямолінійну послідовність дій, результатом виконання яких є оптимізація заходів щодо запобігання та локалізації і ліквідації надзвичайної ситуації, пов'язаної з поширенням нафтопродуктів акваторією морського порту з урахуванням особливостей кількісних характеристик наявних сил та засобів щодо заданих умов. При цьому враховується тип акваторії, виходячи з особливостей ймовірних джерел розливу, ефективність методів реагування, максимальна ефективність дій сил та засобів для мінімізації витрат на ліквідацію надзвичайної ситуації.

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 (зі змінами та доповненнями від 02.10.2019).

2. Воробьев Ю.Л., Акимов В.А., Соколов Ю.И. / Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов // – М.: Инноктаво, 2005.

3. International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation (OPRC). Adoption: 30 November 1990; Entry into force: 13 May 1995.

УДК:656.658

ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЛОГІСТИЧНІ СХЕМИ В ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕРМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

TRANSPORT-TECHNOLOGICAL AND LOGISTICS SCHEMES IN THE ORGANIZATION OF
INTERMODAL TRANSPORTATION

Швець Володимир, Михальчук Назарій

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

Організація перевізного процесу повинна базуватися на організаційно-технічній і технологічній взаємодії різних видів транспорту, широкому розвитку мультимодальних, інтермодальних та комбінованих перевезень вантажів, заснованих на логістичних принципах. Саме з цією метою, необхідно звернути увагу на будівництво нових мультимодальних транспортно-логістичних центрів у всіх великих транспортних вузлах країни.

Ступінь задоволення різними видами транспорту потреб суспільства в вантажних перевезеннях неоднакова. Кожен вид транспорту має характерні, тільки йому притаманні особливості в розміщенні, технічному оснащенні, провізних можливостях, різновиди рухомого складу і т.д. Для визначення сфер економічно доцільного використання того чи іншого виду транспорту необхідно враховувати як загальногосподарські, так і специфічні транспортні фактори. Величина цих факторів на кожному виді транспорту різна. Вона багато в чому залежить від потужності і структури вантажопотоків, дальності перевезень, величини відправок, типу рухомого складу, матеріально-технічної бази виду транспорту і ряду інших чинників.

В силу об'єктивної особливості транспортного процесу - забезпечення роботи на стиках різних видів транспорту, де взаємодіють і багаточисельні клієнти, - безперервний план-графік роботи транспортного вузла, як на добу, так і на віддалену перспективу є найважливішим управлінським інструментом інтермодальних операторів. Така система взаємодії дає можливість значно підвищити ефективність роботи транспорту, істотно скоротити терміни доставки вантажів споживачам і тим самим знизити витрати інтермодальних перевезень. Створення логістичних систем - процес поетапний і повинен починатися зі створення фірм експедиторів - логістичних операторів перевезень в вузлах і регіонах. Логістичний оператор здійснює доставку вантажів від вантажовідправника до кінцевого споживача по одному транспортному документу і за єдиною (наскрізний) ставкою тарифу, при цьому оператор перевезень діє як самостійна юридична особа. Він укладає договір з власником вантажу і повністю звільняє останнього від проблем, пов'язаних з доставкою вантажу від складу відправника до складу одержувача.

Беручи на себе вантаж від вантажовласників, експедитори самостійно вибирають оптимальний маршрут для перевезення, вид (або види) транспорту, упаковки, оформляють документи на вантажі, що перевозяться і укладають договори з перевізниками та іншими учасниками транспортного процесу. При цьому оператор постійно стежить за просуванням вантажу і може дати точну інформацію про його місцезнаходження в будь-який момент часу.

Логістичні оператори перевезень повинні створюватися у великих транспортних вузлах і між ними має бути тісний контакт. Тільки при взаємодії операторів транспортних вузлів може йти мова про організацію перевезень вантажів «від дверей до дверей» і «точно в строк».

Основні етапи будь-якої транспортно-технологічної схеми представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

Функції	Підзадачі	Виконавці
<i>Основні функції</i>		
Розміщення	Консультавання, аналіз, планування. Вибір виду транспорту. Висновок фрахтових договорів. Складання транспортних документів. Контроль за фрахтом.	Транспортне підприємство
Транспортування	Перевезення на ближні відстані. Внутрішній транспорт. Міжнародний транспорт.	Транспортне підприємство
<i>Додаткові і взаємодоповнюючі функції</i>		
Перевалка	Підготовка і проведення вантажоперевалки.	Підприємство з перевалки. Експедиція. транспортне підприємство
Складування	Завантаження, вивантаження, перевантаження. Обслуговування складу. Комісування.	Складське підприємство. Підприємство з перевалки. Експедиція
Обробка	Завантаження і маркування відповідно до відправлення. Догляд за товаром і передпродажна підготовка.	Підприємство з перевалки. Складське підприємство. Експедиція
Інформація	Повідомлення про відправку. Управління та контроль за потоком вантажів.	Експедиція. Транспортне підприємство
Спеціальні	Страховання перевезень. Митне очищення. Ремонт. Надання місць для відпочинку і відновлювальні роботи. Кредитування і оплата.	Різні фірми

Широкий розвиток засобів інформатизації створює сприятливі передумови для підтримки інформаційного зв'язку між операторами в вузлах, а також з вантажовідправниками і вантажоодержувачами. Завдяки інформаційному зв'язку та однотипності програмного забезпечення можна попередити заздалегідь вантажоодержувачів про прибуття на їхню адресу вантажів, що дуже важливо при безперервному виробництві. Крім цього сучасні інформаційні технології дозволяють перейти на електронний обмін даними, скорочуючи або усуваючи паперовий документообіг електронним, що у багато разів підвищує продуктивність праці на підприємствах і прискорює час доставки вантажів до споживача.

Таким чином, взявши на себе функції по логістиці, планування, маршрутизації, вибору транспортних засобів, контролю за просуванням вантажів і доставці їх до кінцевого споживача, логістичні оператори перевезень забезпечать швидку доставку вантажів до споживачів.

1. *Організація та проектування логістичних систем. Підручник. Видання друге перероблене та доповнене. За редакцією професора, доктора економічних наук М.П. Денисенка та ін. Київ. Видавництво Міленіум, 2016. – 387с.*

2. *Попова Н.В. Сучасні тенденції розвитку транспортно-логістичних систем. / Н.В. Попова, В.Г. Шинкаренко // Вісник економіки транспорту і промисловості: Український державний університет залізничного транспорту. – Харків: №53, 2016. – С. 54-60.*

УДК:656.658

ЛОГІСТИЧНІ МЕТОДИ ВИБОРУ РІЗНИХ ВИДІВ ТРАНСПОРТУ ЗА ЇХ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИМИ ОСОБЛИВОСТЯМИ

LOGISTIC METHODS OF SELECTION OF DIFFERENT TYPES OF TRANSPORT ACCORDING TO THEIR TECHNICAL AND ECONOMIC FEATURES

Швець Микола

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

На сучасному транспортному ринку України назріла необхідність глибоких системних структурних перетворень на основі логістичних підходів. Шлях подальшого перспективного розвитку, як свідчить світова практика, - це перехід від конкуренції до інтермодальних комбінованих перевезень і великих транспортних систем з єдиним центром управління.

Для побудови схеми інтермодального потоку і побудови логістичної системи, перш за все, необхідно знати характеристики транспортних систем, включи наступні види транспорту (залізничний, морський, річковий і автомобільний транспорт).

Залежно від стратегії і завдань фірми, що здійснює інтермодальні операції, проводиться вибір транспорту для доставки товару. При цьому враховуються техніко-економічні особливості різних видів транспорту, їх переваги та недоліки, що визначають сфери їх раціонального використання з урахуванням витрат та інших показників.

Використання різного виду транспорту в інтермодальних перевезеннях призводить до великої різноманітності показника часу виконання замовлення. Термін інтермодальної доставки вантажу залежить від видів використаного транспорту і визначається за формулами, наведеними в таблиці 1.

Таблиця 1

Вид транспорту	Формули розрахунку терміну постачання	
Залізничний	$T_3 = t_{пк} + \frac{l}{V_п^3} + t_{дод}^3; T_м = \frac{l}{V_e}$	(1)
Морський	$V_e = \frac{l}{\frac{l}{V_{доб}} + \frac{2\alpha D_в}{M} + t_{дод}^м}$	(2)
Річковий	$T_p = t_0 + \frac{l}{V_п^p} + t_{дод}^p$	(3)
Автомобільний	$T_a = t_{пк} + \frac{l}{V_e}$	(4)

де: $t_{пк}$ – час на початково-кінцеві операції, *дiб. (год.)*; l – відстань перевезення, *км*; $V_п^3, V_п^p$ – норма пробігу вагона або судна за добу; $t_{дод}^3, t_{дод}^м, t_{дод}^p$ – час на додаткові операції на різних видах транспорту, *дiб.*; V_e – експлуатаційна швидкість, *км/год.*; $V_{доб}$ – експлуатаційна швидкість суден, працюючих на даній лінії, *миль/доб.*; α – коефіцієнт використання вантажопід'ємності; $D_в$ – вантажопід'ємність судна, *т.*; M – середньозважена денна норма вантажних робіт в порту відправлення і призначення *т/доб.*; t_0 – час на накопичення, формування і відправлення вантажів, *дiб.*

Вибираючи спосіб транспортування вантажів, вантажовідправник повинен керуватися безліччю критеріїв. Існує думка, що їх повинно бути не менше п'яти. Ранжування критеріїв наведено в таблиці 2. У цій таблиці «1» - найвищий бал, «5» - найнижчий.

Таблиця 2

Вид транспорту	Критерій ранжирування				
	Швидкість (час доставки)	Надійність (дотримання графіка)	Здатність перевозити різні види вантажів	Доступність (кількість обслуговування географічних точок)	Вартість однієї тонно-милі
Залізничний	3	4	2	2	3
Водний	4	5	1	4	1
Автомобільний	2	2	3	1	4
Трубопровідний	5	1	5	5	2
Повітряний	1	3	4	3	5

При виборі виду транспорту корисною є і таблиця У.Стантона (таблиця 3) рекомендаціями якої можна так само скористатися при вирішенні задачі оптимізації витрат по доставці вантажу в інтермодальному варіанті.

Таблиця 3

Критерій вибору	Вид транспорту				
	Залізничний	Водний	Автомобільний	Трубопровідний	Повітряний
Швидкість	Середня	Найнижча	Висока	Низька	Найвища
Рівень витрат	Середній	Найнижчий	Високий	Низький	Найвищий
Можливий асортимент товару	Найбільший	Достатньо великий	Середній	Дуже обмежений	Частково обмежений
Міркування з приводу товару	Найбільш зручний для великої кількості продукції	Зручніший всього для великої кількості продукції	Товари з високою ціною, що вимагають доставки в короткі терміни	Рідкі й газоподібні продукти	Дорога і швидкопсувна продукція
Кількість обслуговуваних ринків	Велика	Обмежена	Необмежена	Дуже обмежена	Вище середнього
Надійність доставки	Середня	Низька	Хороша	Висока	Середня

Споживач, при виборі постачальника, бере до уваги можливість останнього в області логістичного сервісу, тобто на конкурентоспроможність постачальника впливає асортимент і якість запропонованих їм послуг. З іншого боку, розширення сфери послуг пов'язане з додатковими витратами.

1. *Організація та проектування логістичних систем. Підручник. Видання друге перероблене та доповнене. За редакцією професора, доктора економічних наук М.П. Денисенка та ін. Київ. Видавництво Міленіум, 2016. – 387с.*

2. *Ксенія Савчук. Топ 10 інновацій, які змінять логістику в 2020 році. URL: <https://elnews.com.ua/uk/top-10-innovacij-yaki-zminyut-logistyku-v-2020-roczj/>.*

УДК 656.025

МОДЕЛЬ ПЛАНУВАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗВІЗНИХ МАРШРУТІВ У МІСТАХ В УМОВАХ НЕСТАЦІОНАРНОСТІ ПОПИТУ

MODEL OF PLANNING AND ORGANIZATION OF DELIVERY ROUTES IN THE CITY IN CONDITIONS OF NON-STATIONARY DEMAND

Шраменко Наталя¹, Шраменко Владислав^{1,2}

¹Харківський національний технічний університет сільського господарства
ім. Петра Василенка, вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002

²Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, пл. Свободи, 4, м. Харків, 61022

Особливістю перевезень дрібних партій вантажу є велика кількість споживачів на території населених пунктів, а також різноманітні асортименти продукції, для підтримки яких завезення здійснюється від різних виробників. Особливо це стосується перевезень сільськогосподарських вантажів.

В останній час увагу науковців привертають задачі управління поставками сільськогосподарських вантажів автомобільним транспортом в умовах нестационарності попиту. Однак, більшість методів організації транспортного обслуговування вантажовласників на розвізних маршрутах не враховують вимоги споживачів, щодо умов їх обслуговування. Аналіз теоретичних підходів та практичного досвіду свідчить, що існуючі підходи та моделі планування та організації розвізних маршрутів, особливо для великої кількості клієнтів, не враховують вимоги споживачів щодо часу завезення товару та не передбачають вибір раціональної вантажності автомобіля [1].

В якості критерію ефективності процесу обслуговування споживачів на розвізних маршрутах запропоновано мінімальні загальні витрати на розвезення дрібнопартійних вантажів за добу [2]. Для моделювання об'єкту дослідження обрано імітаційне моделювання, оскільки переважна кількість параметрів транспортного процесу при перевезенні дрібнопартійних вантажів у міському сполученні є випадковими величинами [3, 4].

Імітаційні експерименти проведено за допомогою розробленого програмного забезпечення, відмінною особливістю якого є формування раціональних розвізних (збірних) маршрутів при перевезенні вантажів дрібними партіями в міському сполученні для великої кількості замовників. В полі програми випадково генерується розміщення клієнтури та терміналу, а також обсяги перевезень і час доставки вантажу замовникам. В результаті імітаційного моделювання ситуацій сформовано маршрути, визначено загальний пробіг автомобілів на цих маршрутах та розраховано загальні витрати на розвезення сільськогосподарських вантажів за добу.

1. Шраменко Н.Ю. Технологические особенности транспортного обслуживания потребителей при поставке сельскохозяйственных грузов мелкими партиями / Н.Ю.Шраменко // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті – Луцьк : Луцький НТУ, 2018. – № 2(11) – С. 134-140.

2. Шраменко Н. Ю. Математична формалізація процесу транспортно-експедиторського обслуговування вантажовласників у міському сполученні / Н. Ю. Шраменко // Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Х. : ХНУМГ, 2015. – Вип. 123. – С. 74-77.

3. Шраменко Н.Ю. Модель оптимального планування роботи автомобілів на розвізних маршрутах при перевезеннях дрібнопартійних вантажів / Н. Ю. Шраменко // Автомобільний транспорт. - Харків: ХНАДУ, 2007. – Вип. 20 – С. 129-132.

4. Shramenko, N., Muzylyov, D. and Shramenko, V. (2020) 'Methodology of costs assessment for customer transportation service of small perishable cargoes', *International Journal of Business Performance Management*, Vol. 21, Nos. 1/2, pp.132–148.

УДК 656.001.5

ГОРИЗОНТАЛЬНА АРХІТЕКТУРА В ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПЕЧНОГО РУХУ В МІСТАХ

HORIZONTAL ARCHITECTURE IN THE ORGANIZATION OF SAFE TRAFFIC IN CITIES

Гук Валерій, Запорожцева Олена

*Національний університет будівництва та архітектури,
вул. Сумська, 40, 61002*

*Національний автомобільно-дорожній університет
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61000*

Abstract. The article highlights a new step in creating safe conditions for road transport at the stage of designing streets and roads. The speed of the car is determined by the horizontal line in the plan. The structure of horizontal lines is the structure of the road network (horizontal architecture), where the composition is the transport structure. A generalized criterion is proposed for assessing the state of traffic flows on highways of various horizontal lines.

Горизонтальна архітектура це не тільки стилістика парків та ландшафтів, але і вулично-дорожня структура сучасного міста, композицією якої є транспортна система.

Урбаніст, прагнучи створити безпечні і комфортні умови руху для автомобільного транспорту, використовує різні прийоми і форми в проектуванні вулиць, доріг і автомагістралей в міському середовищі.

Лінія це один з виразних засобів і прийомів в композиції, може багато що передбачити, особливо в організації міського руху. Лінії, які використовуються для створення форм, закладають певне динаміко-психологічне значення, дуже важливе для сприйняття учасником дорожнього руху [1].

Саме лінії виражають образи вулиць, магістралей і їх елементів підкреслюючи двовірність площини і дозволяють керувати швидкістю авто.

Лінійне креслення передає враження об'єму автомагістралей в міському середовищі. Це досягається, по-перше, тим, що лінія будує форму в пропорціях і в перспективі, по-друге, тим, що лінія змінюється по напрямку, а, отже, і по силі звучання. Плавність, текучість і спрямованість лінії при нанесенні контуру дозволяють виявити пластичні якості вулиць і доріг. Замкнута лінія, обмежує силует міста і залежить від сприйняття форми перетинів.

Різний характер ліній надає певну емоційно-психологічну дію на водія і мешканця міста. Урбаністи, знаючи ці особливості ліній, створюють потрібного типу міські вулиці або магістралі, їх пересічення, що відповідають задуманій ідеї організації безпечного і комфортного руху в екологічному просторі.

Урбаніст повинен ґрунтуватися на наукових дослідженнях психологів, правилах дорожнього руху, законах руху транспорту і пішоходів, враховувати попередній історичний досвід для того, щоб створювати об'єкти, які роблять побут комфортнішим, зручнішим і красивішим. Горизонтальна лінія створює відчуття спокою, статичності, текучості.

Споконвіку вважалось, що горизонталь є символом матерії, руху. Горизонталь це і рух в часі – з минулого в майбутнє. Це є філософське поняття тимчасового взаємопроникнення минулого в сьогодення і в майбутнє по прямій, коли події плавно переходять з одного в інше.

Аналізуючи характер ліній, можна зробити висновок, що об'єктом урбаністичної діяльності є міський рух, його організація і середовище міста. Дуже часто урбаніст надихається структурою, що оточується простором, уважно спостерігаючи об'єкти руху і

забудови. В результаті виходять унікальні горизонтальні плани і унікальне міське середовище та виникає можливість у використанні планувальних методів для управління рухом автомобільного транспорту на міських вулицях і шляхах з вимог безпеки [2].

