

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет природокористування
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій
Кафедра автомобілів і тракторів

Кваліфікаційна робота
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
на тему „ Модифікація міського автобуса категорії М2 з
площадкою “ low-entry”

Виконав: студент 4-го курсу, гр.
АТ-42сп

Роман Р. Галась

Керівник: проф. Любомир В.
Крайник

Дубляни -2024

УДК 629.113.

Галась Р.Р. Модифікація міського автобуса категорії М2 з площадкою «low-entry» : кваліфікаційна робота. Дубляни. Львівський національний університет природокористування. 2024. 68 с.

Табл. 5, рис. 12, бібліограф. джерел 21.

У даній бакалаврській роботі проведено огляд та аналіз міських мікро- і міні автобусів категорії М2 класу А та М3 класу І, що використовуються в громадському транспорті країн ЄС як маршрутні таксі. Згідно нещодавно введених Правил ЄЕК ООН № 107 всі міські автобуси повинні забезпечувати перевезення інвалідних та дитячих візків, що звично забезпечується шляхом конструкції кузова з низьким (340-360 мм) рівнем підлоги салону.

Проведена оцінка ефективності компоновальних рішень у співвідношенні до масо-габаритних характеристик автобусів малого та середнього класів.

На прикладі базових моделей автобусів ТУР А049 та А203 ВАТ «Укравтобуспром» на шасі розглянуто варіанти схем забудови площадки салону з низьким входом (low-entry) та визначено найбільш раціональну.

Зміст

		4
1.	Вступ	4
	Аналіз проблеми та огляд сучасних автобусів, пристосованих для перевезень людей з обмеженими фізичними можливостями.	5
1.1.	Аналіз проблеми щодо міських автобусів громадського транспорту в аспекті перевезень інвалідних та дитячих візків.	5
1.2.	Огляд сучасних малих та середніх автобусів категорій М2 та М3 для міських перевезень.	10
2.	Оцінка ефективності компоновок автобусних кузовів типу Low-entry та Low-floor.	23
3.	Компоновка та оцінка напружено-деформованого стану каркасу кузова автобуса категорії М2.	43
3.1.	Компоновки автобусів категорії М2 типу low-entry в Україні	43
3.2.	Попередній аналіз навантажень каркасу кузова при різних схемах розміщення площадки low-entry	47
4.	Економічна частина	54
5.	Охорона праці	65
	Список використаних джерел	67

ВСТУП

1 Огляд та аналіз сучасних автобусів категорії М2, класу А, та категорії М3, класу І, пристосованих для перевезень людей з обмеженими фізичними можливостями.

1.1. Аналіз проблеми щодо міських автобусів громадського транспорту в аспекті перевезення інвалідних та дитячих візків

Тенденція розвитку вітчизняного автобусобудування продиктована відповідністю вже діючим в країнах ЄС нормативним вимогам забезпечення перевезення у міському транспорті пасажирів з обмеженими фізичними можливостями. Згідно з Правил №107 ЄЕК ООН, рівень підлоги сучасних міських та приміських автобусів має відповідати висоті тротуару та знаходитись в межах 340-360мм, забезпечуючи прохід в салон без сходинок принаймні в передній та міжосьовій частині кузова. Пневматична підвіска автобуса може бути доповнена системою підйому та опускання кузова (kneeling).

Міські варіанти Low-floor характеризуються наявністю широких накопичувальних площадок, трапом для інвалідської коляски та спеціально оснащеними для неї місцями у салоні. На відміну від класичної компоновки із рівнем підлоги 610-730 мм, яка відіграє роль основної силової структури та дозволяє встановлення стандартних мостів, автобуси типу Low-floor передбачають обов'язкове застосування порталних мостів та потужної ферми даху, що відіграє роль несівної структури (рис.1).

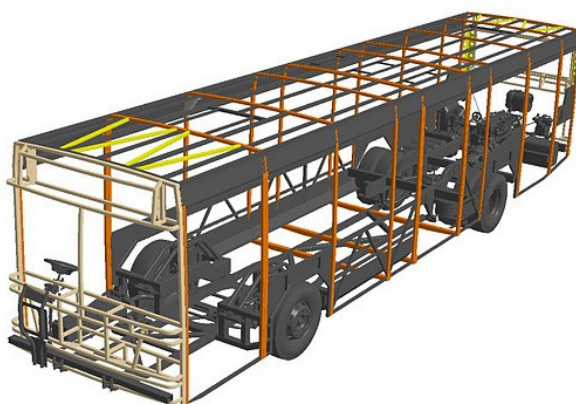


Рис.1. Каркас автобуса типу LowFloor.

Створення автобусів Low-floor класу maxі є економічно вигідним при великих обсягах виробництва і в основному орієнтовано на фінансово забезпечені муніципальні автопарки, проте в сучасних умовах України основна частка пасажироперевезень забезпечена приватними перевізниками,

серед котрих все більшої популярності набуває середній клас автобусів так званого типу Low-entry, де більше 60% довжини салону рівень підлоги складає 340-360мм (вхід без сходинок), а зона ведучого моста непортального типу та задній звис характеризуються переходом на 1-2 сходинки з підйомом підлоги на 250-400мм та формуванням відповідної несівної ферми. Собівартість стандартних мостів, запозичених з масового виробництва вантажівок, є більш ніж вдвічі нижчою від вартості порталних мостів, які виготовляються лише під ексклюзивні замовлення дрібних серій низькопідлогових автобусів класу midi.

Така нова для вітчизняного автобусобудування структура каркасу є проміжною між повністю низькопідлоговими конструкціями великих міських автобусів та класичними каркасами автобусів місцевого і приміського сполучення (з домінуючою нижньою несівною фермою кузова) і характеризується конструкціями великих міських автобусів та класичними каркасами автобусів місцевого і приміського сполучення (з домінуючою нижньою несівною фермою кузова) і характеризується своєю структурною складністю в результаті симбіозу зазначених низькопідлогової та класичної концепції автобусів, а тому потребує проведення аналізу ефективності компоновки та оцінки напружено-деформованого стану з метою отримання рівномірності та скорочення ваги.

Раціональний вибір компонуванняльної схеми при проектуванні автобуса продиктований, в першу чергу, показниками ефективності його експлуатації та продуктивністю роботи, і визначається кінцевою собівартістю виробу. Конкуренція на ринку машин типу Low-entry на сьогоднішній день загострюється із кожним наступним виходом нової моделі на ринок, кожна із котрих несе у собі характерні особливості, визначені різними школами автобусобудування. Для отримання об'єктивних результатів порівняльного аналізу запропоновано розглянути моделі автобусів виробництва різних країн світу.

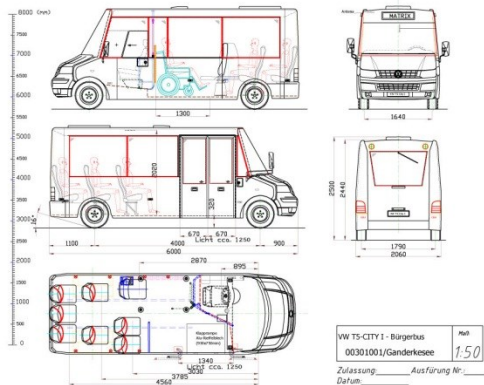
Питання оцінки ефективності і порівняльного аналізу компоновки міських автобусів, що достатньо інтенсивно дискутувались і досліджувались до введення єдиних в Європі нормативних вимог щодо планування салону - Правил №36, №107 ЄЕК ООН, залишаються однак не менш актуальними і

7.

значимими для сучасної практики автобусобудування. В 1950-60-і рр. власне середні автобуси були найбільш розповсюдженим класом як в СРСР, так і в більшості західноєвропейських країн і характеризувались всім розмаїттям компоновочних схем, включно середньомоторною.

1.2. Огляд сучасних малих та середніх автобусів категорій М2 та М3 для міських перевезень

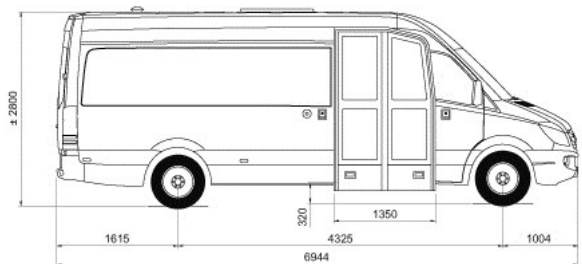
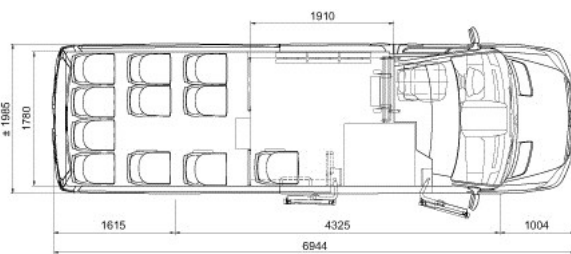
KutsenitsBurgerbus



Повна маса	3500кг
Споряджена маса	2860кг
Довжина	6000мм
Ширина	2060мм
Висота	2500мм
Місць	8сид, заг 12

Автобус виконаний на базі Volkswagen, передній привід. Побудований по типу LowFloor. Конструкція з нержавіючої сталі. Рампа складається вручну.