Горизонтальні прямі лінії примушують рухатись водіїв з великою швидкістю, в той же час хвилясті лінії змушують зменшувати швидкість в залежності від горизонтальних радіусів до безпечних рівнів швидкості в міському середовищі. Розроблено критерій, яким враховується довжина поїздки L та швидкість руху V на магістралі або вулиці, яку вони забезпечують своїм планом $\beta = L \cdot V$ (квадратична довжина поїздки за час) [3]. Тобто, це константа закону тяжіння між планувальними забудовами міста: довжина зростає, а швидкість пропорційно зменшується. Взагалі, головним критерієм руху по вулицям і шляхам є потужність руху, як добуток інтенсивності (характеристика в перерізі дороги) на швидкість (характеристика стану руху в просторі дороги) $M = N \cdot V$. Враховуючи дуже велику аварійність на вулицях і шляхах міст України, пропонується вимога планування вулиць з безпечною швидкістю згідно радіусів кривих, що забезпечують рух транспортних засобів зі швидкістю на загальноміських магістралях 50-60 км/год., на магістралях районного значення 40 км/год., а на житлових вулицях не більш 35 км/год. Прямих проспектів, де швидкість може досягати 100 і вище км/год. в плані міст не повинно бути зовсім, бо це місце з високою імовірністю ДТП. Планування міст, їх вулиць і доріг, перетинів в одному та різних рівнях, екологічних та безпечних, з метою збереження життя мешканців міст України, повинно враховувати вимоги горизонтальної архітектури при розробці планувальної документації на усіх стадіях проектування. Якщо для нових забудов можливо управляти швидкістю руху планувальними методами, то для існуючих проспектів і магістралей доцільно враховувати методи заспокоєння руху. Як показав попит проектування вулиць і доріг міст за законами планувального управління рухом методами горизонтальної архітектури експертні інституції ще не бачать майбутніх проблем конгестії і безпеки в містах. Якщо раніше містобудівники (урбаністи) займалися проектуванням транспортних систем міст і організацією дорожнього руху, то зараз це окремі спеціальності. І як наслідок: містобудівники не знають законів руху транспортних потоків і методів організації руху, а фахівці з організації дорожнього руху – методів урбопланування.

1. Сардаров, А.С. *Архитектура автомобильных дорог* / А.С. Сардаров. – Минск, 1993. – 272 с.

2. Зитте К. *Художественные основы градостроительства* / Зитте К. пер. с немецкого. – М., 1993. – 255 с.

3. Гук В.І. *Транспортні потоки : теорія та їх застосування в урбаністиці: монографія* / В.І. Гук, Ю.М. Шкодовський. – Х.: Золоті сторінки, 2009. – 232 с.

УДК 656.13

ЗАПОБІГАННЯ ДТП НА ПІШОХІДНИХ ПЕРЕХОДАХ

PREVENTION OF ACCIDENTS AT PEDESTRIAN CROSSINGS

Лесюк Олександр

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

Кожного року кількість авто збільшується на дорогах і це має вплив на статистику дорожньо-транспортних пригод: у порівнянні з минулим роком кількість аварій зросла на 8-11%. Основні причини ДТП: порушення правил проїзду перехресть, недотримання правил безпечної дистанції, перевищення швидкості, управління автомобілем у нетверезому стані та інші порушення ПДР як водіями так і пішоходами. За статистикою 43% ДТП з постраждалими та 46% з загиблими сталися за участю пішоходів. Особливо всі учасники дорожнього руху повинні строго дотримуватись правил проїзду пішохідних переходів, тим паче за відсутності світлофорів.

За останній час нараховується велика кількість звернень щодо встановлення штучних дорожніх нерівностей, тобто «лежачих поліцейських», поряд з неврегульованими пішохідними переходами, з метою підвищення безпеки дорожнього руху та упередження травматизму дітей і дорослих. Встановлення «лежачих поліцейських» дає можливість примусово знижувати швидкість руху транспортного засобу до 40 км/год і менше, тому дозволяє значно підвищити безпеку дорожнього руху та забезпечує пішоходам безпечне пересування.

Однак штучні дорожні нерівності можуть дуже нашкодити автомобілю, особливо, якщо встановлені з будь-якими порушеннями. Висота «лежачих поліцейських» має бути приблизно 7 см. І не повинно бути більше п'яти штучних дорожніх нерівностей на одній ділянці дороги. А встановлювати їх на швидкісних трасах, у тунелях, на під'їздах до екстрених служб, проїздах під мостами та біля зупинок громадського транспорту заборонено.

Справа в тому, що якщо технічне обслуговування такої конструкції не було проведено вчасно, то це може пошкодити транспортних засіб. Також «лежачі поліцейські» можуть перешкоджати руху автомобіля у потоці, і цим збільшують витрату пального, підвищуючи викид шкідливих речовин, що негативно впливає на навколишнє середовище. А також вимагають від водіїв підвищеної уваги під час їзди, тому вони швидше втомлюються. Медичні фахівці стверджують, що «стрибки» через штучні дорожні нерівності погано позначаються на хребті пасажирів транспортного засобу.

Розвиток сучасних технологій дозволяє знаходити альтернативи звичайним штучним дорожнім нерівностям, які ми розглянемо далі.

По-перше – це рідкий «лежачий поліцейський». Цей інноваційний засіб виготовляється з жорсткої і гнучкої пластикової труби, стійкою до зносу. Це дозволяє рухатись автомобілю з дозволеною швидкістю та не сповільнюватись.

По-друге, ми пропонуємо встановити додаткове освітлення на пішохідних переходах для того, щоб водій за кермом автомобіля побачив його ще здалеку та самого пішохода. Сучасний і дуже зручний варіант – оснащення пішохідних переходів системою автономного освітлення, яка керується дистанційно. Через ряд переваг для освітлення пішохідних переходів необхідно обрати світлодіодні світильники: переходи значно помітніші при світлі світлодіодної лампи; кольори не спотворюються, фактично створюється ефект денного світла; лампи довговічні та економічні.

Також звертаємо увагу на вставки розмічальні дорожні – це світильники, які доповнюють дорожню розмітку. Вони стійкі до пошкоджень. Вдень ВРД акумулюють сонячну енергію, а вночі освітлюють дорогу.

По-третє – це застосування на пішохідних переходах «котячого ока», яке являє собою світлоповертаючий захисний пристрій. Вихідна форма складається з двох пар відображаючих скляних кульок, встановлених в білий гумовий купол у чавунному корпусі. «Котячі очі» особливо цінні під час туману і, в значній мірі, стійкі до пошкоджень від снігоочисників.

Встановлення «лежачих поліцейських» або правильне освітлення пішохідного переходу – це збереження життя та здоров'я учасників дорожнього руху. Але ж, на жаль, на дорогах склалась атмосфера неприязні та конкуренції між пішоходами та водіями, і дуже часто вони не бажають один одному поступатися. І лише неухильне дотримання правил усіма учасниками дорожнього руху та взаємоповага допоможуть уникнути багатьох трагедій.

1. Д.В. Зеркалов, П.Р. Левковець, О.І. Мельниченко, О.М. Дмитрієв. Безпека руху автомобільного транспорту: довідник. – Київ: Основа, 2002. – 360с.

2. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод./ Галаса П.В., Кисельов В.Б., Куйбіда А.С. та інші. – Київ: Експерт-сервіс, 1995. – 192с. 3. Правила дорожнього руху: Офіційне видання. Витяги з нормативних документів і актів України, діючих в сфері дорожнього руху. – Київ: Автовісник, 2002. – 112с. УДК 656.11 Форнальчик Є.Ю. проф. НУ «Львівська політехніка»

УДК 656.1

**ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ЗАТРИМОК АВТОМОБІЛІВ НА
НЕРЕГУЛЬОВАНИХ ПЕРЕХРЕСТЯХ З РІВНОЗНАЧНИМИ НАПРЯМКАМИ**

**APPROACH TO DETERMINE CAR DELAYS AT AN UNREGULATED INTERSECTION
WITH EQUIVALENT DIRECTIONS**

**Євген Володимирович Любий, Петро Федорович Горбачов,
Ольга Михайлівна Бєлецька**

*Харківський Національний Автомобільно-дорожній університет, вул. Я. Мудрого, 25, Харків,
Україна, 61000; ВСП «Одеський автомобільно-дорожній фаховий коледж ОНПУ», вул.
Тираспольська, 6, Одеса, Україна, 65045*

Annotatoin. Is proposed an approach for determining delays at unregulated intersections which allows to take into account the priority of traffic on competing directions.

В основу запропонованого підходу визначення затримок на нерегульованих перехрестях покладені принципи системи масового обслуговування, що дозволяє врахувати пріоритетність руху транспорту на конкуруючих напрямках.

Нехай λ_1, λ_2 – інтенсивності транспортних засобів, що під'їжджають до нерегульованого перехрестя з конкуруючих напрямків, c^{-1} ; Δ_1, Δ_2 – час проїзду динамічного габариту транспортного засобу на конкуруючих напрямках, с. Тоді завантаження напрямків буде визначатися як:

– для напрямку 1:

$$\rho_1 = \lambda_1 \Delta_1; \quad (1)$$

– для напрямку 2:

$$\rho_2 = \lambda_2 \Delta_2. \quad (2)$$

В сою чергу, середня тривалість періоду зайнятості проїзду для кожного напрямку визначається наступним чином:

– для напрямку 1:

$$P_1 = \frac{\Delta_1}{1 - \rho_1}; \quad (3)$$

– для напрямку 2:

$$P_2 = \frac{\Delta_2}{1 - \rho_2}. \quad (4)$$

При цьому сумарне завантаження обох напрямків рівнозначного нерегульованого перехрестя буде визначатися як сума (1) та (2):

$$\rho = \rho_1 + \rho_2, \quad (5)$$

а сумарна інтенсивність транспортних засобів, що під'їжджають до нерегульованого перехрестя рівнозначних напрямків буде дорівнювати:

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2. \quad (6)$$

Знаючи ρ та λ з'являється можливість визначити середній час проїзду динамічного габариту транспортного засобу через рівнозначне нерегульоване перехрестя (7) та середню тривалість періоду зайнятості проїздом перехрестя транспортних засобів з обох напрямків (8):

$$\Delta = \frac{\rho}{\lambda}, \quad (7)$$

$$P = \frac{\Delta}{1 - \rho}. \quad (8)$$

Знаючи сумарну інтенсивність транспортних засобів, що під'їжджають до нерегульованого перехрестя рівнозначних напрямів, можна визначити середній час вільного періоду:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda}. \quad (9)$$

Середній час проїзду транспортних засобів з кожного з рівнозначних напрямів нерегульованого перехрестя визначається на підставі значень середньої довжини періоду зайнятості проїздом транспортних засобів перехрестя:

– для напрямку 1:

$$T_1 = \frac{P_1}{P_1 + P_2} P; \quad (10)$$

– для напрямку 2:

$$T_2 = \frac{P_2}{P_1 + P_2} P. \quad (11)$$

В роботі використовується припущення про стаціонарність потоку транспортних засобів, що під'їжджають до нерегульованого перехрестя. Звідси випливає, що транспортний засіб, що прибуває до нерегульованого перехрестя може потрапити в три можливі стани:

{0} – вільне перехрестя;

{1} – перехрестя зайнято проїздом транспортних засобів з першого напрямку;

{2} – перехрестя зайнято проїздом транспортних засобів з другого напрямку.

Приймаючи до уваги цей факт, стаціонарна ймовірність транспортного засобу, що прибуває потрапити у відповідний стан буде визначатися як (12):

$$p_i = \frac{T_i}{T_0 + T_1 + T_2}. \quad (12)$$

З огляду на прийняте в роботі припущення, а також беручи до уваги формулу розрахунку середнього часу очікування Зільбертала [1], умовний середній час затримки транспортних засобів i -го напрямку, які потрапили в стан затримки, можна визначити з (13):

$$T_i^o = \frac{B_i}{2T_i}, i = 1, 2, \quad (13)$$

де B_i – другий момент періоду зайнятості проїзду на i -му напрямку нерегульованого перехрестя (математичне очікування випадкової величини, яка була зведена в другу ступінь).

В рамках даної роботи другий момент періоду зайнятості проїзду на кожному напрямку розраховується як:

– для напрямку 1:

$$B_1 = \frac{\Delta_1^2}{(1 - \rho_1)^3}; \quad (14)$$

– для напрямку 2:

$$B_2 = \frac{\Delta_2^2}{(1 - \rho_2)^3}. \quad (15)$$

Середня затримка транспортних засобів для кожного рівнозначного напрямку нерегульованого перехрестя розраховується на основі формул (12) та (13):

– для напрямку 1:

$$W_1 = p_2 T_2^o = p_2 \frac{B_2}{2T_2} = \frac{B_2}{2(T_0 + T_1 + T_2)} = \frac{\frac{\Delta_2^2}{(1-\rho_2)^3}}{2(T_0 + T_1 + T_2)}; \quad (16)$$

– для напрямку 2:

$$W_2 = p_1 T_1^o = p_1 \frac{B_1}{2T_1} = \frac{B_1}{2(T_0 + T_1 + T_2)} = \frac{\frac{\Delta_1^2}{(1-\rho_1)^3}}{2(T_0 + T_1 + T_2)}. \quad (17)$$

В свою чергу, середня затримка автомобіля на нерегульованому перехресті рівнозначних напрямків може бути розрахована як (18):

$$W = \frac{\lambda_1 W_1 + \lambda_2 W_2}{\lambda_1 + \lambda_2}. \quad (18)$$

Отже, отримано методику визначення затримок транспортних засобів на нерегульованих перехрестях з рівнозначними напрямками з метою розробки ефективних заходів підвищення якості організації дорожнього руху.

1. Зильберталь А.Х. Трамвайное хозяйство / А.Х. Зильберталь. –М.: Гострансиздат, 1932. – 304с.

УДК 656.13

ВПЛИВ РОЗВИТКУ ВЕЛОСИПЕДНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ НА БЕЗПЕКУ РУХУ У МІСТАХ

THE IMPACT OF CYCLING INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT ON TRAFFIC SAFETY IN CITIES

Слатов Іван

*Луцький національний технічний університет,
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43000*

This work is devoted to the study of the impact of the development of the bicycle network on the state of daily road safety in the city. The main problem that led to the study of this issue is the oversaturation of roads with road transport and the impossibility of using classical methods of solution. The main task is to study and adopt the successful experience of European countries.

Є дуже мало досліджень, в яких обговорюють роль пішохідного та велосипедного руху в зменшенні заторів. Велика частина традиційної літератури щодо зменшення заторів фокусується на автомобільному транспорті та не бере пішохідний і велосипедний рух до уваги.

Спроби зменшити затори шляхом збільшення пропускної здатності доріг можуть працювати як “стимулюючі фактори”, викликаючи збільшення кількості автомобілів, і в такий спосіб створюючи додаткові затори. Погані умови для пішохідного та велосипедного руху призводять до того, що люди схильні використовувати автомобілі навіть для коротких поїздок. Відсутність належної пішохідної та велосипедної інфраструктури призводить до зниження безпеки пересувань, наприклад, коли пішоходи перетинають дорогу без пішохідного переходу, або коли велосипедисти змушені рухатись разом з автомобільним потоком.

На противагу цьому, “стримуючі фактори” можуть зменшувати пропускну здатність доріг, щоб забезпечити місце для велосипедних смуг або більш широких тротуарів. У підсумку в довгостроковій перспективі останнє призводить до зменшення заторів, через збільшення частки пересувань пішки та велосипедом у загальній кількості пересувань по місту. Таким чином, одним із можливих підходів до зменшення заторів є зміна розподілу поїздок за видами транспорту: зменшення кількості автомобілів і посилення пішохідного та велосипедного руху.

Для того, щоб поліпшити умови для пішохідного та велосипедного руху в містах, і сприяти переходу до цих способів переміщення, існує ряд заходів: прокладання та вдосконалення тротуарів, велосипедних смуг і доріжок, більш зручних перехресть, налаштування світлофорних циклів, краща розмітка, більші та краще забезпечені місця для стоянки велосипедів, системи міського велопрокату, введення зон із низькою швидкістю руху, або заходів управління мобільністю.

Хорошим прикладом успішного втілення подібних заходів є Мюнстер – німецьке велосипедне місто. Внаслідок довготривалої політики заохочення їзди на велосипеді, яка складалася з різноманітних компонентів інфраструктури (наприклад, первинні та вторинні веломережі) та управлінням рухом і послугами, частка поїздок на велосипеді зросла з 29,2% у 1982 році до 39,1% у 2013 році.

Головним викликом для Мюнстера було надання достатніх місць для паркування велосипедів на центральному вокзалі, що є основним вузлом пересадки для працівників, які регулярно їздять на роботу: тут ситуація з паркуванням була настільки поганою, що пішохідні доріжки на зовнішній частині Бер-лінер Плац (Berliner Platz) були заблоковані припаркованими велосипедами, змушуючи пішоходів іти дорогою. Щоб виправити цю ситуацію і повернути простір для інших користувачів, у 1999 році була збудована двоповерхова велосипедна станція з простором для 3300 велосипедів і різноманітними

послугами: шафками із замком, миттям велосипеда, ремонту. Через рік після відкриття велосипедної парковки 80% її простору було вже у використанні 2900 власників річних абонементів, додатково продавалося ще від 100 до 400 щоденних квитків. Проведене у жовтні 1999 року опитування показало, що 26% користувачів велосипедної станції раніше не використовували велосипед, щоб дістатися вокзалу. 33% користувачів велосипедної станції стали використовувати свої велосипеди частіше, й лише 4% використовують їх рідше, ніж до того. Переносючи дані на весь сегмент користувачів, це означатиме, що велосипедна станція вмотивувала додатково близько 520 людей використовувати свій велосипед.

Приклад Мюнстера показує, що розміщення велосипедної інфраструктури високої якості, а також чіткі правила, можуть значно збільшити число велосипедистів. Отже, передбачена інфраструктура повинна бути добре поєднуваною сумою різноманітних компонентів. Більше того, велосипедна мережа повинна бути інтегрованою в загальну транспортну стратегію, що також складається з комбінації різних сталих видів транспорту (наприклад, інтеграція велосипедного та громадського транспорту).

Веломережа розвивається й у ряді міст України. Лідуючими у цьому є Вінниця, Київ, Львів та Луцьк. Відповідно до закордонного досвіду можна припустити, що це впливає на безпеку руху. Проте таких досліджень ніхто не проводить.

Що стосується міста Луцька, то проводячи власні дослідження питання розвитку велосипедного транспорту можна стверджувати позитивний вплив на безпеку руху у місцях створення велосипедних смуг. Наприклад, можна навести район 33-го кварталу, де побудована система маршрутів для велосипедного транспорту. За останні роки, та після уведення жорстких карантинних умов, ситуація з рухом у цьому районі стала кращою, аніж в інших районах. Досить високий потік велосипедистів став більш організований, та не створював додаткових аварійних ситуацій. На відміну від 33-го кварталу, в інших районах міста, було багато випадків непорозумінь та ситуацій за участі велосипедистів та інших учасників дорожнього руху – пішоходів та автомобілістів.