VDL Bus&CoachMidCity



Повна маса	5000кг
Споряджена маса	3870кг

Довжина	6944мм
Ширина	1985мм
Висота	2800мм
Місць	11+3сид,



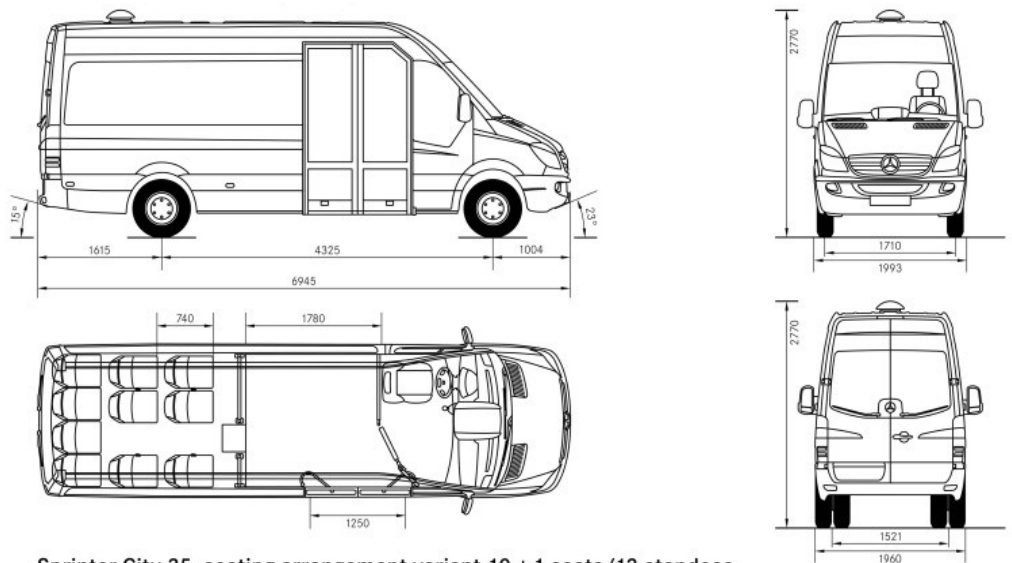
OptareBonito



Повна маса	4999кг
Споряджена маса	Невідома
Довжина	7509мм
Ширина	2200мм
Висота	2648мм
Місць	22.

Розробка британської компанії Optare. Побудований на базі FiatDucato. Передній привід дозволив зробити низьку підлогу по всій довжині автобуса. Має два службових входи з пандусами, також особливість конструкції полягає в можливості трансформації салону для перевезень декількох користувачів інвалідних візочків.

MB Sprinter City 35



Sprinter City 35, seating arrangement variant 10 + 1 seats/12 standees



Повна маса	5000кг
Споряджена маса	Невідома
Довжина	6961мм
Ширина	1993мм
Висота	2920мм
Місце	23.

Випускається компанією Daimler , на базі MB Sprinter. Також існують модифікації з більшою довжиною та пасажиромісткістю.

DIETRICH VEHICLES - City 21



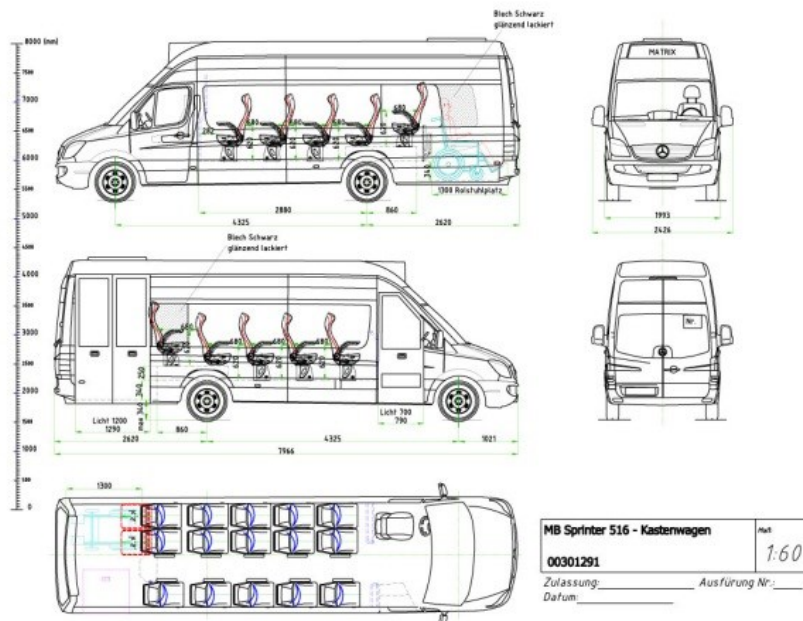
Повна маса	3900кг
Споряджена маса	Невідома
Довжина	6363мм
Ширина	2070мм
Висота	невідома
Місце	21сид,

TS-fahrzeugtechnik Vorführwagen TS Liner



Повна маса	Невідома
Споряджена маса	Невідома
Довжина	7700мм
Ширина	2132мм
Висота	2660мм
Місць	16+2сид,
Даний автобус побудований на базі FiatTransporterDucato 40 L2H2.	

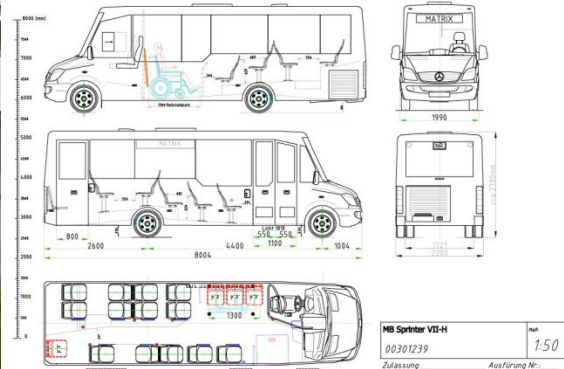
Kutsenits SPRINTER 516 CITY LIGHT



Повна маса	5500кг
Споряджена маса	3520кг
Довжина	7966мм
Ширина	1993мм
Висота	2800мм
Місць	16сид, Заг - 28

Автобус побудований на базі MB SPRINTER 516 CITY LIGHT, трансмісія автоматична. Має низькопідлогову площадку в задньому звісі. Каркас частково побудований з нержавіючої сталі. Рампа складається вручну.

Kutsenits CITY VII H



Повна маса	7500кг
Споряджена маса	5060
Довжина	8004мм
Ширина	2200мм
Висота	2700мм
Місць	13сид, Заг – 33

Побудований автобус на базі МБ Sprinter. Двигун розміщений у задньому звісі, задній привід, автоматична трансмісія. Виконаний за низькопідлоговою схемою.

Rosero FIRST – FCLLI



Повна маса	7200кг
Споряджена маса	4800кг
Довжина	8040мм
Ширина	2350мм

Висота 2885мм

Місце 20сид, Заг – 35

Даний автобус побудований по схемі low-entry, площадка розміщена у задньому звисі.

TS-Fahrzeugtechnik

Heckniederflur IvecoDaily



Повна маса Невідома

Споряджена маса Невідома

Довжина 8235мм

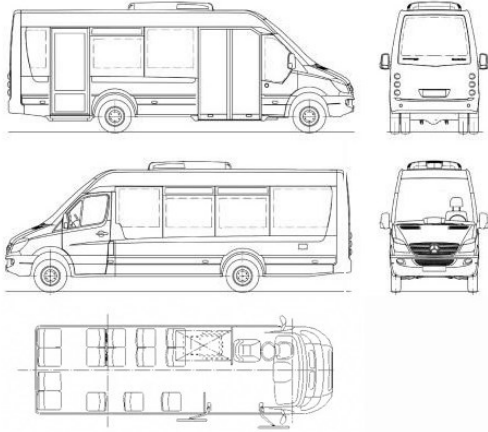
Ширина 2380мм

Висота 2970мм

Місце 26сид, заг – 35

За базове шассі взято модель IvecoDaily 70C17 Euro VI

MerkavimCityStar



Повна маса	5500кг
Споряджена маса	3612кг
Довжина	7700мм
Ширина	1993мм
Висота	2890мм
Місць	14сид, заг – 27

Карена URBY

atyczna GAS400 Agilo



isk na tylną oś 5350]

Повна маса	7200кг
Споряджена маса	Невідома
Довжина	7450мм
Ширина	2160мм
Висота	3100мм
Місць	15сид, 31 заг

Побудований автобус на шасіIvecoDaily 70C17 ChassisCowlStripped.

IndcarCytios 4



Повна маса	7200кг
Споряджена маса	Невідома
Довжина	7300мм
Ширина	2200мм
Висота	2965мм
Місць	14+4сид,

Indcar MOBI LOW ENTRY



Повна маса	7200кг
Споряджена маса	Невідома
Довжина	8152мм
Ширина	2350мм
Висота	2760мм
Місць	25+4сид,

IsuzuCitibus



Довжина	9515 мм
Ширина	2409 мм
Висота	3117 мм
Колісна база	4435 мм
Повна маса	13500 кг
Споряджена маса	7800-8200 кг
Двигун	Cummins ISB4.5E6 210B (Euro VI)
Об'єм	4500 см ³
КПП	Allison T 280 R A/T
Місце	17сид+57сто/25сид+44сто

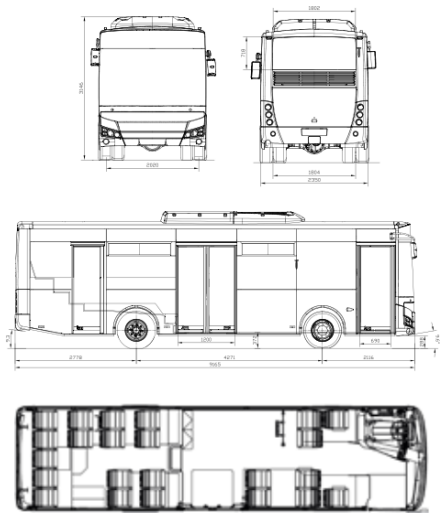
17.

BMC Probus LE (9 meters)



Довжина	9310 мм
Ширина	2500 мм
Висота	2980мм; 3085мм(к)
Колісна база	4400 мм
Повна маса	13500 кг
Споряджена маса	8500 кг
Двигун	CUMMINS ISB 6.7 E5 285B (Euro V)
КПП	Allison T325R A/T
Місць	25сид+47сто;29сид+36сто

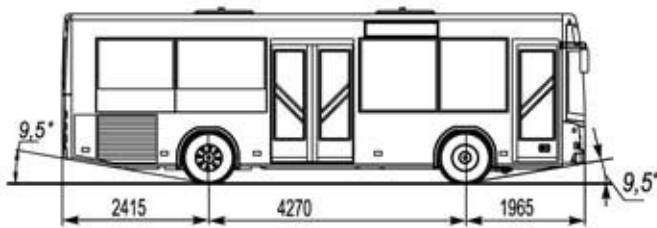
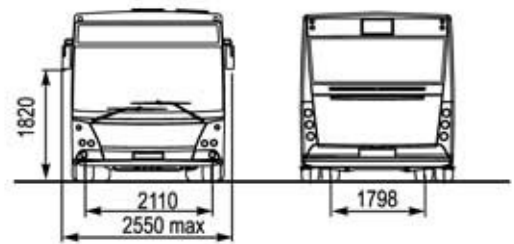
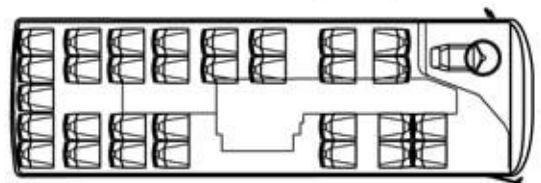
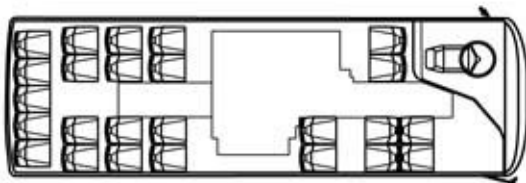
18.

OtokarDoruk LE**DORUK LE - 9 m**

Довжина	9165
Ширина	2350

Висота	3146
Колісна база	
Повна маса	
Споряджена маса	
Двигун	Deutz Euro5
Об'єм	4764
КПП	OtomatikSanziman
Місць	23сид+46ст/25+34

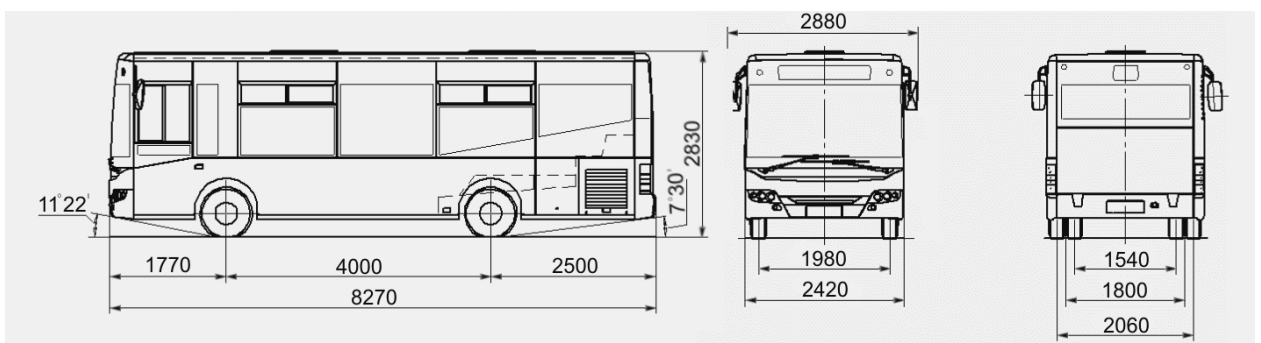
19.

МАЗ 206**МАЗ 206****МАЗ 226**

Довжина	8650 мм
Ширина	2550 мм
Висота	2930 мм
Колісна база	4270 мм
Повна маса	13200 кг
Споряджена маса	

Двигун	Mercedes-Benz OM 904LA
Об'єм	
КПП	ZF 6HP 504C, ZF 6S700 BO
Місце	25+47

20.

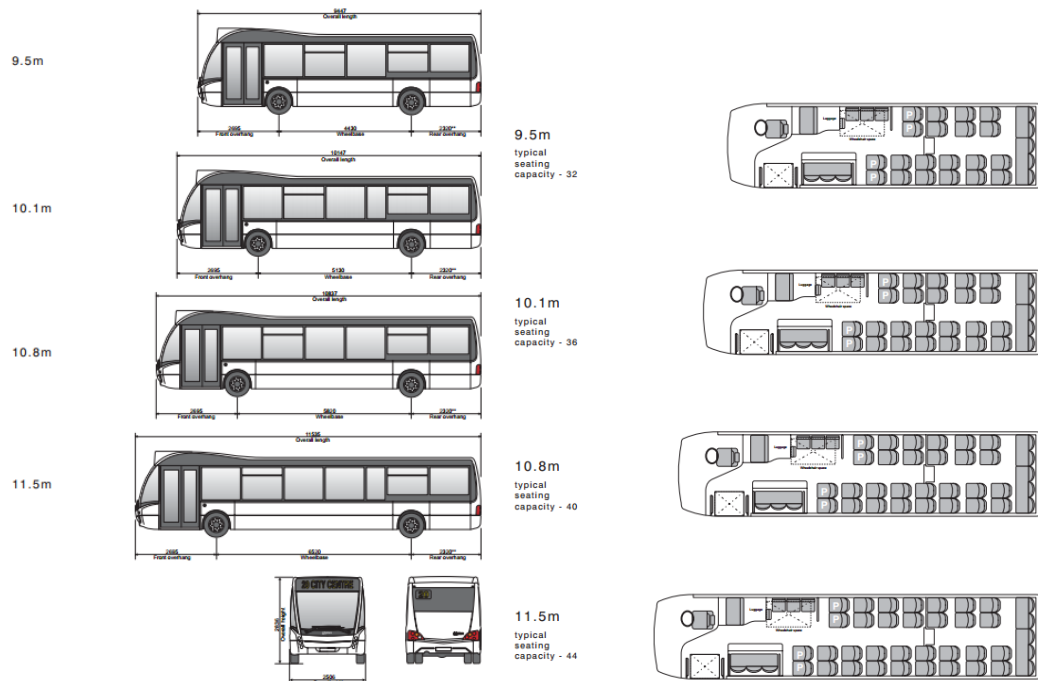
ЗАЗ А10С І-Ван

Довжина	8270
Ширина	2420
Висота	2830
Колісна база	4000
Повна маса	10500
Споряджена маса	6350
Двигун	Deutz BF4M1013FC

Об'єм	4764
КПП	ZF 6S 710 BO
Об'єм багажника	
Місце	24+36/26+44

21.

OptareVersa



Довжина	9695
Ширинa	2500
Висота	2836
Колісна база	4430
Повна маса	12500
Споряджена маса	
Двигун	Mercedes-Benz OM904LA/CumminsISBeEuro 5
Об'єм	

КПП	Allison 2100 series
Об'єм багажника	
Місце	32

22.

Богдан А302

Довжина	8750
Ширина	2400
Висота	2880
Колісна база	4190
Повна маса	10800
Споряджена маса	6720
Двигун	HINO HA6ETI3KN
Об'єм	5759
КПП	ZF
Місце	26+39

2. Оцінка ефективності компоновок автобусних кузовів типу Low-entry та Low-floor.

Для визначення оцінки ефективності експлуатації автобусів порівняльний аналіз проводиться по декількох показниках. Один з них - продуктивності експлуатації, вираховується за наступною формулою:

$$(1) \quad W_r = 365 \cdot \alpha_H \cdot q_H \cdot \gamma \cdot T_H \cdot \eta_H \cdot \beta \cdot V_E, [\text{пас} \cdot \text{км} / \text{рік}]$$

де, α_H - коефіцієнт використання автобуса;

q_H - номінальна місткість автобуса, пас;

γ - коефіцієнт використання місткості;

T_H - середній час наряду, год;

η_H - коефіцієнт використання наряду;

β - коефіцієнт використання пробігу;

V_E - експлуатаційна швидкість руху, км/год;

Для подальшого аналізу пропонується прийняти наступні значення параметрів:

Таблиця 1

Параметр	Чисельне значення
Коефіцієнт використання автобуса - α_H	0,79
Середній час наряду - T_H , год	12,5
Коефіцієнт використання наряду - η_H	0,9
Коефіцієнт використання пробігу - β	0,96

Табл.1. Розрахункові параметри ефективності експлуатації автобусів.

Номінальну місткість автобуса пропонується визначити, виходячи з повного використання вантажопідймальності шин автобусів/на основі їх

24.

статичних характеристик, за наступним виразом:

$$q_H = \frac{k_B \cdot G_{СП} - 70}{70}, \text{ пасс} \quad (2)$$

де: k_B - коефіцієнт вантажопідймальності (відношення корисного навантаження з врахуванням ваги водія до спорядженої маси автобуса);

$G_{СП}$ - споряджена вага автобуса, кг. Значення коефіцієнта k_B для автобусів із низькопідлоговою компоновкою повинно наближуватись до одиниці за рахунок специфіки організації внутрішнього об'єму салону при пониженому рівні підлоги в порівнянні із традиційними схемами [2].

У табл.2 наведені фактична місткість q_H , визначена компоновкою автобуса, та розрахункове значення q_1 , отримане за допомогою залежності (2). Варто зазначити, що на одному автобусі допускається застосування тільки однакових шин, але із різним тиском для збільшення коефіцієнта їх використання, що суттєво впливає на остаточну величину параметра q_H .

Таблиця 2

Параметри	Kutsenit sBurger bus	VDL Bus& Coach MidCi ty	Opta reBo nito	MB Sprint erCity 35	DIET RICH VEHI CULE S - City 21	Kutsen its SPRIN TER 516 CITY LIGH T	Merk avim City Star	Kutsen its CITY VII H	Rosero FIRST - FCLLI
Дійсна	12	18	22	20	21	28	27	33	35
Розрахункова	11,35	18,26	21,0 5	19,5	20,44	28,11	26,7 6	34,88	34,29
Розбіжність	-5,39	1,47	-4,27	-2,5	-2,66	0,42	-0,87	5,70	-2,01

Прод. Таблиці 2

Параметри	Капена URBY	IndcarCytios 4	IsuzuCitibus	BMC Probus LE	OtokarDoruk LE	MA3 206	ЗА3 А10С І-Ван	OptareVersa 9,7m
Дійсна	31	32	74	72	69	72	70	60
Розрахункова	34,76	32,38	82,82	72,52	79,88	68,11	60,02	78,41
Розбіжність	12,14	1,19	11,92	0,73	15,77	-5,39	-14,2	30,68

25.