В даний час велика частка населення міста, яка почала використовувати велосипед як альтернативний вид транспорту під час карантину, й надалі продовжує це робити. Попри те, через відсутність загальноміської велосипедної мережі, велосипедисти з високою швидкістю пересуваються вулицями, або користуються автомобільними шляхами, порушуючи правила дорожнього руху і створюючи аварійні ситуації. При цьому, як спостерігається, збільшився парк власних авто, і відповідно збільшилась кількість автомобілів на дорогах, рух став інтенсивнішим та агресивнішим.

Закордонний досвід можна використовувати для покращення ситуації в Луцьку, де акцент зміщуватиметься на збільшення використання велосипеда. Корисним для міста буде розбудова продуманої інфраструктури велосипедного транспорту, покращиться ситуація для пішоходів.

У висновку можна сказати, що вектор розвитку велосипедної інфраструктури здатний вплинути на безпекову ситуацію у довгостроковій перспективі. Це досягається у результаті заохочення населення обирати альтернативний вид транспорту для щоденних поїздок, а саме насичення міста велосипедистами впливає на поведінку користувачів автомобільним транспортом. Створення відповідної інфраструктури урегулює пересування велосипедом, і внаслідок цього відбувається різке зменшення конфліктних ситуацій між різними видами транспорту та пішоходами, як учасниками руху.

1. О. Чернишова, *Формування мережі велосипедного транспорту в містах з низьким рівнем його використання/ Харків 2019 207с.*

2. NEIROTTI, P., DE MARCO, A., CAGLIANO, A.C., MANGANO, G., SCORRANO, F. (2014). *Current trends in Smart City initiatives: Some styl-ised facts. Cities* 38, June 2014, pp. 25–36.

3. PUCHER, J., DILL, J., & HANDY, S. (2010). *Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. Preventive Medicine* 50 (2010) pp. 106–125.

УДК 656.13

ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ПРОПУСКНУ ЗДАТНІСТЬ ВУЛИЧНО - ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

THE INFLUENCE OF VEHICLE INTENSITY ON VEHICLE TRAFFIC NETWORK CAPACITY

Тхорук Євген, Сливка Андрій

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

*The article considers the influence of the intensity of traffic of route vehicles on the capacity of
VDM*

Швидке зростання кількості транспортних засобів призвело до значного збільшення інтенсивності дорожнього руху і, як результат навантаження на дорожньо-транспортну інфраструктуру. Вже сьогодні вулично-дорожня мережа (ВДМ) не відповідає вимогам щодо організації і безпеки дорожнього руху. Обстеження транспортних потоків показують, що ВДМ в містах функціонує на межі пропускної здатності.

Основною причиною складної і негативної транспортної ситуації в місті є диспропорція між рівнем автомобілізації і щільністю ВДМ.

Для підвищення пропускної здатності вулично-дорожньої мережі і усунення місць концентрації дорожньо-транспортних пригод на перехрестях необхідно враховувати склад транспортного потоку [1].

У великих містах для формування оптимальної маршрутної мережі необхідно знати пропускну здатність регульованих перехресть. Розрахунок тривалості циклу світлофорного регулювання на перехрестях не викликає труднощів при транспортному потоці, що не змінюється.

Як правило, в районі великих пересадочних вузлів склад транспортних потоків змінюється в часі [2-6]. До найбільших змін протягом доби схильна кількість пасажирського транспорту на маршрутах [7]. Це необхідно враховувати при розрахунку режимів роботи світлофорної сигналізації.

Як відомо, розрахунок тривалості циклу світлофорної сигналізації на перетині визначається за формулою:

$$T_{\text{ц}} = \frac{1,5 \cdot T_{\text{II}} + 5}{1 - Y};$$

де $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, с; $T_{\text{II}} = \sum_1^n t_{\text{II}i}$; $t_{\text{II}i}$ – тривалість проміжного такту в даній фазі

регулювання, с; $Y = \sum_1^n y_i$; y_i – розрахунковий (визначає тривалість основного такту) фазовий коефіцієнт в даній фазі.

У свою чергу розрахунковий фазовий коефіцієнт залежить від приведеної інтенсивності руху, яка визначається за формулою:

$$N_{\text{пр}i} = N_i \cdot \frac{P_{\text{Л}} K_{\text{Л}} + P_{\text{Г}} K_{\text{Г}} + P_{\text{АВ}} K_{\text{АВ}} + P_{\text{АП}} K_{\text{АП}}}{100};$$

де N_{pri} – приведена інтенсивність i -го напрямку, од./год.; N_i – задана інтенсивність по i -му напрямку, од./год.; $P_L, P_G, P_{AB}, P_{АП}$ – задане у відсотках значення у потоці легкових, вантажних автомобілів, автобусів і автопоїздів; $K_L, K_G, K_{AB}, K_{АП}$ – коефіцієнти приведення для легкових, вантажних автомобілів, автобусів і автопоїздів.

Наведена залежність показує, що пропускна здатність регульованих перехресть залежить від складу транспортного потоку, що пояснюється істотною різницею в габаритних розмірах автомобілів.

Спостереження показують, що найбільшу варіацію в складі транспортного потоку протягом доби, мають маршрутні транспортні засоби. Отже, для прогнозування пропускної здатності регульованих перехресть необхідно знати відсоткове співвідношення в потоці транспортних засобів які здійснюють перевезення.

Кількість автобусів на лінії і відповідно на перехрестях, що знаходяться на маршруті руху, визначається пасажиропотоком на маршруті.

Провівши обстеження і визначивши пасажиропотоки на маршрутах можна спрогнозувати відсоткове співвідношення автобусів в складі транспортного потоку.

Потрібна кількість автобусів на маршруті визначається за формулою:

$$A_{mi} = \frac{t_{об} \cdot Q_{pi}}{q_n},$$

де A_{mi} - необхідна кількість рухомого складу для обслуговування маршруту; $t_{об}$ - час обороту автобусів на маршруті, об/хв; Q_{pi} - максимальний пасажиропотік; q_n - номінальна місткість автобуса.

Проаналізувавши статистичні матеріали можна зробити наступні висновки:

1. При реконструкції ВДМ для забезпечення максимальної пропускної здатності на перехрестях необхідно враховувати як змінюється склад транспортного потоку.
2. При розрахунку тривалості циклу світлофорного регулювання одним з факторів, який необхідно враховувати, є інтенсивність руху автобусів, що змінюється в часі.
3. Визначення залежностей зміни пасажиропотоку від часу доби на маршрутах руху транспортних засобів, що проходять через перехрестя, дають можливість прогнозувати зміни тривалості циклу світлофорного регулювання.
4. Результати досліджень можна використовувати не тільки для розрахунків тривалості світлофорного регулювання, а й для формування оптимальної маршрутної мережі пасажирського транспорту.

1. Сильянов В.В., Домке Э.Р. *Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц*. М.: Издательский центр «Академия», 2016. 352 с.

2. Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б. *Технические средства организации дорожного движения*. М.: Академкнига, 2005. 247 с.

3. Вербицкая Н.О., Алексеева О.В., Волков А.А., Гасилова О.С., Карев Н.Б., Сидоров А.Б., Щетникова О.Б. *Безопасность участников дорожного движения в конфликтных зонах транспортных систем: монография*. Ч.1. Екатеринбург: Урал. гос. Лесотехн. ун-т., 2016. 265 с.

4. Пугачев И.Н., Горев А.Э., Олещенко Е.М. *Организация и безопасность дорожного движения*. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 272 с.

5. Пугачев И.Н., Горев А.Э., Солодкий А.И., Белов А.В. *Организация дорожного движения*. М.: Издательский центр «Академия», 2013. 240 с.

6. *Highway Capacity Manual 2000*. Transportation Research Board, National Research Council. Washington, D.C., USA, 2000. 1134 p.

7. В. А. Гудков [и др.] *Пассажирские автомобильные перевозки*. М.: Горячая линия - Телеком, 2006. 448 с.

УДК 621.314

ПРОБЛЕМИ ПЕРЕХОДУ ВІД ВИКОРИСТАННЯ ДВЗ НА ЕЛЕКТРОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ В УКРАЇНІ І СВІТІ

PROBLEMS OF TRANSITION FROM THE USE OF ICE TO ELECTROMOBILE TRANSPORT
IN UKRAINE AND THE WORLD

Базар Євген Мирославович

*Технічний коледж Тернопільського національного університету ім.І.Пулюя,
вул. Л Курбаса, 13, м. Тернопіль, 46016*

The tendencies of the current state of development of electric transport in Ukraine and the world are analyzed. The main problems of transition from the use of internal combustion engines to electric vehicles have been identified. Alternative ways to solve the problems are outlined.

Електромобілі у всьому світі в останні роки у зв'язку з екологічною ситуацією та безперервним зростанням цін на нафту знову стали набирати все більшу актуальність. Особливе завзяття проявляють невеликі підприємства (такі як «Tesla Motors»), оскільки для них не страшне скорочення обсягу виробництва звичайних автомобілів з ДВЗ. Проявляють також активність і крупні автовиробники (Renault, Ford, Nissan, Toyota), котрі надіються збільшити продажі за рахунок зростання популярності електромобілів.

Ряд країн оголосили про повний перехід на електротягу. Так, Норвегія збирається перейти на електромобілі вже до 2025 року, а Німеччина пропонує заборонити автомобілі з двигунами внутрішнього згоряння по всьому Євросоюзу з 2030-го. Велика Британія планує зробити це в 2032-му, Індія – в 2030-му, а Франція – в 2040-му.

Проте світовий автомобільний ринок в 2020 році продовжить скорочуватися в кількісному вираженні, причому швидке зростання продажів електромобілів не зможе переломити негативний тренд для авторинку в цілому. Про це йдеться в дослідженні, підготовленому експертами Euler Hermes («Ойлер Гермес») [1].

За даними Euler Hermes, приріст світових продажів електромобілів в 2019 році склав двозначну цифру в процентному вираженні: всього в минулому році їх було продано більше 2 мільйонів. Це - помітне досягнення, особливо якщо врахувати той факт, що продажі електромобілів на найбільшому в світі китайському ринку в 2019 році вперше впали на 4% і склали 1,2 мільйона. Справа в тому, що в червні в Китаї були різко скорочені субсидії на покупку електромобілів. В результаті продажу електромобілів на акумуляторних джерелах живлення (BEVs) знизилися на 1%, а гібридних автомобілів з підзарядкою від електромережі (PHEVs) - на цілих 15%. Всього в КНР в минулому році було продано, відповідно, 972 тис. і 232 тис. таких машин.

У 2020 році продажі електромобілів в світі продовжать рости швидкими темпами. Приріст може скласти 20%, і це станеться з наступних причин:

1. Стабілізації рівня продажів в Китаї, де не повинно бути подальшого згорання програм стимулювання попиту на електромобілі.

2. Зростання попиту в Європі, де автовиробники нарощують зусилля по збільшенню виробництва і продажів електромобілів, щоб виконати нормативні вимоги щодо зниження викидів вуглекислого газу.

Таким чином, в 2020 році у всьому світі по дорогах їздитимуть більше 10 млн. електромобілів. Для порівняння, ще в 2016 році їх налічувалося менше 2 мільйонів. Однак позитивна динаміка в сегменті електромобілів не зробить істотного впливу на світовий

автомобільний ринок в цілому, так як ринкова частка, яку займають електромобілі, поки не перевищує 3%.

Згідно з даними Головного сервісного центру МВС український парк електромобілів перевищив позначку 20 тисяч одиниць. У першому півріччі 2020 року в Україні було поставлено на облік 3516 одиниць автотранспортної техніки, що працює виключно на електротязі. Такий результат на 10% перевищив показник річної давності. З цієї кількості легкових електромобілів було 3346, комерційних авто на електротязі – 169 та один електроавтобус. Стабільно серед присутніх брендів на ринку першість тримає Nissan, який охоплює 39% ринку. Натомість значно посилила свою присутність Tesla, займаючи 30% ринку та майже подвоїла свої показники торік. Chevrolet з долею ринку 6% побив рекорди росту і посідає третє місце у рейтингу брендів. Якщо врахувати що всього в Україні зареєстровано 7 млн. автомобілів, то електромобілі складають лише 0,3%. [2]

Наша держава обрала курс електромобільності та оголосила план збільшення кількості електрокарів через 10 років до 75%. Станом на сьогодні для популяризації електромобілів існує звільнення від сплати ПДВ та акцизного збору при ввезенні EV до 2022 року. Намічено також ряд інших пільг для власників електротранспорту. Хоча деякі з них видаються навіть смішними. Наприклад, для електромобілів на паркінгу має бути виділено 5% місць, а за паркування на цих місцях інших автомобілів передбачено штраф, як за паркування на місцях для інвалідів. Отже, власника електромобіля прирівняли до інваліда.

Та попри оптимістичні прогнози і плани перед електромобілізацією автомобільного транспорту постає ряд проблем, шляхи вирішення яких ще чітко не окреслені.

1. При зростанні парку електромобілів навіть до 50% споживання електроенергії в державі за прогнозами теж збільшиться на 50%. Це зажадає великих інвестицій в зарядну інфраструктуру, системи зберігання енергії та будівництва нових електростанцій. За нинішнього розподілу виробництва електроенергії в Україні, коли значна її частина виробляється з вугілля, газу та ядерного палива, ми переносимо шкідливе забруднення з міста в інше місце – туди, де спалюють вугілля та газ, а також туди, де видобувають та збагачують радіоактивну руду. Люди, що проживають навколо електростанцій, зазнають впливу тих самих забруднювачів: малих твердих часток (пилу, сажі), оксидів сірки тощо. Україна, як й інші країни світу, має якнайшвидше відмовитися від викопного палива і перейти на відновлювальну енергетику – сонячну, вітряну. Цей процес уже відбувається і потребує підтримки як держави, так і кожного та кожної з нас. [3].

2. Швидкий перехід від використання машин традиційними ДВЗ на електромобілі може призвести до серйозних втрат для бюджету багатьох країн.

Незалежний консультативний орган уряду Данії в даній сфері питань зміни клімату заявляв, що кількість електромобілів в країні має бути збільшено до 2030 року з нинішніх 20 000 як мінімум до одного мільйона, якщо Данія має намір домагатися заявлених цілей по зниженню шкідливих викидів.

«Але це може створити суттєві проблеми для економіки країни», - заявив пресі глава комісії Андрес Елдрап. Зростання кількості електромобілів до мільйона одиниць може привести до загальних втрат бюджету в розмірі 5,7 млрд крон в 2030 році. В даний час, однак, податки і дорожні збори, що сплачуються власниками бензинових і дизельних автомобілів, щорічно приносять державній скарбниці близько 50 млрд. данських крон (7,95 млрд доларів), що становить 2,3% ВВП країни. [4].

Подібна ситуація може спостерігатись і в Україні.

3. Зростання виробництва електромобілів може спричинити нову екологічну кризу оскільки їх акумулятори містять отруйні хімікати та погано піддаються утилізації. У звіті консалтингової компанії Ricardo підраховано, що виробництво середнього бензинового автомобіля включатиме викиди, що становлять еквівалент 5,6 тонн CO₂, тоді як для середнього електромобіля цей показник становить 8,8 тонни. З них майже половина витрачається на виробництво акумулятора. Зазначається, що технології утилізації батарей не

встигають за швидко зростаючим ринком електрокарів. Завдання ускладнюється різноманітністю форм, конструкцій і хімічного складу сучасних літій-іонних акумуляторів. В результаті, на звалищах накопичуються тисячі відпрацьованих акумуляторних батарей. Небезпечні речовини з акумуляторів потрапляють у навколишнє середовище.[5].

Автори нового дослідження з Університету Торонто провели детальний аналіз наслідків переходу на електромобілі і доводять що збільшенням числа електромобілів кліматичні зміни не зупинити. Вже понад сім мільйонів електромобілів їздять по дорогах усього світу. Ще десять років тому їх було всього 20 тисяч. Проте, цей технологічний ривок, яким би значним він не був для зниження залежності від викопного палива в довгостроковій перспективі, не зможе привести до бажаних результатів - запобігання кліматичній катастрофі. Навіть якщо електромобілі не викидають шкідливих газів за рахунок спалювання викопного палива, вони так само піднімають пил з дороги, який подразнює наші легені та судини. Значну частину цього пилу автомобілі створюють самі через стирання шин. Так само, як і звичайні автомобілі, електромобілі займають простір міст, який стає дорожчим і ціннішим, оскільки все більше людей переїжджають у міста. Це створює дискомфорт для мешканців і блокує простір, який інакше можна було би використати для дерев, зелених зон, зупинок екологічно чистого громадського транспорту, велосмуги, станції громадського прокату велосипедів чи самокатів. Електромобілі необхідна, але не достатня умова вирішення проблеми кліматичних змін. [6],

Замість цього вони рекомендують вводити закони, що стимулюють перехід від особистого автотранспорту до інших форм пересування. Це означає, що будуть потрібні серйозні інвестиції в громадський транспорт та перепланування міст, щоб надати більше можливостей пішоходам та велосипедистам.

1. https://www.eulerhermes.com/ru_RU/latest-news/2020-is-another-lost-year-for-the-global-automotive-market.html
2. <https://dyvys.info/2020/09/11/nova-era-shho-galmuye-rozvytok-rynku-elektromobiliv-v-ukrayini/>
3. <https://ecoaction.org.ua/3electro.html>
4. <https://dvizhok.su/business/v-danii-podschitali-stoimost-perexoda-na-elektromobili-dlya-gosbyudzheta>
5. <https://www.theguardian.com/football/ng-interactive/2017/dec/25/how-green-are-electric-cars>
6. https://elektrovesti.net/72816_zbilshennyam-chisla-elektromobiliv-klimatichni-zmini-ne-zupiniti-doslidzhennya

УДК 620.178.4

МЕХАНІЗМ ВТОМНОГО ЗНОСУ ПРОТЕКТОРА ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

THE FATIGUE WEAR MECHANISM OF PNEUMATIC TIRE TREAD

Балака Максим, Паламарчук Дмитро, Новохацький Петро

*Київський національний університет будівництва і архітектури,
просп. Повітрофлотський, 31, м. Київ, 03037*

Кочення колеса з пневматичною шиною по опорній поверхні за різних режимів роботи обов'язково супроводжується явищем проковзування протектора шини відносно опорної поверхні, що суттєво впливає на тягово-зчіпні властивості рушія, знос та довговічність протектора шини. Однак знос протектора є більш складним процесом за зовнішню тертя і є результатом впливу фізико-хімічних та механічних процесів, що відбуваються в контакті пневматичної шини з опорною поверхнею. Завдання попередження передчасного зносу і руйнування шин є складним та пов'язано з умінням визначити їх види [1], безпомилково виявити причину кожного руйнування шини.