Найбільш вдалим вважається компоувальне рішення, що характеризується мінімальним значенням розбіжності між дійсною та розрахунковою пасажиромісткостями, оскільки в такому випадку внутрішній об'єм салону забезпечує можливість перевезення такої кількості пасажирів (корисного навантаження), яку теоретично здатні забезпечити шини автобуса, виходячи з їх вантажопідймальності. Згідно із приведеними в таблиці 2 значеннями, відсоток розбіжності для моделі Kutsenits SPRINTER 516 CITY LIGHT найближчий до нуля, що підкреслює високий рівень оптимізації її компоувки. З мінімальним відривом слідує досліджувана модель автобуса BMC Probus LE із значенням відхилення, рівним 0,73%, та MerkavimCityStar відповідно 0,87, що доводить високий рівень пропрацювання компоувальної схеми ще на стадії проектування. Найменш оптимізованою з точки зору компоувки є модель OptareVersa 9,7m із величиною відставання у 30,68% дійсної від розрахункової пасажиромісткості. Даній моделі автобуса, а також ЗАЗ А10С І-Ван та Богдан А302 характерна пасажиромісткістю, більшою від визначеної за умовами навантаження на шини. Зазначена різниця позитивно впливає на економічні показники експлуатації автобуса в умовах густозаселеного міста при невеликих за тривалістю маршрутів по причині наявності значних накопичувальних площадок. Такий факт свідчить про оснащеність останніх моделей ефективними на сьогоднішній день місткий накопичувальними площадками, проте вимагає від конструкторів відділу шасі ретельної доводки керованості та стійкості, оптимізації у напрямку керованості руху.

Розбіжність між дійсною та розрахунковою пасажиромісткостями можна записати в наступному вигляді:

$$\Delta q_H = \frac{(q_H - q_H^1) \cdot 100\%}{q_H^1} \quad (3)$$

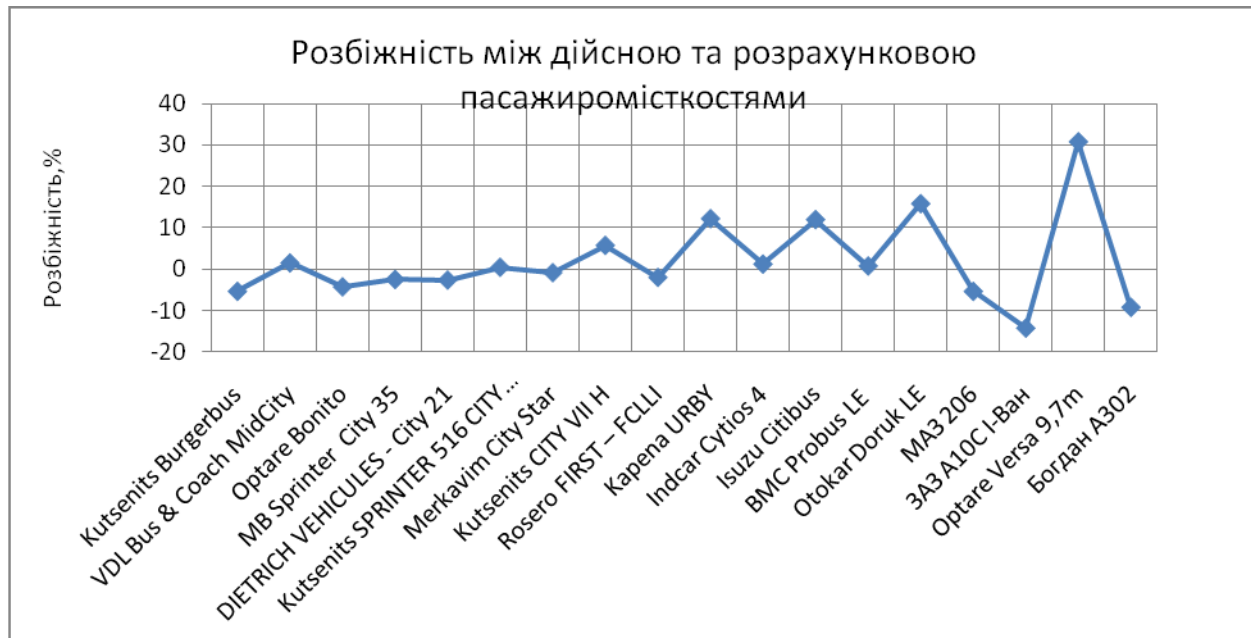


Рис.1. Розбіжність між дійсною та розрахунковою пасажиромісткостями

Якісна оцінка оптимальності конструвальних схем для різних моделей автобусів представлена на рис.1 та рис.2.



Рис.2. Графік розподілу дійсної та розрахункової пасажиромісткості.

Слід відмітити наступну тенденцію: по мірі росту спорядженої маси та габаритних розмірів автобуса у конструкторів-проектувальників зростає кількість можливих конструвальних рішень щодо заповнення салону. Такі альтернативні конструвальні прийоми в результаті можуть призвести й до збільшення відповідної різниці між дійсною та розрахунковою пасажиромісткостями.

Варто зазначити, що наведена у формулі (1) залежність містить постійні значення ряду параметрів $(\alpha_H, T_H, \eta_H, \beta, V)$ спільні для досліджуваних моделей, тому ефективність експлуатації автобусів, виходячи з їх середньорічної продуктивності, залежить в першу чергу від величини q_H - номінальної пасажиромісткості. Коефіцієнт використання місткості ($\gamma=0,464$) пропонується прийнята однаковою для описуваних в аналізі автобусів. При таких початкових умовах кінцеве значення залежатиме від розрахункового значення q_H , а відтак модель автобуса Isuzu Citibus виступає лідером. Закономірно, що оціночний параметр W збільшується із зростанням класу автобуса, а тому він найбільший для моделі Isuzu Citibus, яка знаходиться у перехідному класі. Оскільки вдалість компоновальної схеми на стадії проектування оцінюється за критерієм розбіжності дійсної та розрахункової пасажиромісткості Δq (згідно значень табл. 2), то запропоновано провести оцінку ефективності експлуатації автобуса по різниці між дійсним її значенням та оптимальним, отриманим по розрахунках. Для цього введено відносний параметр ΔW , що дозволить оцінити успішність попередніх конструкторських розрахунків на стадії проектування, порівнявши їх із еталонними, згідно із наведених вище умов:

$$\Delta W_r = 365 \cdot \alpha_H \cdot \Delta q_H \cdot \gamma \cdot T_H \cdot \eta_H \cdot \beta \cdot V_E \quad (4)$$

По такому оціночному критерію модель автобуса Kutsenits SPRINTER 516 CITY LIGHT займає першу позицію, оскільки значення розбіжності Δq_H у ході попередніх розрахунків для неї є найменшим. Із мінімальним відставанням за нею слідує модель VDL Bus&Coach MidCity, для котрої різниця між дійсною та еталонною середньорічною продуктивністю експлуатації складає лише 3%, що можна назвати ідеальним результатом. Середньорічна ефективність експлуатації моделі автобуса Optare Versa 9,7m характеризується зворотнім ефектом: фактично вона здатна перевозити більшу кількість пасажирів, ніж визначено навантажувальними властивостями її шин. Це є той рідкісний випадок, коли, будучи потенційно більш містким, автобус втрачає бали по кількості пасажирів, оскільки до складу залежності (1) включена величина саме номінальної розрахункової пасажиромісткості.

Оцінка досконалості спроектованої конструкції автобуса, а відповідно його комерційна ефективність експлуатації додатково визначається з умов використання матеріалів, навантаження на роботу двигуна, інших вузлів та агрегатів. Оцінку загальної маси необхідно проводити не тільки виходячи з максимально допустимого навантаження, що залежить від застосування шин,

але й від значення сумарної маси, що складається із можливої корисної маси і власної маси автобуса із заданою габаритною довжиною. Значення повної та спорядженої маси для досліджуваних моделей автобусів представлені на рис 3. При цьому наявно підтверджується аксіома про прямо пропорційну залежність між довжиною (класом) та масою автобуса.

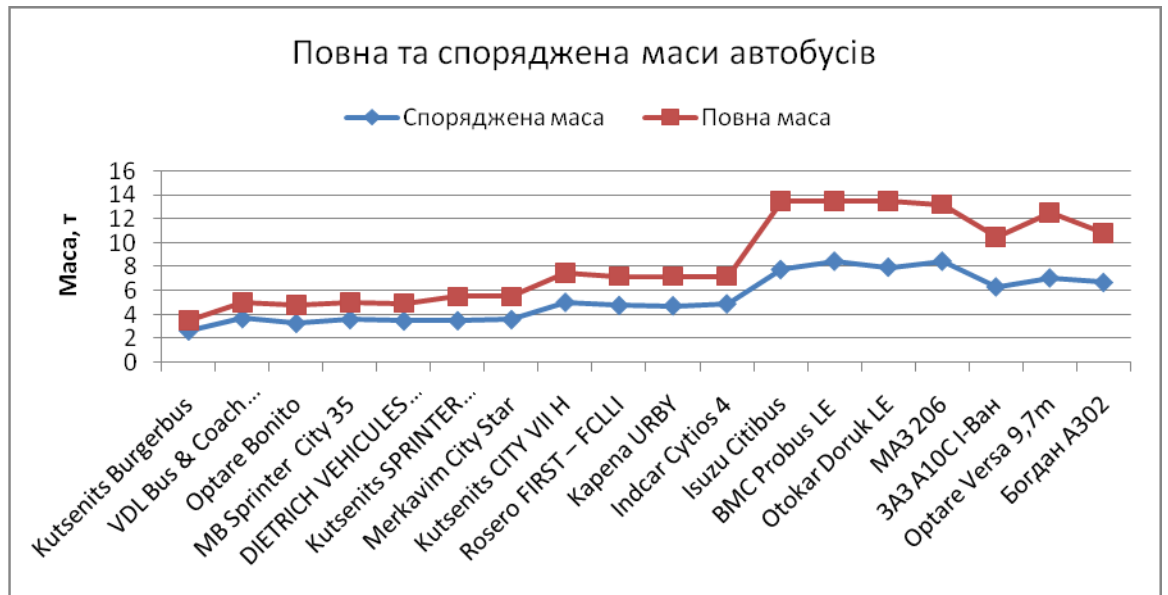


Рис.3. Розподіл повної та спорядженої маси по моделях автобусів

Важливим з точки зору комерційної ефективності експлуатації автобуса представляється оціночний показник - корисне навантаження, яке являє собою різницю між повною та спорядженою масою автобуса:



Рис.4. Діаграма розподілу корисного навантаження по обраних моделях автобусів.

По представлених на діаграмі (рис.4) значеннях простежується очевидна тенденція отримання вищих значень корисного навантаження для автобусів із більшою повною масою. Так, автобус Isuzu Citibus із повною масою 13500 кг характеризується найбільшою величиною корисного навантаження серед представлених у дослідженні автобусів. Додатковим підтвердженням цьому виступає соліний результат моделі Otokar Doruk LE, рівний 5500 кг при спорядженій масі 13500 кг. При сучасних технологічних можливостях виробництва, а також високому рівні оптимізації компоувальної схеми автобусів на стадії проектування, коефіцієнт навантаження для даного класу машин прямує до одиниці, тобто корисне навантаження близьке за своїм значенням до спорядженої маси.

Якщо проаналізувати коефіцієнт відношення корисного навантаження до спорядженої маси, отримаємо результати, представлені на рис. 5.

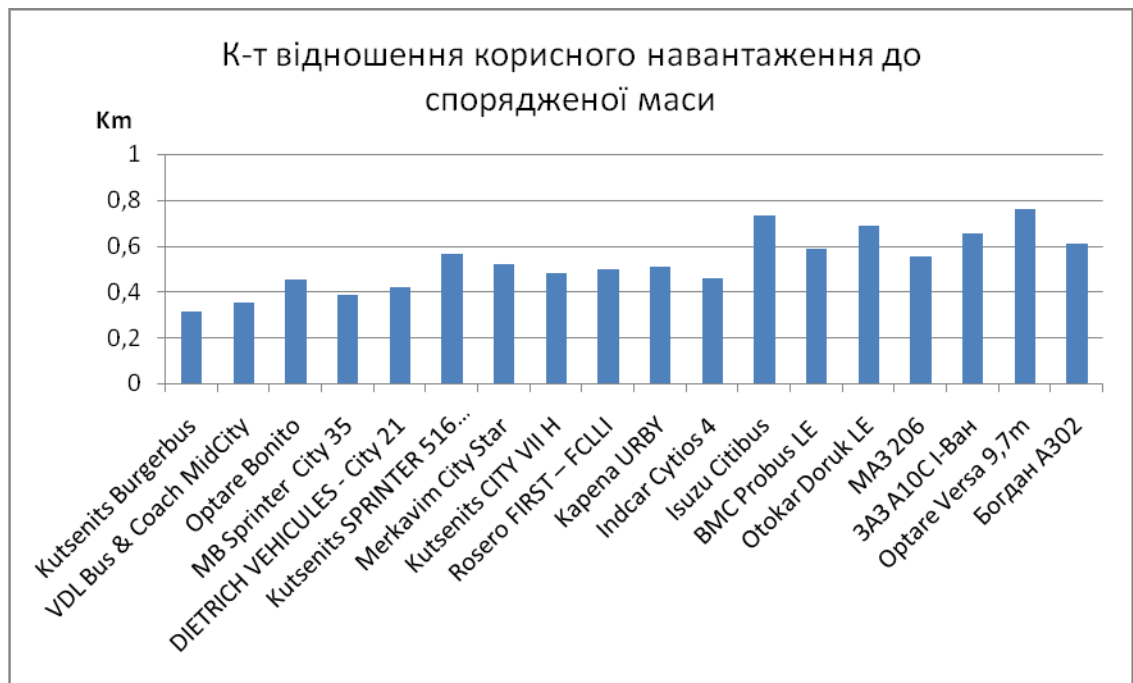


Рис.5. Діаграма розподілу коефіцієнту відношення корисного навантаження до спорядженої маси обраних автобусів.

В ході дослідження, показаного на діаграмі розподілу (рис.5), лідерство зберігається за моделлю OptareVersa із значенням коефіцієнта відношення корисного навантаження до спорядженої маси $K_{пг}=0,76$. Модель автобуса Otokar Doruk LE розділяє другу позицію із розробкою Isuzu Citibus. Деяко нижчі результати продемонструвала модель Otokar Doruk LE, що в основному пов'язано з різними вимогами у машинах перехідного класу до величини запасу міцності каркасу кузова, який сприймає набагато вищі значення навантажень при експлуатації на вітчизняних автошлях, що характеризуються значно більшою амплітудою нерівностей дорожнього покриття по відношенню до європейських автошляхів. Крім того, запас по ресурсних випробуваннях вітчизняних машин, що задається ще на стадії проектування, суттєво вищий порівняно з європейськими аналогами. В свою чергу такі особливості призводять до того, що, на жаль, автобуси місцевого виробництва змушені перевозити паразитну вагу.

Комерційну ефективність міських перевезень в умовах максимального заповнення пасажирями салону можна відслідкувати також по відносному оціночному параметру - коефіцієнту відношення корисного навантаження до сумарної фактичної кількості пасажирів. Даний показник демонструє

31. доцільність забезпечення моделі автобуса високим значенням

коефіцієнта $k_{\Delta G}$ при заданій пасажиромісткості, і навпаки доцільність забезпечення великої кількості пасажирських місць при встановленій величині корисного навантаження ΔG . Практично він може бути виражений наступним відношенням;

$$\Delta G_k = \frac{\Delta G}{q_H^i} \quad (5)$$

Якісне представлення параметру ΔG_k по досліджуваних моделях автобусів подано на рис. 6.



Рис.6. Діаграма розподілу коефіцієнту відношення корисного навантаження до сумарної кількості пасажирів по обраних автобусах.

Виходячи з того, що нормативно визначеною Правилами №107 ЄЕК ООН масою середньостатистичного типового пасажиря прийнято величину, рівну 68 кг, найбільш оптимальними з точки зору співвідношення корисного навантаження та конструктивно визначеної кількості пасажирів являються моделі автобусів, у яких значення параметру ΔG_k близьке до значення 68 кг. Ті автобуси, величина ΔG_k котрих значно перевищує 68 кг, характеризуються недоцільним запасом корисного навантаження або неефективною компоновкою салону (низька пасажиромісткість). До таких моделей, в першу чергу, слід віднести Optare Versa 9,7m та VDL Bus&Coach MidCity. В свою чергу, моделі, що продемонстрували суттєве відставання величини ΔG_k від

32. оптимального рівня (68кг), вимагають оптимізації в напрямку міцності каркасу кузова при одночасному скороченні власної ваги. До них належить

ЗАЗ А10С І-Ван зі значенням ДОк, рівним 59,4 кг, що буквально означає недопустимість експлуатації цієї машини при максимальному заповненні салону пасажирами.

Як було вище зазначено, модель ЗАЗ А10С І-Ван отримала свою надвисоку пасажиромісткість. в першу чергу, за рахунок накопичувальних площадок, що має підказувати інженерам на необхідність звернути увагу на їх локальну міцність.

Сімейство автобусів, з урахуванням можливості їх експорту, необхідно спроектувати так, щоб забезпечити отримання найвищих показників місткості в рамках даного класу з його максимальними обмеженнями по довжині. Оскільки при порівнянні автобусів одного класу розбіжність по значенню габаритної ширини є значно меншою, ніж по довжині, то основні компоновальні маніпуляції по заповненню місцями внутрішнього простору салону під час проектування можливі переважно по його повздовжній осі. Приймаючи до уваги такі особливості, єдиним суттєвим способом зростання пасажиромісткості автобуса є його збільшення по габаритній довжині. І тільки в окремих випадках, на стадії проектування, завдяки компоновальним компромісам та вдалій організації розміщення вузлів та агрегатів у просторовій конструкції автобуса, вдається локально вивільнити одне або декілька додаткових пасажирських місць. Габаритна довжина автобусів, що розглядаються у роботі, змінюється від 6000 мм (модель KutsenitsBurgerbus) до 9695 мм - для моделі OptareVersa 9,7m, і представлена на рис. 7.



Рис.7. Розподіл габаритної довжини по обраним моделям автобусів.

Очевидно, що значення спорядженої маси автобуса зростає при збільшенні його габаритної довжини, проте вона повинна залишатись у межах, визначених класом. Для оцінки спорядженої маси автобуса на даний час існує декілька питомих показників, одним із котрих є відношення спорядженої маси $G_{сп}$ до погонного метра довжини автобуса:

$$K_L = \frac{G_{сп}}{L_{заб}} \quad (6)$$

Додатковим підтвердження існуючої залежності власної ваги автобуса від габаритної довжини може бути наступний вираз, представлений у першому наближенні:

$$G_o = G_f + L \cdot \gamma \quad (7)$$

Де:

G_f - вага вузлів та агрегатів, кг;

γ - питома вага кузова, приведена до 1 пог. м.;

Для автобусів, що виробляються на даний час, величина питомого показника змінюється в межах 380-500 кг/м, а для сімейства сучасних автобусів типу Low-entry його значення може бути зниженим до 350 кг/м.