Для пневматичних шин, встановлених на транспортних засобах, найбільш характерним є втомний знос протектора. Він здійснюється при відносно невеликій силі тертя між гумою і опорною поверхнею та невисоких контактних напруженнях на нерівностях твердої поверхні. Руйнування поверхневого шару гуми в контакті відбувається в результаті багаторазових деформацій. Кількість циклів до руйнування є функцією втомної витривалості гуми та напруженого стану, що залежить від тиску, швидкості, геометрії поверхні [2]:

$$n = \left(\frac{f_z}{f_1} \right)^b, \quad (1)$$

де f_z – опір розриву; f_1 – амплітуда динамічного напруження; b – коефіцієнт витривалості.

Коефіцієнт b , що характеризує стійкість гуми до повторних навантажень, практично не залежить від температури, концентрації і частоти напружень. Тому цим коефіцієнтом зручно користуватися для оцінки втомних властивостей протекторних гум.

Елементарним стиранням гуми є втомне руйнування її поверхневого шару в результаті багаторазово повторюваних деформацій стиску, розтягу та зсуву, обумовлених взаємодією гуми з шорсткою поверхнею твердого тіла, по якій відбувається проковзування. Якщо поверхня має однакові нерівності, що розташовані на однаковій відстані один від одного, то об'єм стирання пропорційний деформованому об'єму гуми, товщина шару стирання – глибині занурення виступів, а амплітудне значення напруження – найбільшому тиску.

Виходячи з цих умов, зносостійкість можна визначити за виразом [3]:

$$\beta = k_1 \mu \left(\frac{f_z}{k_2} \right)^b E^{2/3(1-b)} \cdot p^{1/3(1-b)} \left(\frac{1}{r} \right)^{1/3(5-2b)}, \quad (2)$$

де k_1 , k_2 – безрозмірні константи, що не залежать від умов випробувань і властивостей гуми; μ – коефіцієнт тертя; E – модуль пружності; p – тиск в шині; r – кривизна поверхні.

Рівняння (2) надає наближено кількісну залежність між зносостійкістю та основними параметрами, які характеризують властивості пари тертя і умови випробування. Властивості протекторної гуми визначаються її міцністю на розрив, модулем пружності, коефіцієнтом динамічної витривалості та коефіцієнтом тертя. З параметрів, що характеризують умови випробування, до рівняння (2) входить тільки тиск в шині. Швидкість і температура можуть

бути введені через відповідні залежності для міцностних, пружних, втомних і фрикційних властивостей протекторних гум.

Незважаючи на наближеність, рівняння (2) дає можливість встановлювати раціональні режими роботи елементів тертя і вибирати протекторні гуми з оптимальним комплексом механічних властивостей, причому всі вхідні в нього величини мають ясний фізичний зміст і можуть бути визначені експериментальним шляхом.

Залежність інтенсивності стирання протекторної гуми від її механічних властивостей може бути описана рівнянням [4], в якому враховані параметри шорсткості опорної поверхні, в тому числі і реальних дорожніх покриттів:

$$I = k \left(\frac{\mu \cdot E}{f_z} \right)^b \cdot \left(\frac{p}{E} \right)^{1+b\gamma}, \quad (3)$$

де γ – параметр шорсткості, $\gamma = 1/(2\nu + 1)$ (тут ν – показник ступеня в рівнянні кривої опорної поверхні); k – константа.

Для капітальних доріг групи А (асфальто- і цементобетонні покриття) параметри шорсткості мають наступні середні значення: $\gamma = 0,14$ і $\nu = 3,0$.

З рівнянь (2) та (3) випливає, що втомний знос протектора пневматичних шин збільшується з підвищенням модуля пружності гуми, тиску, зменшенням опору розриву і погіршенням втомних властивостей гуми. При реалізації втомного зносу гум на стертії поверхні не виявляється будь-який рисунок стирання. Теоретичні уявлення про втомний знос протектора носять досить загальний характер і експериментально підтверджені при стиранні гум, пластмас, металів та інших матеріалів.

При експлуатації пневматичних шин на капітальних дорогах групи А за прийнятих швидкостей 70...120 км/год головним чином спостерігається втомний знос при відносно невеликій силі тертя між гумою і опорною поверхнею, невисоких контактних напруженнях на нерівностях твердої опорної поверхні. Це підтверджується тим, що протектор при візуальному огляді має гладку поверхню, а лінійна інтенсивність зносу невелика і складає 0,12...0,17 мм/1 000 км. Інтенсивність зносу зростає зі збільшенням коефіцієнта тертя та модуля пружності, а також зменшується з підвищенням міцності матеріалів. Навантаження при цьому впливає на інтенсивність зносу значно сильніше, ніж за прямої пропорційності.

Варто підкреслити, що два інших механізми зносу протекторних гум (абразивний і «скочуванням») є високоінтенсивними видами зносу. За їх реалізації шина виявляється недовговічною. В реальних умовах експлуатації стирання протекторних гум відбувається за змішаним механізмом зносу. Інтенсивність зношування визначається співвідношенням окремих видів зносу до моменту настання граничного стану шини і виходу її з ладу.

При зміні умов експлуатації шин співвідношення окремих видів зносу і сумарна інтенсивність зношування можуть суттєво змінюватися. Оскільки машинобудівна галузь не може безпосередньо впливати на умови роботи транспортних засобів, тому при експлуатації пневматичних шин необхідно враховувати вплив радіального навантаження на шину, швидкісного режиму руху, тиску повітря в шині, температури навколишнього середовища та дорожніх умов на довговічність шин.

1. Балака М. Н., Антонков М. А. Проявление различных видов износа при эксплуатации пневматических шин. Нефть и газ Западной Сибири: материалы Междунар. науч.-техн. конф., 17–18 окт. 2013 г. Тюмень: Тюмен. гос. нефтегазовый ун-т, 2013. Т. 4. С. 14–16.

2. Бартедьев Г. М., Зуев Ю. С. Прочность и разрушение высокоэластичных материалов. М.: Химия, 1984. 387 с.

3. Бродский Г. И., Евстратов В. Ф., Сахновский Н. Л., Слюдиков Л. Д. Истирание резин. М.: Химия, 1975. 540 с.

4. Резниковский Б. И., Лукомская А. И. Механические испытания каучука и резины. 2-е изд. М.: Химия, 1968. 499 с.

УДК 656.13

ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІЗНИХ ВИДІВ ПАЛИВА

OPERATION OF CARS USING DIFFERENT TYPES OF FUEL.

Глінчук Валерій, Івасюк Ігор, Бабік Віталій, Мінькевич Ігор

*Національний університет водного господарства та природокористування, Рівненський
автотранспортний фаховий коледж НУВГП,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

В даний час при експлуатації автомобільного транспорту використовуються різні види палив, в тому числі бензин з різною детонаційною стійкістю і газоподібні палива.

Низькооктанові сорти бензину мають найбільш низьку собівартість виробництва і складають найбільшу частку в продуктах первинної переробки нафти. Низькооктанові бензини використовуються в двигунах з невисоким ступенем стиснення. Ступінь стиснення двигуна обмежується в зв'язку з тим, що при підвищенні ступеня стиснення при роботі на низькооктановому паливі, виникає детонація.

Орієнтовна середньостатистична залежність між допустимими значеннями ступеня стиснення, при яких з'являється чутна детонація, і октановими числами бензину показана на рис.1.1. При зниженні ступеня стиснення знижується ККД двигуна, в результаті знижуються економічні та показники потужності двигуна.

Залежно індикаторного ККД (η_i) від ступеня стиснення (ϵ), отримані для двигуна з різними камерами згоряння представлені на рис.1.2. При побудові кривої відносного зростання η_i , для $\epsilon = 7,0$ було прийнято $\epsilon = 1$. Розглядаючи залежність $\eta_i = f(\epsilon)$, бачимо, що для всіх камер згоряння її характер приблизно однаковий, використання більш дорогого високооктанового бензину дозволяє поліпшити характеристики двигуна, що веде до поліпшення експлуатаційних характеристик автомобіля.

Високооктанові бензини можуть бути отримані при первинній переробці нафти, але відсоток виходу, в порівнянні з низькооктанових фракціями, значно нижче. Високооктанові бензини також можуть бути отримані при переробці низькооктанових бензинів шляхом риформінгу або добавкою антидетонаторів.

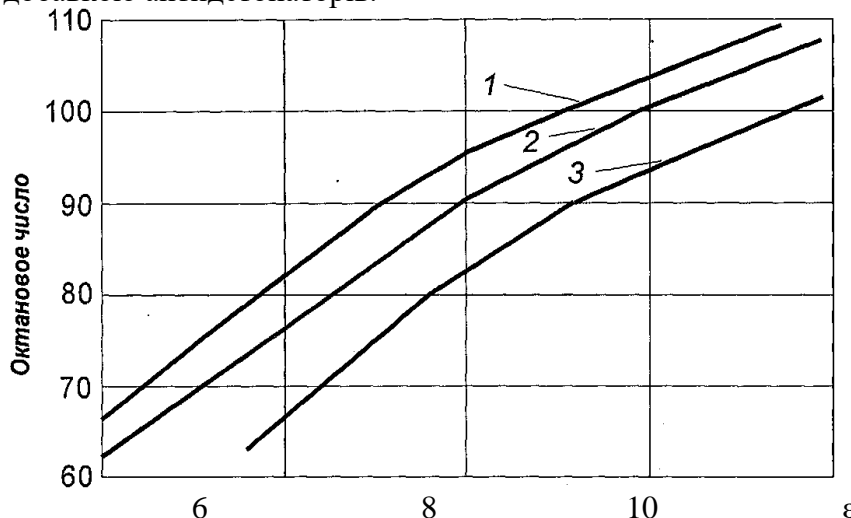


Рис. 1.1. Залежність між допустимими значеннями ступеня стиснення, і октановими числами бензину 1 - $D_{\text{ц}}=120\text{мм}$; 2 - $D_{\text{ц}}=90\text{мм}$; 3 - $D_{\text{ц}}=60\text{мм}$; $D_{\text{ц}}$ - діаметр циліндра.

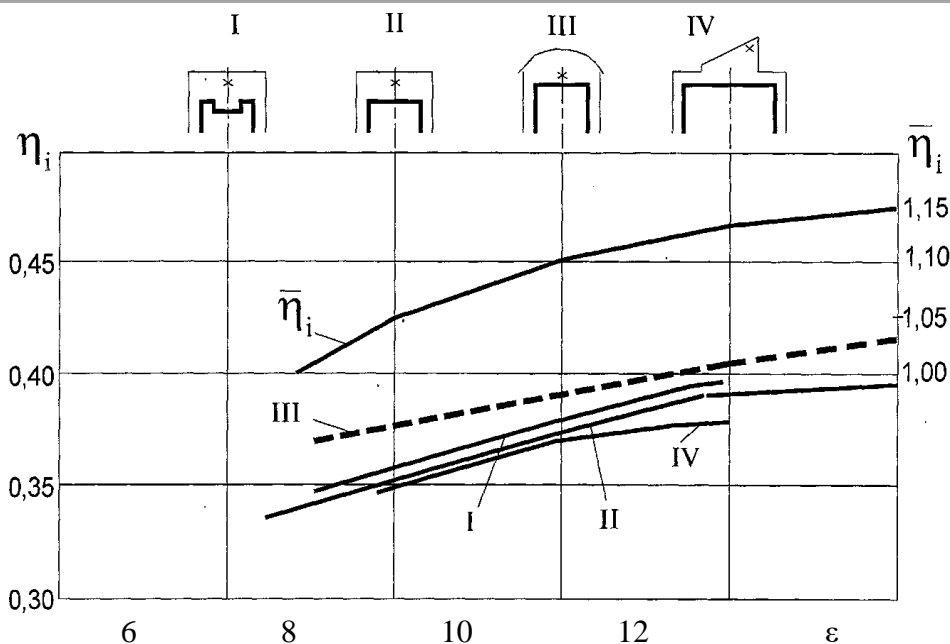


Рис. 1.2. Зміна η_i залежно від ϵ для різних камер згорання

I, II, III, IV - форми камер згорання; η_i - відносний індикаторний ККД

Каталітичний реформінг - досить дорогий процес. В результаті реформінгу октанове число палива підвищується за рахунок збільшення вмісту ароматичних вуглеводнів до 65 ... 70%, в порівнянні з прямою перегонкою нафти, при якій їх зміст складає 10 ... 15%. Однак, бензини, що містять ароматичні сполуки, володіють підвищеною схильністю до нагароутворення, а застосування тетраетилсвинцю призводить до непоправного забруднення навколишнього середовища оксидами свинцю

Застосування газоподібних палив є гідною альтернативою застосуванню високооктанових бензинів. Газоподібне паливо є найбільш дешевим в отриманні і має високу антидетонаційну стійкість. Це веде до зниження експлуатаційних витрат на паливо з зберіганням переваг високофорсованого двигуна. Застосування стисненого природного газу (основна складова метан) ускладнюється складністю організації мережі заправних компресійних станцій і зберігання запасів газу на автомобілі. Тому найбільшого поширення з газоподібних палив отримав зріджений нафтовий газ (ЗНГ).

ЗНГ за фізико-хімічними властивостями є високоякісним і повноцінним паливом для автомобільних двигунів. Основні компоненти ЗНГ - бутан і пропан, що представляють собою побічні продукти переважно видобутку або переробки нафти. Поряд із зазначеними компонентами до складу ЗНГ входять інші граничні і ненасичені вуглеводні: метан, етан, етилен, бутилен, пентан і т.д.

Сумарне їх кількість, що застосовується в ЗНГ, не перевищує 5 ... 6%. Для більшості основних компонентів газів октанове число становить 90 ... 96 (ММ) і 98 ... 112 (ДМ), тобто - вище, ніж у кращих сортів автомобільних бензинів. Застосування газового палива при експлуатації автомобільного транспорту не тільки економить традиційне паливо, але і знижує забруднення навколишнього середовища.

При використанні газів в якості палива при експлуатації автомобілів виключається можливість попадання рідкої фази в циліндри двигуна, внаслідок чого знижується змивання масляної плівки зі стінок циліндрів і сповільнюється зношування циліндро - поршневої групи. При цьому не утворюються лакові відкладення, і відсутня нагарообразование в циліндрах двигуна і в системі живлення. В умовах експлуатації це дає можливість збільшити терміни заміни моторного масла, масляних фільтрів і рідше проводити регулювання двигуна і його систем, що веде до зниження експлуатаційних витрат.

При застосуванні газового палива в автомобільному транспорті, збільшується термін служби масла в 1,5 ... 2 рази, в результаті чого витрата його в експлуатації зменшується на 15 ... 20% (в порівнянні з бензиновими двигунами), а витрати скорочуються на 15 ... 30%, зростає моторесурс двигуна, термін служби свічок запалювання збільшується на 40% [8] .

До важливих переваг ЗНГ слід віднести і відносно невисоку їх вартість, що веде до зниження витрат на паливо при експлуатації автомобілів. Залежно від режиму роботи, газовий двигун через більш "м'якого" протікання робочого процесу забезпечує зниження рівня шуму на 8 ... 9дБ в порівнянні з бензиновим.

Однак при перекладі двигуна з рідкого палива на газоподібне, його потужність знижується. При перекладі на ЗНГ відбувається зниження потужності на 5 ... 7%, а при роботі на стиснутому природному газі (СПГ) - на 18 ... 20%. Причини цього явища пов'язані в основному зі зменшенням:

- теплоти згорання робочої суміші;
- коефіцієнта наповнення циліндра;
- коефіцієнта молекулярного зміни при згорянні газоподібних палив.

Зниження коефіцієнта наповнення відбувається в результаті того, що паливо надходить в двигун в газоподібному стані, займаючи більший обсяг, у порівнянні з краплями рідкого палива. Тому в одному і тому ж обсязі робочої суміші міститься менший масовий заряд, ніж при використанні рідкого палива.

Найбільш помітно (5-10%) знижується потужність газового двигуна (в порівнянні з бензиновим) при високій частоті обертання колінчастого вала, коли крім зменшення коефіцієнта наповнення проявляється більш низька швидкість згорання газо-повітряної суміші. При невеликій частоті обертання, коли обсяг заряду суміші, що надходить в циліндри двигуна, порівняно невеликий, помітного зниження потужності не відбувається.

Використання газового палива на автомобільному транспорті за кордоном набуло широкого поширення. Найбільшого поширення на автомобільному транспорті газове паливо отримало в Японії, США, Канаді, а в європейських країнах - в Італії, Німеччині, Франції, Бельгії та Великобританії. Особливий інтерес представляє досвід експлуатації газобалонних автомобілів в Японії. Японія є прикладом країни, що не розташовує власними сировинними ресурсами для виробництва ЗНГ, але домоглася помітних успіхів в частині ефективного використання ЗНГ в різних галузях економіки, особливо на автомобільному транспорті. На основі досвіду використання СПГ в якості автомобільного палива, найкращим є використання автомобілів з універсальною системою живлення.

Універсальні системи живлення набули широкого поширення і складають найбільшу частину серед систем живлення автомобілів, що використовують альтернативні види палив. Універсальна система живлення дозволяє застосовувати в якості палива газ зі збереженням повноцінної системи живлення бензином.

Автомобілі, оснащені універсальною системою живлення, можуть застосовуватися в різних регіонах, навіть там, де не завжди є можливість заправки будь-яким з цих палив або поставки будь-якого з цих палив обмежені. Крім того, такі автомобілі мають можливість продовжувати повноцінну роботу, в разі виходу з ладу однієї з систем живлення. Однак для досягнення універсальності доводиться йти на деякі компроміси. При вивченні досвіду експлуатації автомобілів з універсальною системою живлення, були виявлені деякі їхні недоліки. Причиною деяких з них є саме універсальність системи. До основних недоліків універсальної системи живлення можна віднести наступне:

- порушення працездатності частини системи, що тривалий час в вимкненому стані, що веде до зниження надійності автомобілів;
- необхідність переналаштування системи запалювання при переході з одного виду палива на інший, що збільшує трудовитрати при експлуатації;

- необхідність застосування дорогого висооктанового бензину в якості рідкого палива, застосовуючи його при універсальною системою живлення, що веде до підвищення витрат на паливо;

- негативний вияв низької швидкості згоряння газоповітряної суміші на режимах роботи з високою частотою обертання колінчастого вала, що веде до зниження ресурсу двигуна і збільшення витрати палива.

Розглянемо більш докладно вищевказані недоліки і причини, що викликають їх.

Порушення працездатності системи, що знаходиться у вимкненому стані, відбувається значно раніше за терміном експлуатації, ніж системи, що знаходиться у включеному, робочому стані. Це відбувається через відсутність в непрацюючій системі циркуляції палива, що, погіршує тепловідвід і умови мастила рухомих частин. Відсутність мастила і перегрів вузлів системи призводить до передчасного руйнування гумотехнічних виробів і надмірного, передчасного зносу металевих рухливих частин. Оскільки продукти зношення не несуться потоком палива, а залишаються в зоні тертя, знос посилюється. Перегрів вузлів і стабільність продуктів зносу і частинок палива призводять до посиленого смоло- і лакообразованню, що також призводить до швидкого порушення працездатності паливоподаючі систем. Це призводить до збільшення витрат на обслуговування і ремонт.