Оскільки ефективність експлуатації автобуса, його комерційна прибутковість, в першу чергу, визначається значенням корисного навантаження (для міського автобуса при розрахунках приймається величина

68 кг/пасс відповідно до кількості місць) [5], то доцільно провести аналіз коефіцієнта відношення корисного навантаження до габаритної довжини автобуса:

$$K_{\Delta G} = \frac{\Delta G}{L_{\text{габ}}} \quad (8)$$

Запропонована оціночна методика, подана на рис.8, дозволяє судити наскільки доцільним було нарощування габаритної довжини автобуса для збільшення корисного навантаження, адже для певних моделей автобусів таке видовження стало загрозою можливої конкуренції у вищому класі машин.

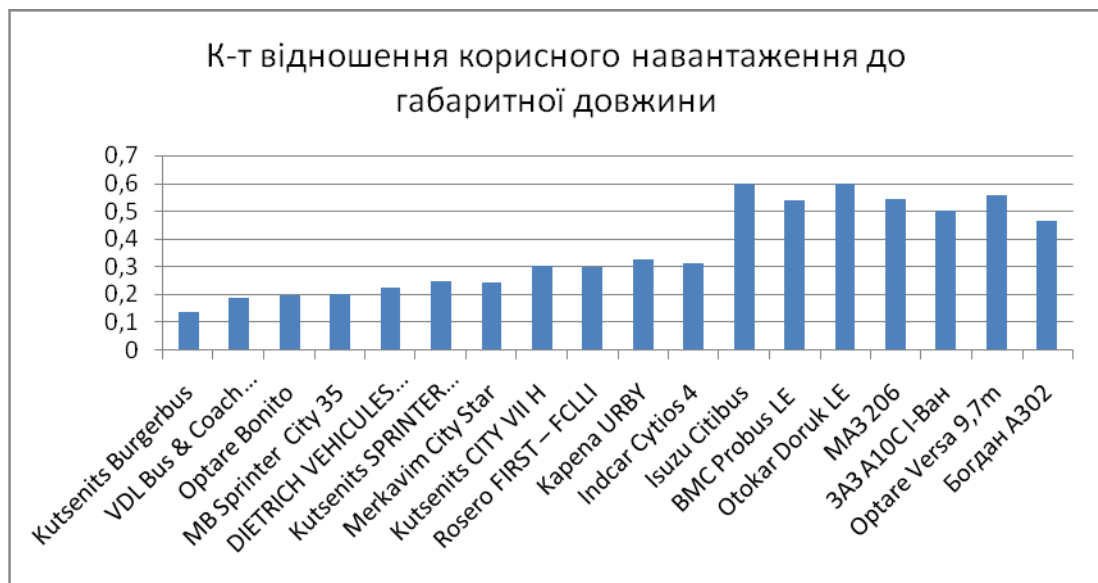


Рис.8. Коефіцієнт відношення корисного навантаження до габаритної довжини.

Модель OtokarDoruk LE отримала найвищу оцінку в даній дисципліні, оскільки зазначений коефіцієнт для неї становить 0.6, що свідчить про виправданий ризик збільшення габаритної довжини зі сторони виробника в умовах конкуренції в класі midi. При такій ситуації, двійка лідерів сформована моделями OtokarDoruk LE з коефіцієнтом $K_{\Delta G} = 0,6$ та Isuzu Citibus з майже однаковим результатом $K_{\Delta G} = 0,59$, що дозволяє судити про високу економічну ефективність їх експлуатації.

Однією з практично корисних методик оцінювання ефективності експлуатації автобуса, його комерційної успішності та максимальної прибутковості для перевізників є аналіз ряду співвідношень між

пасажиромісткістю, габаритною довжиною та повною масою. Запропоновані залежності також дозволяють максимально відчутти вдалість рішень компоувальної схеми автобуса, визначити ефективність використання корисного об'єму його салону. Для отримання якісних показників пропонується провести дослідження за наступними етапами:

- розрахунок коефіцієнта відношення повної маси до пасажиромісткості:

$$K_{Gq} = \frac{G_n}{q_H^l} \quad (9)$$

- розрахунок коефіцієнта відношення габаритної довжини до пасажиромісткості:

$$K_{Lq} = \frac{L_{заб}}{q_H^l} \quad (10)$$

На рис.9 подана якісна картина аналізу досліджуваних автобусів у відповідності до коефіцієнта K_{Gq}



Рис.9. Розподіл коефіцієнту відношення повної маси до пасажиромісткості для обраних моделей автобусів

Згідно з отриманими результатами (рис.9), модель ЗАЗ А10С І-Ван характеризується як найбільш вдало спроектована з точки зору максимальної пасажиромісткості у залежності від повної маси, тобто, на одиницю повної ваги автобуса припадає максимальне значення кількості пасажирів серед проаналізованих моделей [7]. Причому, тим вдалішим вважається даний оціночний критерій, чим менше його значення, наприклад, для даної моделі $K_{Gq} = 150$. Відповідно до діаграми розподілу зазначеного коефіцієнту, друге місце займає модель Богдан А302, для котрої K_{Gq} складає 166,1. Такий результат вигідно відокремлює їх у середньому класі машин, безпосередньо впливаючи на показники паливної економічності, матеріаломісткості, кінцевої прибутковості для автобусних парків.

При дослідженні наступного параметру K_{Lq} , що являє собою відношення габаритної довжини до пасажиромісткості, приймалося до розгляду також дійсне значення кількості пасажирів, виходячи з характеристик автобусів. Діаграма на рис. 10 дає змогу дійти висновків про доцільність нарощування габаритної довжини для отримання більшої пасажиромісткості. Так 8,3-метрова модель автобуса ЗАЗ А10С І-Ван отримала значення, рівне 118,17, що лише підтверджує ефективно виконану задачу перед конструкторами-компонувальниками по ефективному розміщенню сидячих та стоячих пасажирів по корисній площі салону.



Рис.10. Розподіл коефіцієнту відношення габаритної довжини до пасажиромісткості для обраних моделей автобусів.

Очевидно, що як і випадку з коефіцієнтом K_{Gq} , більш комерційно ефективною машиною вважається та, що має найнижче значення K_{Lq} . Займаючи

другу позицію, модель автобуса МАЗ 206 визначається також низьким коефіцієнтом відношення габаритної довжини до пасажиромісткості, а відтак, використовує габаритну довжину найбільш доцільно з точки зору розміщення пасажирів. Такий чисельний результат (K_{Lq} -120) частково пов'язаний з характерною східчастою структурою кузова у середній частині, де наявний перехід на вищий рівень габаритної висоти автобуса. Проте, слід прийняти до уваги представлену на діаграмі (рис.1) величину відставання дійсної від розрахункової пасажиромісткості моделі МАЗ 206, рівну 5.39%. При спробі оцінити параметр K_{Lq} із точки зору розрахункової пасажиромісткості, визначеної із максимального використання вантажопідймальності шин, виявляється, що МАЗ 206 має певний потенціал по скороченню величини оціночного коефіцієнта. Водночас, для вітчизняної моделі Богдан А302 ситуація з даним показником при переході до розрахункової пасажиромісткості погіршується на 9,2%. Виходячи з такої позиції, досліджувана у роботі розробка Kutsenits SPRINTER 516 CITY LIGHT, яка має одну з найменших розбіжностей між дійсною та розрахунковою пасажиромісткостями, займає впевнене лідерство з максимально низьким у класі міді відносним коефіцієнтом Керівним 138,9.

В залежності від поставлених експлуатаційних завдань, проектування прототипу автобуса може розвиватись у напрямку покращення одних показників за рахунок зменшення значення інших. Очевидно, що встановити пріоритети важливості між коефіцієнтами K_{Gq} та K_{Lq} на ранніх етапах розробки автобуса класу міді неможливо, тому пропонується ввести приведений коефіцієнт K_{GL} . Значення коефіцієнту K_{GL} відповідає середньому арифметичному між коефіцієнтом відношення повної маси до пасажиромісткості (K_{Gq}) та коефіцієнтом відношення габаритної довжини до пасажиромісткості (K_{Lq}):

$$K_{GL} = \frac{K_{Gq} + K_{Lq}}{2} \quad (11)$$

Оцінка досліджуваних моделей автобусів за вказаним показником представлена на графіку зведеного коефіцієнту K_{GL} (рис.11), а фактичні значення абсолютних і розрахункових величин подано у таблиці 3.



Рис.11. Оцінка автобусів по приведеному коефіцієнту.

Таблиця 3

Порівняльна оцінка автобусів за приведеним коефіцієнтом

Параметри	KutsenitsBurgerbus	VDL Bus&CoachMidCity	OptareBonito	MB SprinterCity 35	DIETRICH VEHICLES - City 21	Kutsenits SPRINTER 516 CITY LIGHT	MerkavimCityStar	Kutsenits CITY VII H	Roseto FIRST – FCLLI
Повна маса, кг	3500	5000	4800	5000	4950	5500	5500	7500	7200
Споряджена маса	2660	3690	3300	3606	3492	3520	3612	5060	4800
Номинальна кількість пас									
Дійсна	12	18	22	20	21	28	27	33	35
Розрахункова	11,3	18,2	21,0	19,5	20,4	28,1	26,7	34,8	34,2
Розбіжність, %	-5,39	1,47	-4,27	-2,5	-2,6	0,42	-0,8	5,7	-2,0
Корисне навантаження	840	1310	1500	1394	1458	1980	1888	2440	2400
К-т відношення корисного навантаження до спорядженої маси	0,31	0,35	0,45	0,38	0,41	0,56	0,52	0,48	0,5
К-т відношення корисного навантаження до сумарної кількості пасажирів, кг	70	72,77	68,18	69,7	69,4	70,7	69,9	73,9	68,5
К-т відношення корисного навантаження до габ. довжини	0,14	0,18	0,19	0,2	0,22	0,24	0,24	0,3	0,29
Габ. довжина, мм	6000	6944	7509	6945	6400	7966	7700	8004	8040
К-т відношення повної маси до пасажиромісткості	291,6	277,7	218,1	250	235,7	196,4	203,7	227,2	205,7
К-т відношення габ. довжини до пасажиромісткості	500	385,7	341,3	347,2	304,7	284,5	285,1	242,5	229,7

Прод. таблиці 3

Параметри	Капена URBY	IndcarCytios 4	IsuzuCitibus	BMC Probus LE	OtokarDoruk LE	MA3 206	ЗА3 А10С І- Ван	OptareVersa 9,7m	Богдан А302
Повна маса, т	7,2	7,2	13,5	13,5	13,5	13,2	10,5	12,5	10,8
Споряджена маса, кг	4768	4930	7800	8500	8000	8500	6350	7100	6720
Номінальна кількість пас									
Дійсна	31	32	74	72	69	72	70	60	65
Розрахункова	34,7	32,3	82,8	72,5	79,8	68,1	60	78,4	59
Розбіжність, %	12,1 4	1,19	11,92	0,73	15,77	-5,39	- 14,24	30,68	-9,23
Корисне навантаження	2432	2270	5700	5000	5500	4700	4150	5400	4080
К-т відношення корисного навантаження до спорядженої маси	0,51	0,46	0,73	0,58	0,68	0,55	0,65	0,76	0,6
К-т відношення корисного навантаження до сумарної кількості пасажирів, кг	78,4	70,9	77	69,4	79,7	65,2	59,2	90	62,7
К-т відношення корисного навантаження до габ.довжини	0,32	0,31	0,59	0,53	0,6	0,54	0,5	0,55	0,46
Габ. довжина, мм	7450	7300	9515	9310	9165	8650	8272	9695	8750
К-т відношення повної маси до пасажиромісткості	232, 2	225	182,4	187,5	195,6	183,3	150	208,3	166,1
К-т відношення габ.довжини до пасажиромісткості	240, 3	228, 1	128,5	129,3	132,8	120,1	118,1	161,5	134,6

Висновок до розділу: Як видно із представлених моделей, у категорії M2 автобуси виконуються по схемам або Low-floor, або з площадкою Low-entry тільки у базі. Представників даного класу із площадкою у задньому звисі – немає. Натомість площадку Low-entry у задньому звисі досить часто виконують на базі вантажо-пасажирських автомобілів категорії N2 (до 7500кг повної маси), що правда дані автомобілі мають ваду по відношенню пасажиромісткості до габаритної довжини, внаслідок півкапотної компоновки. Тому можна припустити, що найоптимальнішим варіантом буде створення автобуса вагонної компоновки із низько підлоговою площадкою у базі, або повністю низькою підлогою. Однак такі автобуси як правило виявляються значно дорожчими у виробництві. Тому необхідно знайти найоптимальніше рішення. В залежності від поставлених експлуатаційних завдань, проектування автобуса може розвиватись у напрямку покращення одних показників, за рахунок зменшення значення інших показників. Так, було доведено, що при збільшенні габаритної довжини покращується ефективність компоновання та зменшується матеріаломісткість автобуса. Для найменших експлуатаційних витрат доцільно створювати автобуси великого класу (10-12м) у них вдається максимально ефективно прокомпонувати салон, що є плюсом для ефективності перевезень. Однак при не повному заповненні пасажирами – доцільність у використанні таких автобусів відпадає.

3. Формування компоновок автобусів типу low-entry у категорії M2 та оцінка напружено-деформованого стану каркасу кузова

3.1. Компоновки автобусів категорії M2 типу low-entry в Україні

Основною проблемою, що стримувала промислове впровадження в Україні автобусів категорії M2 класу А, тобто для міських перевезень під вимоги прийнятих Правил ЄЕК ООН № 107, є те, що на відміну від країн ЄС, де власне в режимі «маршрутного таксі» (і підвищених тарифів оплати за проїзд) дозволено використання автобусів тільки категорії M2, вітчизняною нормативною базою не накладено таких обмежень. Відповідно і на маршрутах з більшими пасажиро-потоками перевізникам вигідніше використовувати малі і середні автобуси (повною масою понад 5т), режим перевезень «маршрутне таксі» з фіксованими початковою і кінцевою точками маршруту і зупинками на вимогу практично не існує. Разом з тим у довоєнний період в Україні наявні 3 виробники автобусів – маршрутних таксі -2-на шасі ГАЗ „Газель” (Часів-Ярський автобус та Чернігівський автозавод) та на шасі MB Sprinter 400-500 (Укравтобуспром), рис. 12-14.



Рис. 12. Автобус категорії M2 ТУР А303 на шасі MB Sprinter 400-500 D



Рис. 13. Автобус категорії М2 „Рута-25” на шасі ГАЗ „Газель”(АТ Часів-Ярський автобус)

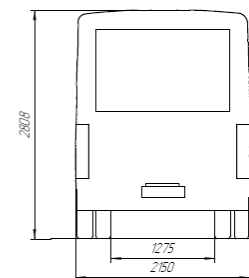
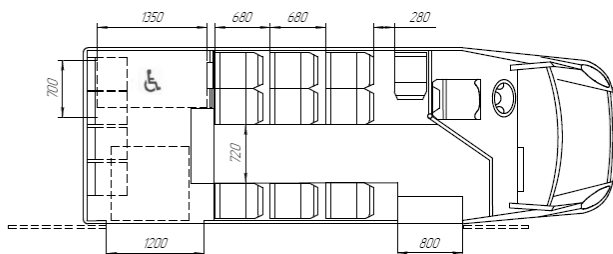
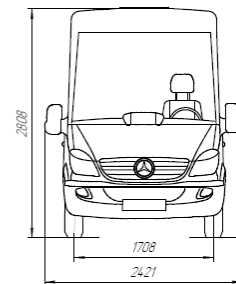
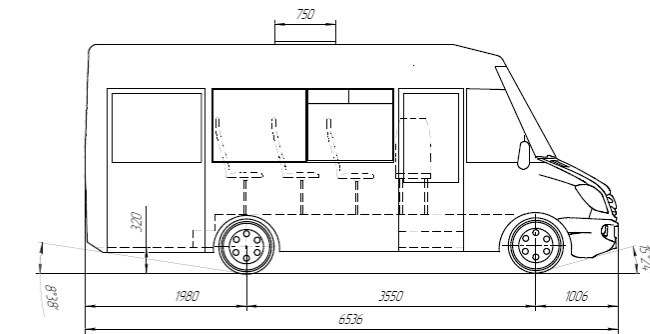
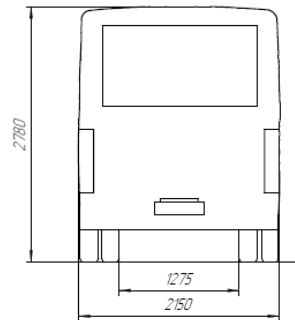
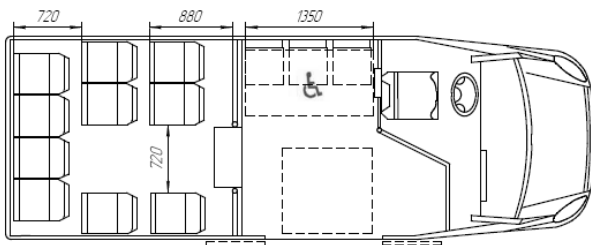
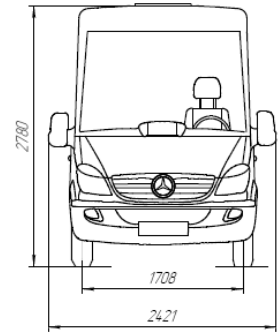
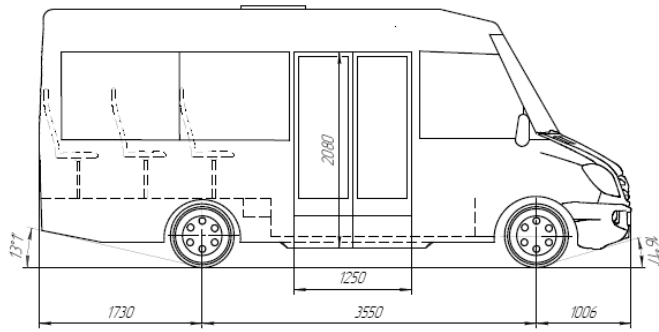


Рис.14. Автобус категорії М2 БАЗ 2215 „Дельфін” на шасі ГАЗ „Газель” (Чернігівський автозавод „Еталон”)

Автобуси були спроектовані під вимоги попередніх Правил СЕК ООН №52 (власне щодо категорії М2) пасажиромісткістю 18-25 осіб і не передбачали

наявність низького входу типу low-entry під введені пізніше Правила ЄЕК ООН № 107. Разом з тим, з аналізу доступної інформації [2,3] в „Укравтобуспром” були спроектовані модифікації автобусів ГУР А303 під 2 варіанти розміщення площадки для вїзду та перевезення інвалідних та дитячих візків (low- entry) з розміщенням як у межах колісної бази, так і дещо видовженому задньому звисі кузова,

рис. 15. Обидва варіанти компоновки продиктовані наявністю класичної схеми приводу на задню вісь базових шасі (MB Sprinter чи альтернативно IVECO Daily) і, відповідно нереальним виконання кузова за схемою low-floor (низька підлога по всій довжині салону). Остання можлива, як показано у розд.1.2 тільки для передньоприводних шасі (Peugeot Boxer/Citroen Jumper/FIAT Ducato), однак повна маса цих шасі/автобусів обмежена до 3,5 т, що недостатньо з умов пасажиро-місткості у співвідношенні до ціни автобуса. З іншого боку в умовах зими та засніження/обледеніння автодоріг в Україні запасу сили зчеплення/сили тяги на передніх ведучих колесах стає недостатньо з умов забезпечення стійкості та безпеки руху, насамперед на підйомах. Компоновка з низькою площадкою у колісній базі природно виглядає більш зручною у використанні (у т.ч. з точки зору оплати проїзду водію, звичної донедавна в Україні). Але ця ж схема забудови вимагає суттєвого пониження висоти розміщення карданної передачі (очевидно з розміщенням одинарної роздавальної коробки на виході стандартної коробки передач при незмінній забудові силового агрегату. Відповідно суттєво погіршуються і показники кліренсу та радіусу поздовжньої прохідності. Компоновка з площадкою у задньому звисі кузова в цьому плані менш проблемна і затратна, але очевидно суттєве збільшення навантажень на каркас кузова, насамперед в години пік, відсутності пасажирів на візках і реалій переповнення площадки у задній частині кузова пасажирами які стоять.