Необхідність перенастроювання системи запалювання при переході з одного виду палива на інший обумовлено розходженням фізико-хімічних властивостей палив, процес згоряння яких протікає з різною швидкістю і має свої особливості.

При недостатньому ступені стиснення особливо гостро проявляється низька швидкість згоряння газоповітряної суміші на режимах з високою частотою обертання колінчастого вала. При цьому збільшуються непродуктивні втрати тепла з вихлопними газами, що призводить до підвищення питомої витрати палива, і як наслідок, до збільшення витрат на паливо. Для того, щоб газоповітряна суміш встигала згоріти, і велика частина енергії палива перейшла в механічну енергію, необхідно підвищувати ступінь стиснення, що робить занадто високими вимоги до октанового числа застосовуваного бензину. Тому, при збереженні ступеня стиснення, прийнятною для використання бензину А-92, використання газоподібного палива викликає необхідність збільшення кута випередження запалювання, що веде, в свою чергу, до збільшення тепловіддачі в стінки циліндра, отже збільшується питома витрата палива і витрати на паливо.

Висновки. При експлуатації автомобілів з універсальної газобензинових системою живлення в режимі комбінування бензину і скрапленого газу знижуються витрати на паливо, що забезпечує підвищення ефективності використання рухомого складу. В даний час процес комбінування палив недостатньо вивчений. Не встановлені фактори, що визначають співвідношення компонентів в режимі комбінування, не досліджені закономірності, що дозволяють управляти співвідношенням палив при комбінуванні на різних режимах роботи двигуна. Не відомі чисельні значення параметрів процесу комбінування, що не дозволяє ефективно реалізувати ідею комбінування палив на практиці.

1. Ахметов Л.А., Ерохов В.И., Иванов В.Н. Экономическая эффективность и эксплуатационные качества газобаллонных автомобилей. - Т.: Узбекистан, 1994. -190 с.

2. Боксерман Ю.И., Мкртчян Я.С., Чириков К.Ю. Перевод транспорта на газовое топливо. - М.: Недра, 2008. -220 с.

3. Гаврилов А.К., Певнев Н.Г., Бухаров Л.Н. Газобаллонное оборудование автомобилей. - М.: Недра, 2001. -141 с.

4. Гаврилов А.К., Певнев Н.Г., Бухаров Л.Н. Резервы улучшения показателей двигателей ГБА. Автомобильный транспорт. - 2002 - № 10. -с. 24.

УДК 656.13

ВИКОРИСТАННЯ ПЛАНЕТАРНИХ КПП В ТРАНСМІСІЇ ПРИ ПЕРЕДАЧІ ЗНАЧНИХ КРУТНИХ МОМЕНТІВ

THE USE OF PLANETARY GEARBOXES IN THE TRANSMISSION OF CARS IN THE
TRANSMISSION OF SIGNIFICANT TORQUES.

Глінчук Валерій, Морозюк Сергій, Кужій Володимир

*Національний університет водного господарства та природокористування, Рівненський
автотранспортний фаховий коледж НУВГП,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028*

З метою підвищення ефективності використання транспортних засобів (ТЗ) необхідне вирішити проблему автоматизації систем і агрегатів автомобіля, в тому числі і створення автоматичних трансмісій, що сприяють підвищенню продуктивності, економічних і екологічних показників та одночасно забезпечують більш комфортні умови роботи водія і безпеки руху. Необхідний діапазон швидкостей руху транспортних засобів змінюється в широких межах і необхідні моменти на ведучих колесах багаторазово перевищують крутний момент що розвиває двигун. Тому трансмісія повинна при передачі потужності трансформувати її складові таким чином, щоб сформувати необхідні тягово-динамічні характеристики ТЗ. Елементом трансмісії, який здійснює ці перетворення, є коробка передач. Чим більше число передач, тим повніше використовується потужність двигуна, і при цьому він працює в більш вузькому діапазоні, що сприяє підвищенню і поліпшенню тягово-динамічних і паливно-економічних показників ТЗ. Але вимоги забезпечення простоти конструкції і масово-габаритних показників накладає обмеження на збільшення числа передач. З великої кількості можливих схемних рішень при обраному двигуні і заданій масі транспортного засобу, необхідних тягово-динамічних характеристиках, розробники повинні створити і реалізувати в конструкції одне рішення, яке найбільш повно задовольняє сукупність таких показників, як високий коефіцієнт корисної дії (ККД), мінімальні габарити і маса, надійність і довговічність, технологічність виготовлення, простота обслуговування і низька вартість.

На сьогоднішній день існує безліч типів і різних схем коробок передач транспортних засобів, кожній з яких властиві свої достоїнства та недоліки. В розвитку трансмісій з автоматичною коробкою передач (АКП) можна виділити дві тенденції. Одна з них характеризується постійним збільшенням числа передач, що викликано потребою значного поліпшення паливно-економічних показників автомобілів. Друга тенденція розвитку - вдосконалення електронного блоку управління та його програмного забезпечення, обумовлене вимогами до експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів.

В даний час найбільш широкого поширення набули планетарні гідромеханічні передачі (далі ГМП), що дозволяють, по-перше, знизити динамічні навантаження в системі "двигун-трансмісія" за рахунок забезпечення плавності протікання перехідних процесів, і, по-друге, відносно простими засобами автоматизувати процеси, пов'язані з керуванням передачею потужності від двигуна до ведучих коліс. Завдяки цьому спрощується керування автомобілем, знижується стомлюваність водія внаслідок зменшення обсягу його фізичного навантаження, створюється можливість посилення уваги до дорожньої обстановки. Все це забезпечує підвищення безпеки руху, а також знижує ступінь впливу кваліфікації та індивідуальних якостей водія на експлуатаційні показники автомобіля. Однак у гідромеханічних передачах присутні і суттєві недоліки, такі як наявність гідротрансформатора - вузла, який володіє низьким ККД (коефіцієнт корисної дії), великими осьовими і радіальними розмірами, що

вимагає використання великої кількості робочої рідини для ефективної роботи. У зв'язку з цим провідні світові виробники автоматичних коробок передач (далі АКП) в останні роки намагаються відмовитися від використання гідротрансформаторів. Однак відсутність гідротрансформатора призводить до звуження динамічного діапазону коробки передач, що призводить до необхідності збільшення числа ступенів. Найбільш раціональним з точки зору співвідношення розмірів коробки передач, числа ступенів і можливості перемикання передач без розриву потоку потужності є застосування планетарних коробок передач з перемиканням за допомогою індивідуальних фрикціонів.

Порівняльна оцінка технічного рівня відомих і проєктованих АКП можлива за такими критеріями, як число планетарних рядів, основних ланок, ступенів вільності, керуючих елементів, передач; масо-габаритні показники; використання переносного руху; складність проєктування і виготовлення; вартісні параметри. Аналізуючи перераховані критерії можна констатувати, що створення АКП, що мають в основі конструкції модуль на базі планетарної системи універсальний багато-диференційний механізм (ПС УБДМ), дозволяє більш повно задовольняти вимоги до АКП. В даний час теоретико-прикладні положення створення раціональних АКП на основі ПС УБДМ вивчені недостатньо, тому тема досліджень є актуальною і перспективною, як з наукової, так і з практичної точки зору.

Коробки передач за способом зміни передавального числа підрозділяють на ступінчасті, безступінчасті і комбіновані. Ступінчасті коробки передач по числу ступенів переднього ходу поділяються на трьох-, чотирьох-, п'яти-, і багатоступінчасті, а по положенню осей – на коробки передач з нерухомими осями валів, з обертовими осями валів (Планетарні) і комбіновані. Коробки передач з нерухомими осями валів підрозділяють на двох-, трьох- і багатовальні. За способом управління коробки передач можуть бути з автоматичним, напівавтоматичним, преселекторним, командним і безпосереднім керуванням. Ступінчасті коробки передач мають високий ККД і при передачі повної потужності $\eta=0,96\div 0,98$. До числа найважливіших чинників, які впливають на ККД ступінчастих коробок передач, відносяться правильний вибір кінематичної схеми, від якої залежить кількість пар зубчастих коліс, що знаходяться в зачепленні при передачі моменту (тому що залежно від ланцюга з'єднання на кожну зубчасту пару йде 2% потужності), а також частота обертання, передана потужність, ефективність системи мащення, точність виготовлення зубчастих коліс і деталей картера. Найбільш поширені трьох- і двухвальні коробки передач.

Збільшення числа ступенів призводить до підвищення ступеня використання потужності двигуна, паливної економічності, середньої швидкості руху і як результат - до підвищення продуктивності транспортного засобу, зниження собівартості перевезень. З іншого боку, збільшення числа передач ускладнює і ускладнює конструкцію коробки передач, зростають її розміри, вартість, ускладнюється управління. До переваг ступінчастих коробок передач можна віднести відносну простоту конструкції, виготовлення і управління, простота ремонту та обслуговування, висока міцність і менша вартість по порівняно з безступінчастими. Недоліками вважаються менші можливості перед іншими видами коробок передач за діапазоном передавальних чисел, масі, габаритам, небезпеки перевантаження двигуна, складності при виборі оптимального варіанту управління машиною.

Головними перевагами гідромеханічних коробок передач є безступінчасте зміна передавального числа без розриву потоку потужності, досить висока енергоємність, простота механічної частини конструкції, надійність в роботі, майже всі їх елементи практично не схильні до зносу. Довговічність двигуна і силової передачі внаслідок цього значно зростає. Істотно спрощується і полегшується управління. Наявність гідротрансформатора в сучасній трансмісії істотно підвищує прохідність транспортного засобу за ґрунтами. В гідромеханічній трансмісії виключена можливість мимовільної зупинки двигуна. Внаслідок плавного розгону без розриву в тязі і демпферуючої дії головного елемента вузла - гідротрансформатора - підвищується комфортабельність. Основний недолік - низький ККД. В деякій мірі вказаний недолік виправляється можливістю експлуатації двигуна на економічних режимах, але такі

недоліки, як великі габарити, маса і вартість, розраховані на передачу повної потужності двигуна, залишаються. В даний час гідромеханічними коробками передач обладнані понад 90% випущених в США легкових автомобілів. Для Японії ця цифра дорівнює близько 60%, для Німеччини 40%

Єдиною автомобільною фірмою, яка використовує для побудови автоматичних коробок передач вальні схеми, є Honda, та ще Mercedes на автомобілях «А» класу використовував автоматичну коробку, побудовану за цією схемою. Причому для того, щоб піти від недоліків вальних коробок передач, ці фірми використовували дискові фрикційні муфти, керовані гідравлікою.

З аналізу розвитку конструкцій зарубіжних ТЗ і їх трансмісій можна виділити визначальні тенденції зростання числа об'ємних гідропередач. У найпростішому виконанні об'ємна гідропередача (ГОП) являє собою сукупність однотипних об'ємних гідромашин: одного насоса і одного або кілька гідродвигунів. Подібна передача дозволяє роздільно розміщувати на машині насос і гідродвигуни. Для більшості машин ГОП є найбільш перспективною серед інших типів безперервних передач внаслідок наступних її достоїнств: досить великий діапазон регулювання передаточного числа; невеликі габарити в порівнянні з іншими безступінчатими передачами, вагою і можуть передавати великі потужності. ГОП не є саморегульовані і тому дозволяють змінювати передавальні відносини з будь-якого обраного закону, захищає двигун від перевантажень. До недоліків ГОП можна віднести: більш низький ККД в порівнянні з іншими видами трансмісій (ККД серійних ГОП $\eta = 0,70 \div 0,85$), великі габарити і вага при малих тисках (10 - 15 МПа), труднощі ущільнення при високому тиску (28 - 35 МПа), висока вартість і складність виробництва.

В трансмісіях транспортних засобів застосовуються електричні і електромеханічні передачі. У найпростішому електроприводі як електромашину використовують генератор і електродвигун. Електромеханічні передачі мають ряд переваг: високий коефіцієнт пристосованості, що досягає 4-5; простими засобами здійснюється плавний пуск (рушення транспортного засобу з місця); реверсування, використання електродвигуна як гальма, а також дистанційне живлення і управління. Поряд з цими позитивними особливостями електропередачі притаманні значні недоліки: великі розміри і маса, необхідність для виготовлення дорогих матеріалів (мідь), низький ККД, який навіть на оптимальних режимах не перевищує 75%. областю застосування електропередач є гібридні транспортні засоби та багатоланкові автопоїзда з активними причепами.

З механічних коробок передач найбільш перспективними є планетарні коробки передач (ПКП). Вони володіють меншими габаритами і масою при тому, що значно збільшують діапазон передавальних чисел, мають високий ККД передачі при відсутності в ній циркулюючої потужності. Перемикання передач в ПКП здійснюється за допомогою фрикціонів і гальм, що дає можливість перемикати передачі без розриву потоку потужності, що підводиться до ведучих коліс, і легко автоматизувати управління. Термін служби і безшумність роботи планетарної передачі при однакових умовах вище, ніж у коробки передач з нерухожими валами, внаслідок менш напруженої роботи зубчастих коліс. До недоліків планетарних передач слід віднести складність їх виготовлення і збірки, а також втрати на тертя в виключених фрикціонах і гальмах, які помітно знижують ККД передачі.

Аналіз тенденцій розвитку трансмісій показує, що на абсолютному більшості сучасних і перспективних транспортних засобів застосовуються гідромеханічні коробки передач, основу яких становить планетарна коробка передач. І такий стан збережеться ще тривалий час, поки не будуть суттєво покращені характеристики безступінчатих трансмісій. Таким чином, виходячи зі сформованих в машинобудуванні традиційних конструкторських рішень і з огляду на перспективи їх розвитку, першим кроком вирішення поставленого завдання є оптимальне управління режимами роботи двигуна шляхом перемикання передач трансмісії і зміни швидкісного режиму двигуна. До числа недоліків планетарних передач слід віднести складність їх виготовлення і збірки, особливо при створенні багаторядних компактних

трансмсії, які для забезпечення надійної роботи вимагають також підвищеної точності виготовлення основних деталей. В результаті щільної компоновки збільшуються барботажні втрати, які значно зростають при використанні працюють в маслі фрикціонів. Для планетарних передач характерна наявність трубчастих співвісних валів, складних в виготовленні багатодискових фрикційних і гальм, що збільшують габаритні розміри коробок. Підшипники сателітів (в залежності від точності виготовлення) навантажені значними відцентровими силами, внаслідок великих переносних швидкостей.

Висновки. З великої кількості можливих схемних рішень при обраному двигуні і заданій масі транспортного засобу, необхідних тяговодинамічних характеристиках, розробники повинні створити і реалізувати в конструкції одне рішення, найбільш повно задовольняє сукупності таких показників, як високий коефіцієнт корисної дії (ККД), мінімальні габарити і маса, надійність і довговічність, технологічність виготовлення, простота обслуговування і низька вартість. Вирішення цього завдання досягається на стадії схемного проектування трансмісії, який включає в себе вибір типу і розробку кінематичної схеми трансмісії і окремих її частин, в зокрема - коробки передач. Тягово-динамічний розрахунок і розбивка передавальних чисел в коробці передач перед розробниками ставить проблему вибору найбільш раціональної схеми її конструкції, що реалізує необхідні передавальні числа. Якщо при виборі кінематичної схеми коробки передач з нерухомими осями такої проблеми не виникає, то вибір схеми АПКП ускладнений їх великим різноманіттям. З невеликої кількості отриманих кінематичних схем відбирається до реалізації схема з раціональними параметрами з огляду на те, що всі структурні та кінематичні схеми істотно відрізняються між собою за складністю конструкції, величиною ККД і цілою низкою показників, які в комплексі визначають технічний рівень конструкції АПКП. Основа таких коробок будується в більшості випадків по одній з двох схем - Сімпсона (з незчеплених сателітами) або Равінью (з зчепленими сателітами). Ці системи дозволяють при одночасному включенні двох керуючих елементів реалізувати тільки чотири передачі, визначаючи такі системи як системи з трьома ступенями вільності. Вони мають дві понижуючі передачі, одну пряму і передачу заднього ходу, які реалізуються за допомогою п'яти керуючих елементів - двох фрикційних блокуючих муфт, двох фрикційних гальм і муфти вільного ходу. Вибір автоматичної коробки передач (АПКП) з трьома, а не двома ступенями вільності пояснюється наступним. Незважаючи на те, що число елементів управління у схем з трьома, а не з двома ступенями вільності однаково, в АПКП з трьома ступенями вільності для отримання чотирьох передач досить двох диференціальних механізмів, а в АПКП з двома ступенями вільності - три. І це насторожує конструкторів, змушує їх не помічати те, що вже при числі передач, що дорівнює чотирьом, АПКП з трьома ступенями вільності виявляється в цілому більш складним, ніж АПКП з двома ступенями вільності, об'єктом.

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин: Підр. для вузів. - 4-е вид., перероб. и доп. - М.: Наука, 1988. - 640 с

2. Баранов Г.Г. Курс теорії механізмів і машин. - М.: Машинобудування, 1967. - 508 с

3. Великанов Д.П. Автомобільні транспортні засоби. - М.: Транспорт, 1977. - 326 с.

4. Готтесман Г.А. Силові передачі сьогодні і завтра // Автомобільна промисловість США. - 1976. - № 10. - С. 3-6

5. Зубков В.Ф., Мельников О.О. Метод синтезу планетарних коробок передач зі складними планетарними механізмами. – Наземні транспортні системи. Міжвузівський збірник наукових праць, м Волгоград, 2002. - С. 161-168

6. Труханів В.М., Зубков В.Ф., Мельников О.О. синтез планетарних коробок передач зі складними планетарними механізмами. // Інженерний журнал. Довідник, 2002., № 7, С. 20-23.

УДК 629.113

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗКОНТАКТНОЇ СИСТЕМИ ЗАПАЛЮВАННЯ З ХОЛОСТОЮ ІСКРОЮ В АВТОМОБІЛЯХ СІМЕЙСТВА ЗІЛ-130

APPLICATION OF CONTACTLESS IGNITION SYSTEM WITH INDEPENDENT SPARK IN VEHICLES OF ZIL-130 FAMILY

Колесник Олег

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

Improving the efficiency of ZIL-130 family cars by replacing the contact-transistor ignition system with a non-contact one with a blank spark. The non-contact ignition system differs in the absence of a mechanical drive in the system of formation of voltage pulses in the primary ignition circuit and provides the car units with increased discharge energy.

В теперішній час все ще експлуатуються автомобілі сімейства ЗІЛ-130 (ЗІЛ-431410). В більшості випадків їхня система живлення переобладнана для використання стисненого природного газу з метою здешевлення експлуатації. Але система запалювання лишалася без змін. Система запалювання завжди була ахіллесовою п'ятою автомобіля ЗІЛ-130. Періодично в різні часи цю проблему намагалися вирішити, однак великих досягнень відзначено не було. З появою восьмицилиндрового двигуна для цього автомобіля стало ясно, що звичайна контактна система запалювання не може забезпечити впевнене іскроутворення на високих оборотах для такого двигуна. Назріла необхідність створення контактної-транзисторної системи запалювання (КТСЗ).

Запалювання на ЗІЛ-130 батарейне, контактної-транзисторне. Комплектується котушкою запалювання Б114, розподільником, транзисторним комутатором ТК102, додатковим двосекційним опором, проводами високої напруги, свічками і вимикачем запалювання. Котушка запалювання забезпечена двома вивідними затискачами обмотки первинного кола і може працювати лише з транзисторним комутатором. Вона відрізняється порівняно невеликим опором первинної обмотки, внаслідок чого максимальний струм в первинній ланцюга досягає 8А проти 4А у звичайній. Вдобавок вторинна обмотка котушки не з'єднується з первинної, що виключає надмірні навантаження транзистора високою напругою. Установка котушки іншого типу не допускається. Біля неї розташовується додатковий опір, який складається з двох послідовно з'єднаних резисторів. Під час запуску двигуна і роботи стартера один з опорів замикається накоротко, що призводить до збільшення напруги в момент запуску. [1]

Переривник КТСЗ розмикає не первинний ланцюг системи запалювання, а ланцюг більш низького струму (порядку 0,7А) управління транзистором, основною складовою транзисторного комутатора. У свою чергу транзистор управляє більш сильним струмом первинної обмотки котушки запалювання. Внаслідок розвантаження контактів переривника від первинного струму їх ресурс збільшується до 100 тис.км.

Разом з тим вторинна напруга в КТСЗ, як і в звичайній контактній системі запалювання, залежить від напруги на борту автомобіля, що погіршує запуск двигуна, особливо в холодну погоду. Відчутне споживання електроенергії при непрацюючому двигуні із замкнутими контактами замка запалювання і переривника також можна віднести до недоліків КТСЗ. Це служить причиною розряду акумулятора, до того ж може стати причиною виходу з ладу комутатора, котушки і несправності всієї системи запалювання. Залишається і необхідність регулярного контролю стану контактів переривника.

Метою роботи є підвищення ефективності експлуатації автомобілів сімейства ЗІЛ-130 шляхом заміни контактної-транзисторної системи запалювання на безконтактну з холостою іскрою. Безконтактна система запалювання позбавлена перерахованих недоліків і є конструктивним продовженням контактної-транзисторної системи. Така схема системи запалювання ЗІЛ-130 відрізняється відсутністю механічного приводу в системі формування імпульсів напруги в первинному ланцюзі запалювання. Тут замість контактної переривника, розмикаючого електричний ланцюг за допомогою механічного приводу, застосовується безконтактний датчик Холла.

Безконтактні системи запалювання забезпечують агрегати автомобіля підвищеною енергією розряду, у результаті значно поліпшується займання горючої суміші в циліндрах. Цей плюс особливо допомагає при розгоні транспортного засобу, коли умови займання суміші не дуже сприятливі із-за тимчасового збіднення паливно-повітряної суміші. Приблизно на 20% знижується вміст СО у відпрацьованих газах і на 5% витрата палива. Так як в датчику-розподільнику відсутні рухомі контакти переривника, значно підвищується надійність і спрощується технічне обслуговування датчика. Крім того, не треба буде періодично зачищати контакти переривника і регулювати зазори між ними. Також забезпечується упевнений пуск холодного двигуна при низьких температурах при падінні напруги до 6В. [2]

Для заміни контактної-транзисторної системи запалювання на безконтактну з холостою іскрою потрібно додатково купити:

- датчик-розподільник запалювання 24.3706А2;
- котушку запалювання -Б118, 4шт (для ЗІЛ-130);
- комутатор-ТК200;
- свічки з зазором 1,1-1,2 мм СН307В;
- блок управління ЕПХХ (маркування "5013");
- джгут проводів трамблер-комутатор.

Встановити всі частини на місце. Прокласти палять поруч зі джгутом основний, штатної електропроводки. Підключити новий джгут проводів:

- провід блакитний з чорним - до клеми "Б" котушки запалювання;
- червоний з коричневим - до клеми "К" котушки запалювання;
- чорний дріт - до "маси" під гайку кріплення комутатора;
- провід сірий з червоним - до ЕМ-клапану карбюратора;
- роз'єднати двоконтактний роз'єм (знаходиться між АКБ і котушкою) і

підключити відповідну частину роз'єму від нового джгута.

Після монтажу запустити двигун і встановити кут випередження запалювання 1 ± 1 градус.

Застосування даної системи запалювання дозволяє знижувати витрату пального, підвищувати потужність двигуна, зменшувати шкідливі викиди завдяки більш високій напрузі розряду в 30000В і більш якісного згорання паливно-повітряної суміші.

1. *Ходасевич А. Г. Справочник по устройству и ремонту электронных приборов автомобилей. Часть 1 / А. Г. Ходасевич, Т. И. Ходасевич. – М. : Антелком, 2005. – 240 с.*

2. *Опарин И. М. Теоретические основы разработки автомобильных бесконтактных и микропроцессорных систем зажигания : авто-реф. дис. на соискание учен. степени д-ра техн. наук : 05.05.03 / И. М. Опарин ; Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т. – М., 1995. – 41 с.*

УДК 621.319.34

ЕЛЕКТРОМОБІЛІ: КОНСТРУЮВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

ELECTRIC VEHICLE: DESIGN, OPERATION AND REPAIR

Лемішко Михайло, Гаврилюк Андрій

*Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
вулиця Клепарівська, 35, Львів, Львівська область, 79000*

Анотація. Сучасний світ важко уявити без великої кількості автотранспорту, а масштаби та динаміка розвитку електромобільного ринку набуває великих оборотів у машинобудувальній індустрії. Тому слід визначити перспективи використання електромобілів і їх подальше майбутнє у використанні у повсякденному житті.

Електромобіль – автомобіль, який приводиться в рух одним або декількома електродвигунами з живленням від автономного джерела електроенергії (акумуляторів, паливних елементів і т. п.), [1, 2]

У світі автотехніки електрокари явище вже не нове, але все ще незвичне. Вчені постійно працюють над концепцією удосконалення електромобілів, щоб розширити і спростити їх функціонал. Сучасні моделі називають ідеальним транспортом майбутнього, адже подібні засоби пересування не вимагають стандартного пального, а також набагато менше шкодять довкіллю. Двигун електрокара складається зі статора і ротора. Під впливом магнітного поля, яке виникає в статорі, приводиться в рух ротор, де проходить індукційний струм.

Варто відзначити, що існує значна різниця між електричними двигунами, використовуваними на виробництвах, і тими, які встановлюють безпосередньо в електрокарах. В останньому випадку вони мають значно більшу потужність. За новим розробкам вчені все більше поділяють поняття електрокарів. Крім того, до основних показників електромобіля відносять не тільки тип двигуна, а й потужність, крутний момент, показники напруги, обертання і струму. Саме ці чинники визначають порядок обслуговування транспортного засобу. Існують різні види двигунів для електрокарів, згідно з чим їх ділять на групи. Залежно від типу струму пристрою можуть бути:

- постійного струму; змінного струму (синхронні або асинхронні);
- універсальні (можуть перемикатися з однієї фази на іншу).

Двигуни також можна класифікувати в залежності від кількості фаз: вони можуть бути одно-, дво- і трифазними.

Відмінності між автомобілем з ДВЗ і електрокаром досить істотні: схема останнього значно простіше, зменшено кількість рухомих деталей. З цієї причини електромобілі часто називають безпечними засобами пересування

Електрокар складається з таких комплектуючих:

- двигун (електричний);
- батарея живлення (її ємність може істотно відрізнятись, вона безпосередньо залежить від потужності двигуна);
- інвертор;
- система електроніки для управління авто;
- трансмісія спрощеного виду;
- перетворювач.

Принципова схема роботи електромобілів приведена на рисунку.



Рис. 1. Принципова схема роботи електромобілів

Живлення двигуна відбувається за рахунок акумулятора. В акумуляторах електрокарів, що складаються з великої кількості циліндричних або пакетних батарейок, блок напруги досягає приблизно 250-300 В. Такий показник є оптимальним: це значення є достатнім для двигунів невеликої потужності, а також не вимагає значних витрат на подолання опору.

В сучасних електрокарах переважно використовуються літій-іонні батареї. Вони складаються з пари модулів з послідовним з'єднанням. За рахунок цього в кінці утворюється напруга величиною 300 В. Новіші моделі можуть мати напругу 700 В.

Електрокари мають вбудовану систему контролю і управління процесами, яка відповідає за напругу і витрачається енергію авто, за оцінку заряду, вибір режиму руху і т. д. У цій системі успішно об'єднані основні датчики, що відображають стан систем авто (положення педалей гальма і газу, рівень тиску в гальмівній системі).

Висновок. Головною перевагою електромобілів є їх підвищена безпека в порівнянні з моделями з двигуном внутрішнього згоряння. Під час можливого ДТП у електрокара спрацьовують подушки безпеки і відразу ж відключається акумулятор. Це призводить до зупинки авто і знижує ймовірність отримання важких травм не тільки у пасажирів і водія, але і у тих, хто перебував у транспортному засобі, з яким сталося зіткнення.

1. Карамян О.Ю., Чебанов К.А., Соловьева Ж.А. *Електромобиль и перспективы его развития // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-4. – С. 693-696; История электромобилей начала XX века. Точка доступа: https://rikauto.com.ua/ua/news_full/2746.*

2. Щетиніна В. А. *Етапи розвитку електромобілів і їх конструкції: Електромобіль: техніка та економіка, Київ: Логос, 1987. 45-60 с.*

3. Інтернет джерело: <https://auto.rambler.ru/navigator/42631738-printsip-raboty-elektromobilya-kak-on-ustroen-kakoe-v-nem-napryazhenie-i-shema-pitaniya-ot-akkumulyatornyh-batarey/?updated>.

УДК 621.436

НОМОГРАФІЯ У ТЕХНІЧНИХ РОЗРАХУНКАХ

NOMOGRAPHY IN TECHNICAL CALCULATIONS

Морозов Юрій

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

Evaluation of process indicators using simplified linear regression equations with nonlinear transition functions is possible not only analytically, but graphically using hexagonal nomograms.

В роботі [3, 4] вказувалося на можливість використання скорочених лінійних рівнянь регресії для опису багатofакторного простору параметрів і показників складних технічних систем, для оцінки взаємозв'язків між ними. Описана можливість видалити з рівняння регресії складові параметри, що мало впливають на шуканий показник і таким чином спростити їх.

А оцінка показників паливоподачі за спрощеними рівняннями регресії можлива не тільки аналітично, описаним у вказаних роботах методом, але і графічно.

В результаті обробки експериментальної або статистичної інформації за розглянутою методикою може бути отримано рівняння регресії у вигляді

$$\tilde{X}_0 = A_1\tilde{X}_1 + A_2\tilde{X}_2 + \dots + A_j\tilde{X}_j + \dots + A_n\tilde{X}_n. \quad (1)$$

Тут \tilde{X}_0 - залежна змінна (ймовірносний аналог залежної змінної X_0); $\tilde{X}_1 \dots \tilde{X}_n$ - ймовірносні аналоги незалежних змінних $X_1 \dots X_n$; $A_1 \dots A_n$ - постійні коефіцієнти; n - кількість незалежних змінних.

Характер функцій $\tilde{X}_0(X_0) \dots \tilde{X}_n(X_n)$ визначається за результатами обробки і може задаватися графічно. Точність результатів при цьому визначається точністю графічного відліку.

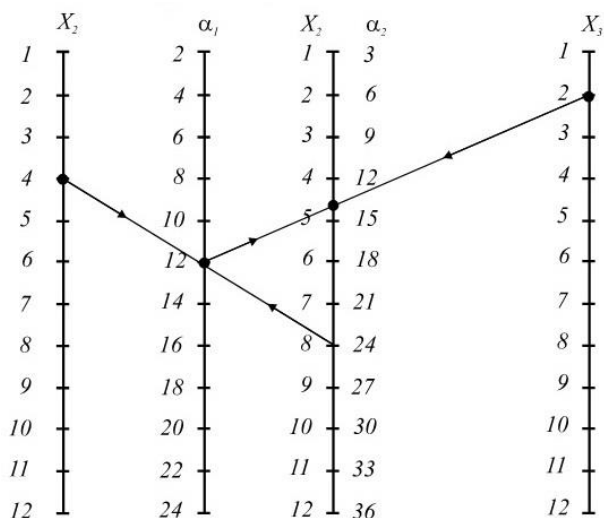


Рис.1. Номограма з вирівнених точок

Для розрахунку за виразом (1) можна використати номографічні методи. В теоретичній роботі з номографії [1] розглядається декілька типів номограм, які дозволяють номографувати вирази, подібні рівнянню (1). Так використовуються номограми з вирівнених точок. В найпростішому випадку це система паралельно розташованих шкал.

На рис. 1 лінія, що проходить через деякі точки на шкалах X_1 і X_2 , перетинає результуючу шкалу α_1 таким чином, що має місце вираз $\alpha_1 = X_1 + X_2$. При наявності більш ніж двох складових з кожним наступним X_i система шкал доповнюється шкалою X_i і результуючою шкалою α_{i-1} .

Так з рис. 1 виходить, що $\alpha_2 = \alpha_1 + X_3 = X_1 + X_2 + X_3$. Через α_{i-1} звичайно позначають шкали, що підсумовують i незалежних змінних. Заміна рівномірних шкал X_i функціональними $A_i \tilde{X}_i(X_i)$ дозволяє провести номографування виразу (1).

У номографічній літературі описані номограми для виразу $X_0 = X_1 + X_2$ з використанням криволінійних шкал. Звичайно це проєктивні шкали на кривій другого порядку. Незалежні змінні відкладають на лінії другого порядку (коло або еліпс), а X_0 - на нерівномірній прямолінійній шкалі. Розповсюдження цього типу номограм на випадок багатьох змінних ускладнене.

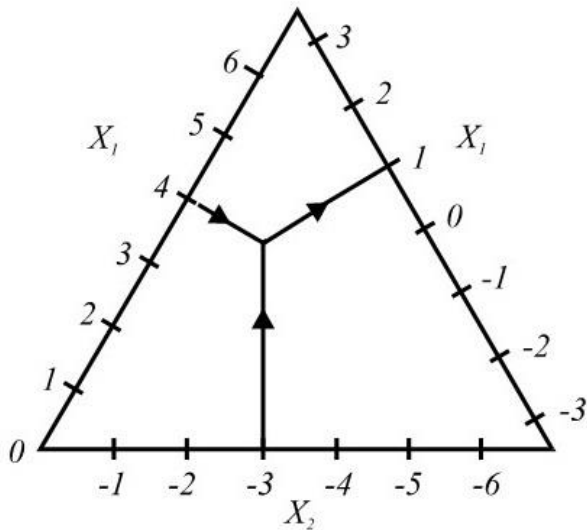


Рис.2. Найпростіша гексогональна діаграма

Вказану номограму (гексогональний абак) можна розповсюдити на вирази з багатьма змінними. Рівняння (1) можна подати у вигляді послідовних виразів

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= A_1 \tilde{X}_1(X_1) + A_2 \tilde{X}_2(X_2); \\ \alpha_2 &= \alpha_1 + A_3 \tilde{X}_3(X_3); \\ &\dots \\ \alpha_{i-1} &= \alpha_{i-2} + A_i \tilde{X}_i(X_i); \\ &\dots \\ \alpha_{n-1} &= \tilde{X}_0(X_0) = \alpha_{n-2} + A_n \tilde{X}_n(X_n). \end{aligned} \quad (2)$$

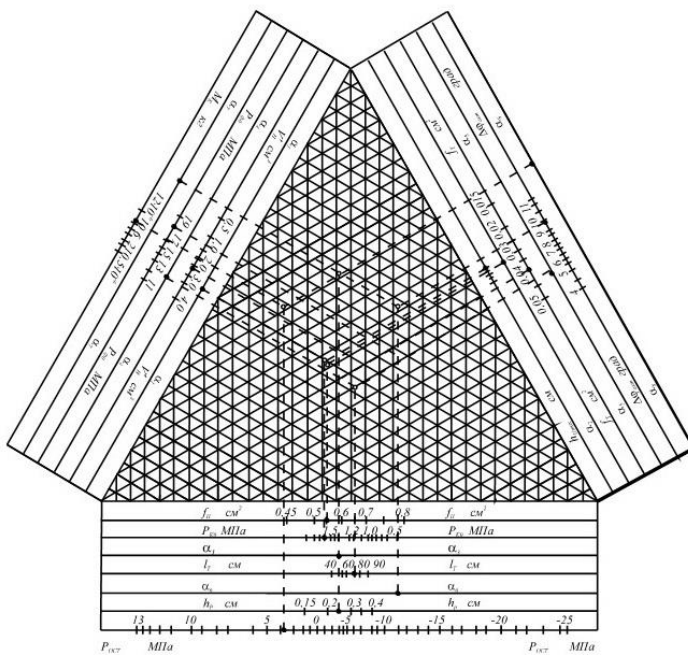


Рис.3. Номограма для розрахунку залишкового тиску у трубопроводі паливної системи дизеля

Особливої уваги заслуговує гексогональний тип номограм. На сторонах правильного трикутника нанесені рівномірні шкали однакового модуля (рис. 2). Якщо на шкалах X_1 і X_2 відкласти конкретні значення параметрів і встановити перпендикуляри до цих шкал зі взаємним перетином, то третій перпендикуляр, проведений з точки перетину на третю шкалу, вкаже значення суми X_1 і X_2 .

Шкали номограми можуть бути функціональними, і тоді номограма придатна для розрахунку виразу виду $\tilde{X}_0(X_0) = A_1 \tilde{X}_1(X_1) + A_2 \tilde{X}_2(X_2)$. При цьому всі функціональні шкали повинні мати один і той же модуль.

Кожен з цих виразів відповідає одній обчислювальній операції за номограмою рис. 2. Шкали виразів для другого і наступних виразів розміщують паралельно існуючим шкалам α_1 , $A_1 \tilde{X}_1(X_1)$ і $A_2 \tilde{X}_2(X_2)$. Уздовж кожної сторони трикутника створюється цілий ряд паралельних шкал.

Для розглянутого гексогонального абак характерна достатня точність внаслідок перпендикулярності прямої до відповідної шкали. Однак рівність модулів всіх шкал номограми певним чином ускладнює використання цих номограм.

Особливості методу такі, що числові значення величин $\tilde{X}_i(X_i)$ змінюються в межах від -3 до +3. Коефіцієнти A_i звичайно більше 0,05 і менше 0,30. Тому можна зробити висновок, що для кола задач, що описані виразом (1), вимога рівності модулів всіх шкал є прийнятною.

При дослідженні робочих процесів, що проходять в паливній апаратурі швидкохідних дизелів, важливе значення набуває такий показник впорскування палива, як залишковий тиск в паливопроводі. Результати 154-х розрахунків процесу паливоподачі оброблені у відповідності з розглянутим у [3, 4] методом. Отримане спрощене рівняння регресії.

$$\begin{aligned} \tilde{P}_{OCT} = & 0,290\tilde{f}_{II} + 0,076\tilde{h}_{max} + 0,194\tilde{P}_{K0} + 0,215\tilde{V}'_H + 0,264\tilde{f}_T + \\ & + 0,088\tilde{l}_T + 0,214\tilde{P}_{\phi_0} + 0,219\tilde{\Delta\phi} - 0,173\tilde{h}_p - 0,093\tilde{M}_K \end{aligned} \quad (3)$$

Тут $P_{OCT}, P_{K0}, P_{\phi_0}$ – тиски, відповідно, залишковий, попереднього затягу пружини нагнітального клапана і голки форсунки; f_{II}, f_T – площа плунжера і паливопроводу, см²; h_{IImax}, h_p – максимальний хід плунжера, розвантажувальний хід нагнітального клапана, см; $\Delta\phi$ – тривалість активного ходу плунжера, град; M_K – маса нагнітального клапана, кг.

Виходячи з аналізу особливостей номограм різних видів для використання прийнятий гексогональний абак. На рис. 3 наведена номограма для виразу (3), яка дозволяє визначити залишковий тиск в паливопроводі P_{OCT} . Побудова функціональних шкал цієї номограми проведена на основі графічних залежностей, отриманих з результатів статистичної обробки інформації. Отримані шкали графічно стиснуті на відповідні коефіцієнти A_i і розміщені по сторонах номограми у відповідності зі знаком A_i . Шкали $\alpha_1 \dots \alpha_8$ німі, без позначень. Вони відповідають алгебраїчним сумах складових виразу (3).

Для розрахунку за номограмою рис. 3 [2] необхідно дев'ять разів повторити операцію визначення результуючого параметра (подібно до рис. 2) за заданими X_1, X_2 . На рис. 3 показана послідовність виконання номографічного розрахунку для вхідних даних.

Похибка, внесена номограмою рис. 3, не перевищує 0,2...0,3 Мпа. Це дозволяє використати її в практичних розрахунках залишкового тиску в паливопроводі системи живлення дизеля.

Сфера використання наведеної вище методики може бути розширена на інші галузі і об'єкти досліджень. Для отримання рівнянь регресії і, відповідно, номограмм необхідна лише достовірна статистична інформація по показникам і факторам для об'єкта досліджень.

Номограми, подібні наведеній на рисунку 3, можливо використовувати не тільки у науковій діяльності, а також у виробничих умовах. Це дозволяє спрощено і оперативно визначати числові значення шуканих організаційно-технічних показників.

1. Глаголев Н.А. Курс номографії. – М.: Высшая школа. 1961.

2. Морозов Ю.В., Морозова С.А. Номографування рівнянь регресії зі багатьма змінними. Гидромелиорация и гидротехническое строительство, вып.10. Респ. межвед. научно-техн. сборник. – Львов: -Вища школа. 1982., С.105–109.

3. Морозов Ю.В. Метод раціонального вибору і розрахунку конструктивних параметрів паливної апаратури дизелів. Морозов Ю.В. – Рівне: Видавництво Української державної академії водного господарства, 1997. –197 с.

4. Морозов Ю.В. Лінійні рівняння нормалізованої регресії для оптимізації показників паливної апаратури дизеля. -НУВГП – Всеукраїнська науково-технічна інтернет-конференція «Інноваційні технології розвитку машинобудування та ефективного функціонування транспортних систем». , 28-29 листопада 2019 року м. Рівне. Тези доповідей..

УДК 621.314

ПЕРСПЕКТИВИ, ПРОБЛЕМИ ПОШИРЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

PROBLEMS OF DISTRIBUTION AND OPERATION OF ELECTRIC VEHICLES

Пахаренко Володимир, Голотюк Микола, Ключко Володимир

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

The analysis of development and introduction of electric cars is executed. The technical characteristics of the most popular and popular electric cars are outlined. The main necessary measures for ensuring the preservation of positive trends in the development of the electric car market.

Електромобілі у всьому світі в останні роки у зв'язку з екологічною ситуацією та безперервним зростанням цін на нафту знову стали набирати все більшу актуальність.

Електромобілі займали велику частку світового ринку у промисловості та на підприємствах, але не мали попиту та вартих пропозицій на споживацькому ринку, через те, що ринок був переповнений автомобілями з двз, які не давали можливості конкурувати електромобілям.

В останні роки у зв'язку з безперервним зростанням цін на нафту електромобілі знову стали набирати популярність. У репортажі CBS News «Could The Electric Car Save Us?» повідомляється, що у 2007 р. знову почалося розгортання промислового виробництва електромобілів. На червень 2017 в усьому світі було продано понад 2 млн електромобілів. Станом на 2018 рік більшість розвинутих країн поставили за мету перейти на електромобілі і це зрозуміло чому, електромобілі мають великий ряд переваг порівняно з авто з двз, а саме:

- Відсутність шкідливих викидів;
- Нижчі витрати на експлуатацію та технічне обслуговування автомобіля:
- не потрібна дорога коробка передач і мастила до неї, двигун вн.згоряння (в тому числі заміна масел, фільтрів, ремнів ГРМ) і його обслуговування, насосів високого тиску (якщо це диз.двигуни), паливних фільтрів, та ін.;
- Простота конструкції і управління, висока надійність та довговічність екіпажної частини (до 20—25 років) у порівнянні зі звичайним автомобілем;
- Тиха робота;
- Можливість підзарядки від побутової електричної мережі
- Електромобіль — єдиний варіант застосування на легковому автотранспорті енергії, що виробляється АЕС і електростанціями інших типів;

Зелений план Європи поставив за мету створення до 2025 р. 1 млн точок заправки для електротранспорту. У 2020 року їх 140 тис. Передбачається повний перекид всього автопарку Євросоюзу на електричну тягу до 2035 р. [2].

Але незважаючи на це, в даний момент у 2020 році частка автомобілів з електричним двигуном від загального числа автомобілів в світі склала 0,7%[1].

Розглянемо перспективи, проблеми поширення та експлуатації електромобілів відштовхуючись від недоліків електромобілів.

В чому ж недоліки електромобіля та як вони будуть виражені на своїх власниках?

- Акумулятор за півтора століття еволюції так і не досяг характеристик, що дають змогу електромобілю на рівних конкурувати з автомобілем за запасом ходу і ціною, не зважаючи на значне вдосконалення конструкції. Наявні високоенергоємні акумулятори або занадто дорогі

через застосування дорогоцінних або дорогих металів (срібло, літій), або працюють при дуже високих температурах (робоча температура натрій-сірчаного акумулятора > 300 °С). Крім того, такі акумулятори відрізняються високим саморозрядом. Одним з перспективних напрямків стала розробка нікель-металгідридних акумуляторів з оптимальним співвідношенням енергоємності та собівартості, перспективними вважаються акумулятори на основі поліпропілену, проте, фактично через патентні обмеження на електромобілях, як і століття тому, застосовуються свинцево-кислотні АКБ.

- Акумулятори добре працюють під час руху електромобіля на постійних швидкостях і під час плавних розгонів. У разі різких стартів тягові АКБ втрачають багато енергії.

- Проблемою є виробництво та утилізація акумуляторів, які часто містять отруйні компоненти (наприклад, свинець або літій).

- Близько 10 % енергії втрачається в коробці передач та інших елементах трансмісії.

- Частина енергії акумуляторів витрачається на охолодження або обігрів салону автомобіля, а також живлення інших бортових енергоспоживачів. Для масового застосування електромобілів потрібне створення відповідної інфраструктури для підзарядки акумуляторів (зарядка на «автозарядних» станціях).

- У разі масового використання електромобілів у момент їх зарядки від побутової мережі зростають перевантаження електричних мереж «останньої милі», що загрожує зниженням якості енергопостачання, ризиком локальних аварій.

- Триваліший час заряджання акумуляторів в порівнянні з заправкою паливом.

Таким чином проаналізувавши всю інформацію, можна зрозуміти, що є дуже велика перспектива в електромобілів, саме у нас в Україні, та для того потрібно зробити ряд дій, які зможуть підштовхнути нас до часу відносно екологічної безпеки та розвитку економічності. Потрібні напрямлені дії на розбудову підприємств по будівництву електромобілів, будівництву заправних станцій для них, та технічних сервісних центрів, які будуть в змозі обслуговувати дані автомобілі на хорошому рівні.

1. *Global EV Outlook 2018* - [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://webstore.iea.org/download/direct/1045?fileName=Global_EV_Outlook_2018.pdf

2. *Розвиток електромобілів. Нова екологія.* – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.novaecologia.org/voecos-1356-1.html>.

3. *Котенко О.О. Енергоефективні автомобілі та їх роль в антикризовій стратегії підприємств України / О.О. Котенко, М.Д. Домашенко, С.В. Сердюк // Облік і фінанси. – 2019. – № 1 (83). – С. 152–158.*

4. *Відоменко О.І. Перспективи розвитку електромобільного транспорту в Україні / О.І. Відоменко // Наукова думка : мат-ли Міжн. наук.-практ. конференції, 19 черв. 2017 р., Одеса. – Т. 4. – С. 50–54.*

УДК 621.82.66:621.979:621.9.048.6

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗБИРАННЯ ПРЕСОВИХ З'ЄДНАНЬ
ПРИ РЕМОНТІ ТА УТИЛІЗАЦІЇ МАШИН ЗАСТОСУВАННЯМ
ВІБРАЦІЙНО-ХВИЛЬОВОГО ВПЛИВУ**

**IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF DISASSEMBLY OF PRESSING JOINTS
DURING REPAIR AND DISPOSAL OF MACHINES USING VIBRATION-WAVE
INFLUENCE**

¹Пікула Микола, ²Панай Тарас, ²Бабік Віталій

¹Національний університет водного господарства та природокористування,
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33028

²Відокремлений структурний підрозділ Рівненський автотранспортний фаховий коледж
Національного університету водного господарства та природокористування, вул.
Відінська, 35, м. Рівне, 33018

Issues related to the disassembly of press joints using vibration-wave effects on the joints using low-frequency oscillations that reduce the effort required for disassembly are considered. The results of experimental researches and the basic preconditions to development of vibration-wave technologies of dismantling of knots in the course of repair or utilization of cars are resulted.

У забезпеченні життєвого циклу виробів особливе місце займають етапи, пов'язані з їх своєчасним технічним обслуговуванням, відновленням і (або) утилізацією. В автомобілях, що вичерпали свій життєвий цикл, зберігається велика кількість цінних елементів (перш за все деталей), раціональне використання яких дозволяє вирішити широкий спектр завдань в частині заощадження матеріалів, енергозбереження та поліпшення екології.

Якість відновлення та утилізації виробів багато в чому визначається ефективністю виконання підготовчих робіт, які включають в себе комплекс, зокрема, очисних і розбірних операцій. Традиційні технології їх реалізації часто викликають пошкодження поверхонь і деформацію спряжених деталей після розбирання, вимагають великих витрат часу і зусиль, при підготовці об'єкту виробництва до утилізації. Тому пошук шляхів, спрямованих на підвищення ефективності підготовчих операцій, є актуальною проблемою. Особливий інтерес в вирішенні цієї проблеми представляють розробки, пов'язані з використанням вібраційного впливу на об'єкти обробки.

Розбирання пресових з'єднань складає близько 20% трудомісткості розбиральних робіт у процесі ремонту автомобілів [1]. Цей процес здійснюється шляхом прикладання осьового зусилля, іноді - з використанням теплових деформацій (нагріванням охоплюючої деталі). Пресові спряження розбирають при знятті підшипників, втулок, шківів, пальців, штифтів, шестерень, сальників тощо. Для виконання таких операцій використовують різні установки та пристрої - преси, стенди, знімачі з ручним або механічним приводом.

Основною перевагою механічного розпресовування є його висока продуктивність. А недоліком, який зустрічається найчастіше - пошкодження спряжених поверхонь (риски, задирки), часто - значне розсіювання значень зусиль розпресовування, неможливість застосування у спряженні антикорозійних покриттів.

При тепловому методі розбирання маточини нагрівають - за допомогою газових пальників, в камерних електropечах, в ваннах з рідиною, індукційним методом. Температура нагрівання залежить від натягу, але не повинна перевищувати температуру, при якій відбувається структурна зміна матеріалу. Нижня межа нагрівання залежить від коефіцієнта

лінійного розширення матеріалу, додаткової температури, яка забезпечує демонтажний зазор при встановленні деталей, натягу і номінального діаметра втулки.

До переваг теплового методу розбирання відносять високу міцність з'єднання, мінімальні пошкодження поверхонь при формуванні, можливість застосування антикорозійних покриттів, можливість автоматизації процесу розбирання. Проте при цьому потрібно забезпечити природне чи примусове охолодження вузла перед подальшою обробкою. А нагрівання деталей складної форми може стати причиною виникнення температурних напруг, небажаних змін в мікроструктурі, місцевих деформацій чи окислення поверхонь деталей.

Перевагами гідропресового розбирання з'єднань, що здійснюється за допомогою нагнітання масла в зону з'єднання, є, перш за все, висока продуктивність і мінімальні пошкодження контактних поверхонь.

В результаті аналізу проблеми встановлено такі основні причини, що ускладнюють розбирання пресових з'єднань виробів:

1) застосування звичайних пристроїв і інструментів малоефективне, оскільки через високі зусилля, які прикладають, можливе пластичне деформування поверхонь деталей, що ускладнює розбирання виробів;

2) при тривалому зберіганні складальної одиниці (вузла) можливе утворення адгезійних і когезійних зв'язків в пресовому з'єднанні, що ускладнює його розбирання;

3) іноді місце стику пресового з'єднання заповнюється герметиком.

У зв'язку з цим актуальним є пошук ефективних методів розбирання, які б дозволили роз'єднувати спряжені деталі з'єднання без їх пошкодження, що дозволяє підвищити економічну ефективність таких операцій при ремонті чи утилізації.

Одним з шляхів може стати вібраційна обробка вузлів у робочому середовищі, яка здійснює низькочастотні коливання (15...25 Гц) при амплітудах 3...10 мм. Окрім поверхневої дії інгредієнтів робочого середовища (абразивні гранули чи металеві кульки) на деталі, вібраційна обробка створює у деталях хвильовий ефект, який за певних умов може послаблювати зусилля зв'язків пресових з'єднань [2].

Як відомо, зусилля, необхідне для розбирання з'єднання з натягом (умовно «вал – отвір»), визначається коефіцієнтом тертя матеріалів спряжених деталей, їх конструктивними параметрами (кут нахилу конуса з'єднання, номінальний діаметр і довжина отвору втулки), механічними властивостями матеріалів [3]. Причому, чим більший натяг в з'єднанні, тим більше зусилля потрібне для його розбирання. Варто зазначити, що натяг не є постійною величиною, адже наявність на контактних поверхнях мікронерівностей змінює ефективну площу спряження. А оскільки шорсткість поверхні деталі остаточно формується на фінішних операціях (точність 6...7 квалітети, середнє арифметичне відхилення профілю - 0,5...5 мкм), то розподіл нерівностей поверхні відбувається за нормальним законом.

При експлуатації машини її деталі та з'єднання часто працюють в різних середовищах. Деякі з них створюють негативні впливи на з'єднання, зокрема - корозію, схоплювання контактних поверхонь, скупчення продуктів зношування, які призводять до заклинювання кріпильних деталей, що викликає підвищення зусиль розбирання пресових з'єднань.

Вібраційно-хвильове навантаження в процесі розбирання з'єднань «вал – втулка» полегшує пластичне деформування поверхневого шару деталей, яке веде до зниження питомих тисків в з'єднанні в результаті збільшення фактичної площі контакту. Це є наслідком впливу безлічі мікроударів і поступовим зниженням натягу внаслідок деформування і руйнування вершин мікронерівностей і можливістю розподілу найдрібніших частинок, що утворилися, у впадинах мікропрофілю поверхні. Такі процеси сприяють зниженню коефіцієнта тертя, шорсткості поверхні спряжених деталей та питомих тисків в з'єднанні в результаті збільшення фактичної площі контакту.

Моделювання ефективності запропонованого процесу виконано на експериментальній установці, робоча камера якої ємністю 3 дм³ здійснює кутові коливання амплітудою 5...7

градусів. В якості робочого середовища використовувалися гранули природного мінералу «Байкаліт», абразив формований типу ПТС і сталеві гартовані кульки діаметром 5...8 мм.

У всіх випадках вібраційно-хвильове навантаження на з'єднання суттєво послаблювало необхідне зусилля для його розбирання. Причому зусилля розпресування знижується зі збільшенням тривалості віброволнового впливу до деякого мінімального значення. Подальше продовження навантаження лише незначно змінює зусилля, необхідне для розбирання з'єднання.

Мікрорельєф контактних поверхонь при вібраційно-хвильовому розбиранні, як показали металографічні дослідження, в порівнянні з розбиранням в звичайних умовах має певні особливості.

В процесі вібраційно-хвильового розбирання мікрорельєф деформується менше і лише незначна частина найбільш високих нерівностей зазнає зминання або зрізання. Причому, чим більша тривалість вібраційно-хвильового впливу, тим менша шорсткість поверхонь. Натомість на зразках, що не піддавалися вібраційно-хвильовому навантаженню, помітне суттєве шорсткості поверхні та наявність на поверхні довгих і глибоких подряпин, що є результатом пластичних деформацій і мікрорізання.

Пояснення цьому, очевидно, в тому, що вібраційно-хвильовий вплив є джерелом коливань всього об'єму деталей і, зокрема, контактних поверхонь. Взаємне коливання сприяє зміні їх спряжених розмірів з подальшим зменшенням і збільшенням номінального розміру на величину, що не перевищує амплітуди діючих коливань.

Висновок. Основні передумови до розробки вібраційно-хвильових технологій розбирання вузлів можна звести до таких позицій:

- під дією віброударного впливу при розбиранні пресових з'єднань помітно інтенсифікується багаторазове поверхневе стиснення і розтягнення матеріалів деталей, створюються зазори між тертьовими парами, що сприяє зниженню опору тертю і шорсткості поверхні;
- з'являється можливість збереження якості поверхневого шару (за рахунок мінімізації його пошкодження) при розбиранні з накладенням вібраційно-хвильових коливань;
- при вібраційно-хвильовому впливі зменшуються зусилля, необхідні для роз'єднання спряжених деталей;

Ці міркування дозволяють вважати вібраційно-хвильову технологію розбирання з'єднань у середовищі абразивних гранул або сталевих кульок, які здійснюють низькочастотні гармонійні коливання, перспективним напрямком для використання в ремонтному виробництві чи процесах утилізації машин і устаткування.

Для подальших досліджень, пов'язаних з інтенсифікацією розглянутого процесу і створення його нових різновидів, представляє інтерес вивчення кінематики і динаміки робочих середовищ під впливом комбінованого впливу низькочастотних коливань.

1. Канарчук В. Є. *Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 3 : Ремонт автотранспортних засобів : Підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигринцев. – К. : Вища шк., 1994. – 495 с.*

2. Бабичев А. П. *Основи вибрационной технологии / А. П. Бабичев, И. А. Бабичев. Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2008. - 621 с.*

3. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р. М. *Деталі машин: Підручник. - Вид. 2-ге. - К.: Кондор, 2004. - 584 с.*

УДК 378.147:004

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ЗАДАЧ ДЛЯ РОЗВИТКУ ПРОСТОРОВОГО МИСЛЕННЯ ЗВО

SOLVING GEOMETRIC PROBLEMS FOR THE DEVELOPMENT OF SPATIAL THINKING OF STUDENTS

Сасюк Зоя

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

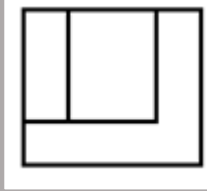
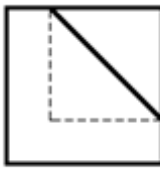
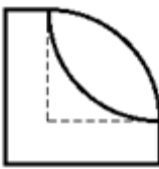
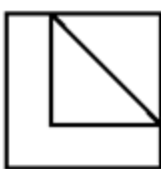
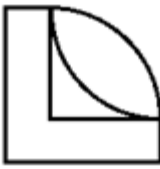
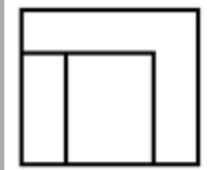
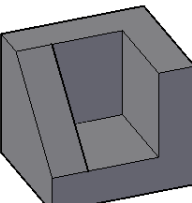
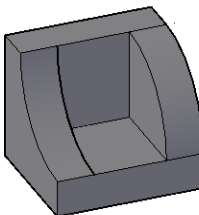
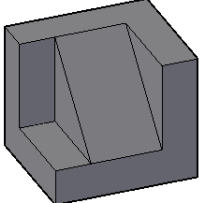
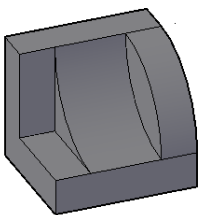
Розвиток просторового мислення здобувачів вищої освіти технічних напрямів є важливим і актуальним в умовах сьогодення. Досягнення високого рівня графічних знань і умінь базується саме на розвинутій просторовій уяві, кмітливості, творчому мисленні.

Для отримання практичних навиків та компетенцій із побудови зображень геометричних об'єктів, робочих креслеників та ескізів деталей необхідно доповнювати основне навчання розв'язуванням додаткових задач із багатоваріантними рішеннями. Такі задачі потребують особливої уваги при читанні умови (вибираються нехарактерні види, однакові за формою різні види і ін.). Вправи для знаходження розв'язку у здобувача вищої освіти створюють великий простір для творчої уяви; розвивають просторові образи і конструкторські здібності; вимагають графічних знань, винахідливості; сприяють розвитку навиків розуміння заданих форм предметів і вибору раціональної кількості зображень, що робить зображення повними, а кресленик повністю зрозумілим, таким, що однозначно визначає форму предмета [1, 2].

Задачі із багатоваріантними розв'язками, які ми пропонуємо студентам на занятті конструкторського гуртка «Комп'ютерне моделювання» (табл. 1), є вправами на побудову відсутніх зображень із наступним створенням геометричної моделі предмета.

Таблиця 1

Задача з багатоваріантним розв'язком [1]

Задача: за двома заданими видами (спереду, зверху) побудувати вид зліва та наочне зображення предмета	Розв'язок 1	Розв'язок 2	Розв'язок 3	Розв'язок 4
				
				

Умови задач спеціально ускладнені:

- 1) Вибране таке розміщення предмета відносно площин проєкцій, при якому його зображення (види) виходять простими, але не характерними (не наглядними);
- 2) Предмет спеціально розміщують відносно фронтальної площини так, щоб зображення на ній не було повним і інформативним про форму і розміри предмета;
- 3) В умові задачі задані однакові за формою різні зображення, що вимагає від читача кмітливості, розвинутого просторового мислення, спеціальних графічних знань і певного досвіду;
- 4) Вибрані форми предметів, які мають нахилені грані чи криволінійні поверхні;
- 5) Наявні елементи предметів, зображення яких співпадають.

За заданими зображеннями предмета може бути побудовано декілька третіх проєкцій, тобто рішень таких задач може бути декілька.

Розв'язок задач на побудову третього виду за двома заданими виконують у такій послідовності: спочатку вивчають задані види (проєкції) предмета, визначають за ними форму предмета і будують третій вид (проєкцію).

Для розвитку просторового уявлення про задані прямокутні проєкції предмета студентам рекомендується створити геометричні моделі для кожного варіанту розв'язку задачі.

Таким чином, розв'язування геометричних задач із багатоваріантними рішеннями активізують мислення ЗВО, підштовхують його до пошуку різних рішень і подальшого удосконалення графічних знань і просторових уявлень про предмети. Розв'язування задач із багатоваріантними рішеннями заохочує студентів до навчання графічної грамотності, робить процес навчання цікавим і пізнавальним, розвиває просторове та конструкторське мислення здобувачів вищої освіти.

1. Пугачев А.С. Задачи-головоломки по черчению. Л., «Судностроение», 1971. – 240 с.

2. Козяр М.М., Вовк В.Ф., Гордійчук І.І. Інженерна графіка: побудова зображень: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Рівне: НУВГП, 2005. – 206 с.

УДК 629.33-027.33

АНАЛІЗ МЕТОДІВ СЕПАРАЦІЇ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ У ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ

ANALYSIS OF NON-FERROUS METAL SEPARATION METHODS IN THE TECHNOLOGY
OF CAR RECYCLING

Стадник Олександр, Кнап Євгеній

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

The analysis of separation methods of non-ferrous metals and their alloys in car recycling technology is performed. A classification scheme for non-ferrous metal separation methods, which includes modern methods such as induction sorting and x-ray sorting is proposed.

Keywords: car, recycling, non-ferrous metal, induction sorting, x-ray sorting.

Кількість автомобілів на дорогах України швидко зростає. Цьому сприяють ряд факторів: розширення можливостей завезення вживаних автомобілів з Європи та США, епідемія COVID-19, в умовах якої інтенсивніше почали використовувати індивідуальні транспортні засоби і менше - громадський транспорт у цілях безпеки. Ввезення вживаних автомобілів та швидкі темпи старіння українського автопарку приведуть з часом до накопичення великої кількості автомобілів, що вийдуть з експлуатації, і які потрібно буде утилізувати. Сьогодні кількість автомобілів, що вже вийшли з експлуатації та підлягають утилізації, становить близько 170 тис. на рік. Враховуючи сучасні темпи таких процесів, кількість автомобілів що можуть вийти з експлуатації через 10 років, може зрости удвічі. В таких умовах без ефективних високотехнологічних комплексів з утилізації автомобілів не обійтись.

Сучасний автомобіль на 75-80 відсотків складається з чорних металів, 6...8 % - кольорових металів і сплавів, решта – пластики, скло, гума та інші матеріали [1]. Кольорові метали, хоч і складають відносно невелику частку, є цінною сировиною для подальшої переробки. У сучасних технологіях шредерної утилізації автомобілів кольорові метали вилучають після виділення чорних металів, переважно електродинамічною сепарацією на вихрострумівих сепараторах. Це дозволяє вилучити суміш частинок кольорових металів та сплавів зі шредерного залишку утилізації автомобілів, що вийшли з експлуатації. Далі для розділення частинок металів і сплавів за типами потрібно використовувати інші методи, такі як важкосередовищна сепарація, *X-ray* сортування та інші. Суміш кольорових металів і сплавів на ринку можна продати по ціні найдешевшого компонента, що знижує економічну ефективність технології шредерної утилізації автомобілів.

Метою роботи є розроблення класифікації методів сепарації кольорових металів і сплавів та аналіз можливостей цих методів, використання яких дозволить збільшити економічну ефективність шредерної технології утилізації автомобілів.

Методи сепарації кольорових металів і сплавів можна розділити на дві групи: методи для виділення суміші частинок усіх кольорових металів і сплавів та методи для розділення кольорових металів за типами. До першої групи можна віднести методи електродинамічної сепарації та індукційного сортування. До другої групи - методи важкосередовищної сепарації та методи *X-ray* сортування (з використанням рентгенівського випромінювання). При умові однорідної крупності частинок кольорових металів і їх сплавів для виділення частинок алюмінію може бути використана електродинамічна сепарація. Дану класифікацію можна представити у вигляді схеми (рис. 1)

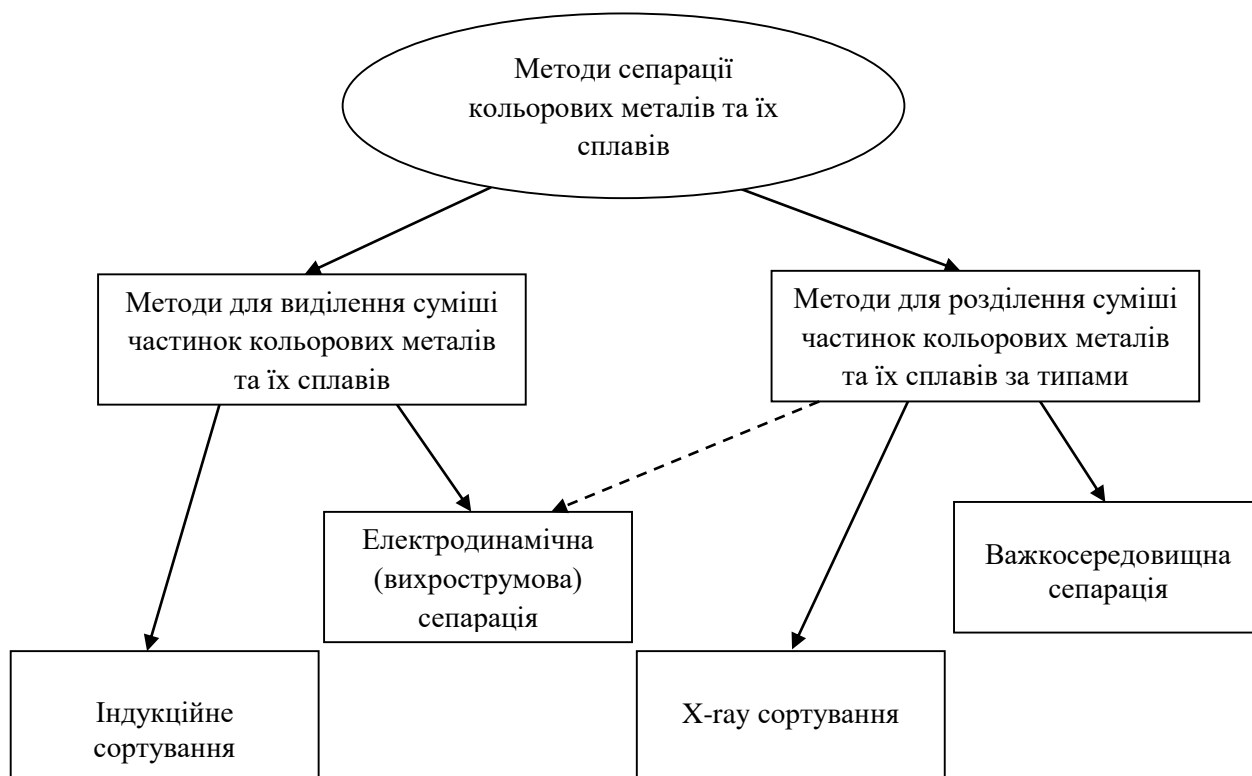


Рис. 1. Класифікація методів сепарації кольорових металів і сплавів

Електродинамічна (вихрострумова) сепарація є найбільш поширеним методом у технологіях шредерної утилізації автомобілів, призначена для виділення частинок кольорових металів та їх сплавів з шредерного залишку після видалення магнітних металів.

Принцип роботи електродинамічних сепараторів полягає у виникненні вихрових струмів у електропровідному матеріалі частинки під впливом змінного магнітного поля. Головна розділова ознака, що використовується у процесі електродинамічної сепарації – електропровідність матеріалу частинок металів. Ефективно може бути використана для виділення частинок кольорових металів та сплавів з розмірами 3–100 мм. При однорідному складі продукту за розмірами та формою частинок може бути використана для розділення кольорових металів за типами.

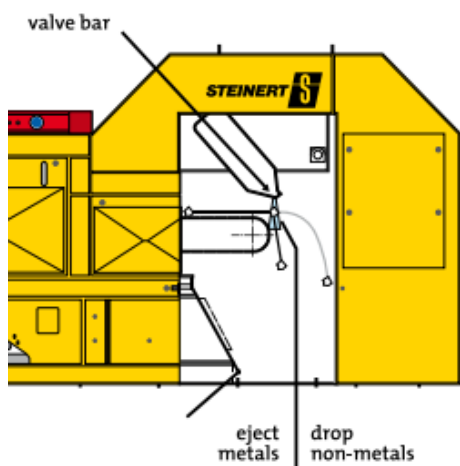


Рис. 2. Схема роботи індукційного сепаратора фірми Steinert (Німеччина) [2]

Індукційне сортування є порівняно новим методом сепарації та призначене для вилучення металів та їх сплавів з сипких продуктів. Принцип роботи індукційних сепараторів полягає у проходженні продукту на конвеєрній стрічці між двома котушками (індукційними датчиками), одна з яких підключена до джерела змінного струму і створює змінне магнітне поле, а в іншій це змінне електромагнітне поле наводить електричний струм. При попаданні між ці частинки кольорових металів сигнал у приймальній котушці слабшає за рахунок створення колових струмів у електропровідній частинці. Ця зміна сигналу фіксується та передається на виконавчі пристрої, переважно пневматичні форсунки, які видувають ідентифіковану частинку повітряним потоком з основного потоку продукту. Схема роботи індукційного сепаратора фірми Steinert (Німеччина) [2] наведена на рис. 2.

Головною розділовою ознакою, що використовується у процесі індукційного сортування, є і електропровідність матеріалу частинок. Індукційне сортування дає можливість вилучати частинки металів та їх сплавів з розмірами 1–20 мм.

X-ray сортування – сучасний інформаційний метод сепарації, призначений для розділення кольорових металів та їх сплавів за типами, що ґрунтується на основі використання рентгенівського випромінювання. Воно дає можливість ідентифікувати спектри атомів металів та їх сплавів. Продукт подають на конвеєрну стрічку, на якій виконується X-ray опромінювання, в результаті чого отримують сигнал у вигляді спектрограм кожної частинки. Після ідентифікації частинки металу чи сплаву сигнал подається на відповідну пневматичну форсунку, яка і видає цю частинку з основного потоку продукту. За один прийом сепарації можна вилучити один метал або групу металів, наприклад алюміній та його сплави. Розділовою ознакою X-ray сортування є енергія спектру атомів. Схема роботи X-ray сепаратора фірми Redwave (США) [3] зображена на рис. 3.

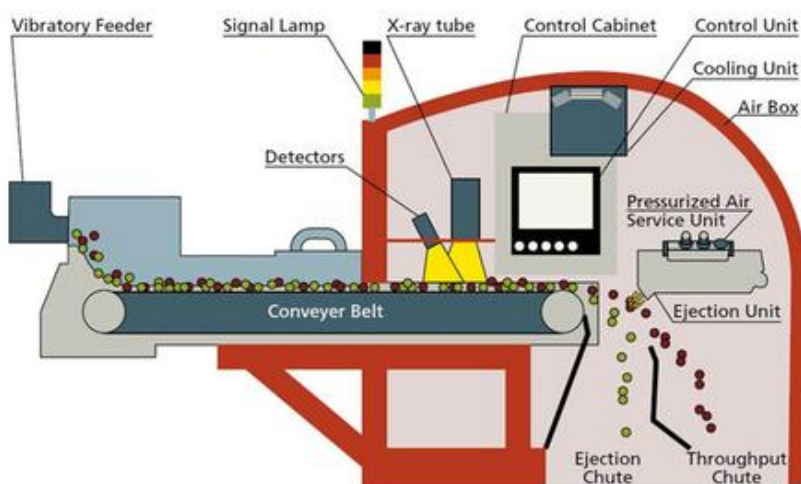


Рис. 3. Схема роботи x-ray сепаратора фірми Redwave (США) [3]

Важкосередовищна сепарація, призначена для розділення продуктів за густиною у важких суспензіях на основі магнетиту або феросиліцію, дозволяє розділити більшість кольорових металів та їх сплавів. Цей вид сепарації широко використовується при збагаченні вугілля та поліметалів. Виконують важкосередовищну сепарацію переважно у колісних сепараторах та важкосередовищних гідроциклонах. Розділовою ознакою є густина матеріалу частинок. Ефективно можна розділити частинки з крупністю 3–150 мм. Основним недоліком методу є необхідність постійної підготовки та регенерації важкої суспензії.

Отже, у роботі запропонована класифікація методів сепарації кольорових металів та їх сплавів, які використовують вже та можуть бути використані у технології утилізації автомобілів у майбутньому. Ця класифікація включає, крім традиційних методів сепарації, і нові перспективні ефективні технології. Більш широке використання методів розділення кольорових металів за типами дозволить підвищити економічну ефективність технології утилізації автомобілів за рахунок реалізації кожного металу окремо по вищих цінах.

1. Бобович Б.Б. Утилізація автомобілей и автокомпонентов: учебное пособие. М.: МГИУ, 2010. 176 с.

2. STEINERT Fines ISS with ARGOS C-Technology. URL: https://steinertglobal.com/fileadmin/user_upload/steinert/downloads/magnete-sensorsortierer/sensorsortierung/ISS/ISS_FINES/STE_Fines_ISS_EN.pdf. (дата звернення 03.11.2020)

3. REDWAVE XRF for recognition of materials according to the chemical composition. URL: <http://www.redwave-us.com/products/redwave-xrf>. (дата звернення 03.11.2020)

НАУКОВЕ ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК ТЕЗ

II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції
«ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВИТКУ МАШИНОБУДУВАННЯ
ТА ЕФЕКТИВНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ
СИСТЕМ»

матеріали II Всеукраїнської науково-технічної інтернет-конференції,
9-11 листопада 2020р.
Рівне : НУВГП

Відповідальний за випуск

Кристопчук М.Є.

Комп'ютерне верстання

Хітров І.О.