- Технічні характеристики
1. Довжина - 6536 мм
 2. Ширина - 2150 мм
 3. Висота - 2808 мм
 4. Колісна база - 3550 мм
 5. Колісна фордула - 4x2
 6. Висота сидіння 320 мм
 7. Справдізна маса - 3400 кг
 8. Повна маса - 4995 кг
 9. Клас - А
 10. Категорія - М2
 11. Кількість дверей - 2
 12. Загальна пасажирокімість - 22

				КР.ЛК.18.06.00.000	
				Айртонік	
Лист	Кат.	М.Вид.	Лист	Лист	Лист

Рис. 15. Компонування автобусів категорії М2 мод. ТУР А303 типу low-entry (АТ „Укравтобуспром”), м. Львів

3.2. Попередній аналіз навантажень каркасу кузова при різних схемах розміщення площадки low-entry

1) Логічним продовженням попередньо виконаних досліджень ефективності міських автобусів на основі їх відносних оціночних показників виступає міцнісний аналіз каркасу кузова типу LowEntry в умовах статичного навантаження. Як свідчить проведений огляд і аналіз літературних джерел [3-8] аналіз напружено-деформованого стану каркасу кузова автобуса виконувався із застосуванням методу кінцевих елементів (МКЕ) [10], котрий по праву вважається найефективнішим в умовах поставлених задач імітації натурної поведінки металоконструкції при різних режимах навантажень. З математичної точки зору каркас кузова автобуса являє собою тверде тіло, яке при моделюванні найбільш строго можна описати як сукупність геометрично подібних елементів, пов'язаних між собою таким чином, щоб вони утворювали структуру, максимально близьку за формою до реального кузова каркасу. Такий прийом становить основу методу кінцевих елементів (МКЕ).

Розрахункова модель несівного каркасу кузова, на базі котрої виконувалась оцінка напружено-деформованого стану являє собою просторову замкнуту стрижневу конструкцію, що структурно представлена наступними елементами (рис.16.)

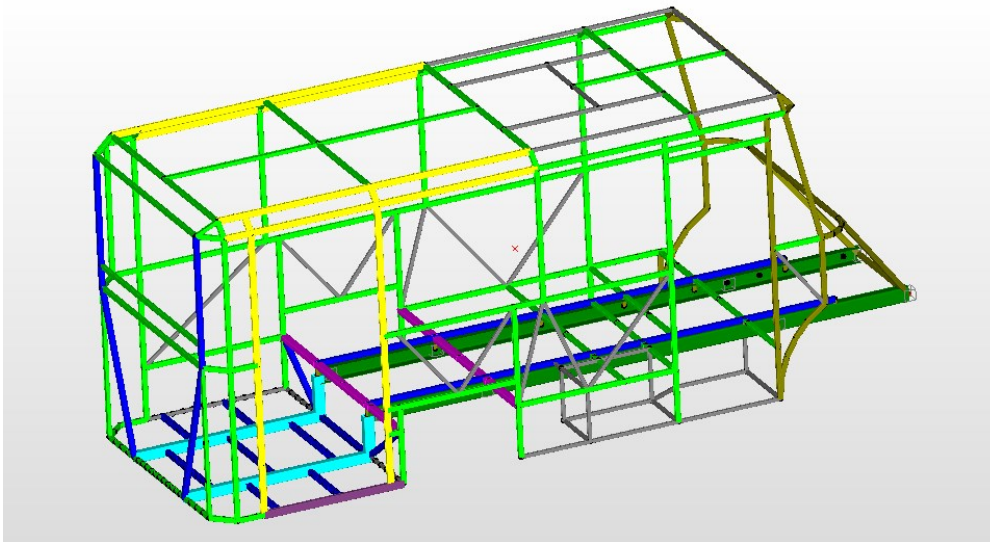


Рис.16. Розрахункова 3D-модель каркасу кузова автобуса категорії М2 з площадкою low-entry для оцінки напружено-деформованого стану методом кінцевих елементів згідно [5].

Результати розрахунку каркасу кузова на міцність при розміщенні площадки low-entry у задньому звісі згідно даних [5,6] представлено на рис. 17.

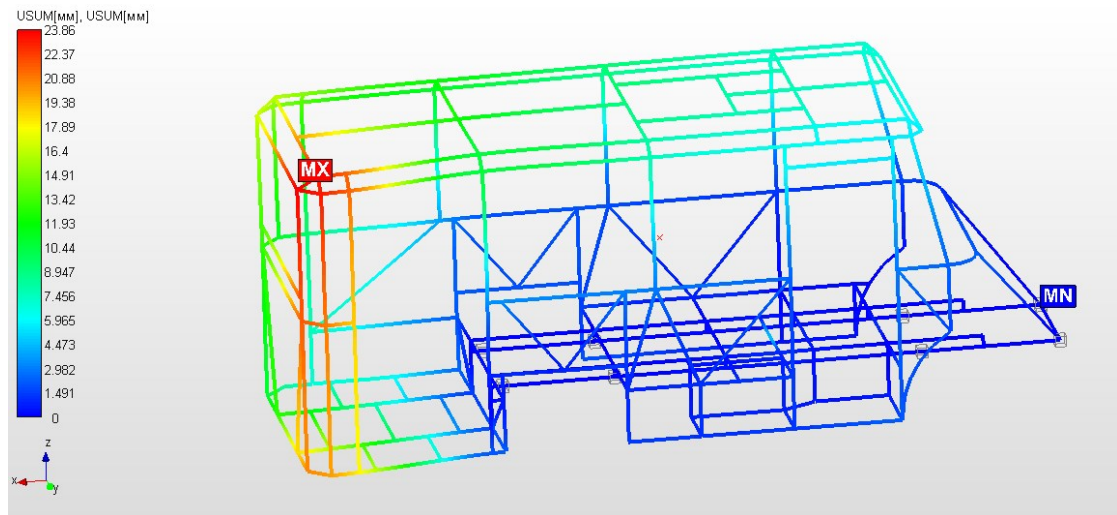


Рис.17. Загальна карта деформацій каркасу кузова.

Враховуючи консольне закріплення заднього звису, де сконцентровані найбільші маси, робота боковин повинна бути напрямлена на протидію крученню від сил ваги відповідних вузлів та агрегатів. Гіпертрофована модель каркасу кузова (рис.17.) демонструє очевидну тенденцію до провисання задка, починаючи з крайніх точок кріплення задньої підвіски, пороги обох боковин, особливо правої, повинні розвантажувати центральні поздовжні лонжерони автобуса, що остаточно покращує рівномірність.

Розміщення низько підлогової площадки у базі автобуса виглядає більш привабливим з умов міцності каркасу, рис. 18.. Усі дані брались аналогічно до першого випадку, адже базове шасі залишилось незмінним.

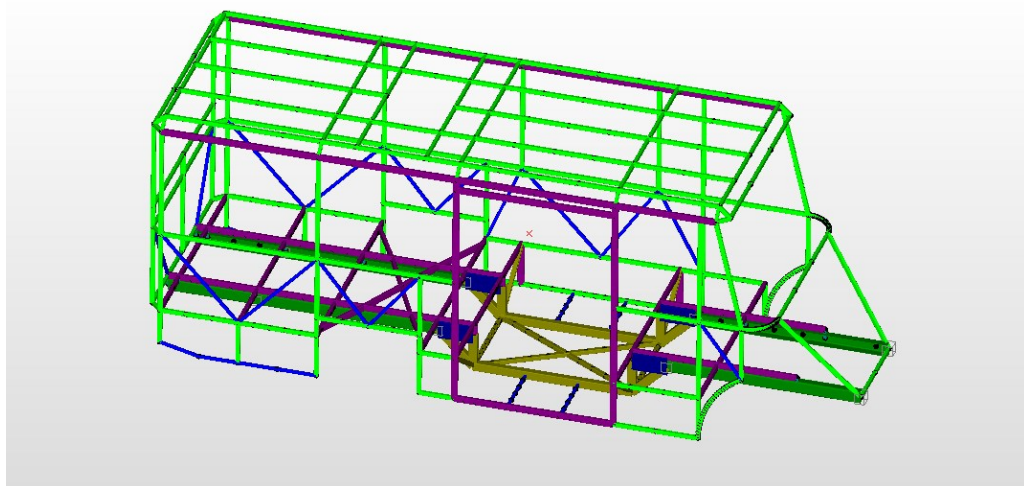


Рис.18. Розрахункова 3D-модель каркасу кузова автобуса категорії M2 для оцінки напружено-деформованого стану методом кінцевих елементів при розміщенні площадки low-entry у колісній базі [5,6].

Зі схеми (рис.18.) розподілу напружень видно, що даний кузов має більший запас міцності. Найбільші напруження виникають біля дверної пройми, внаслідок високої завантаженості центральної площадки.

При моделюванні автобуса із низько підлоговою площадкою було виявлено такі проблеми: 1. Сама площадка являє собою консоль, через що виникає багато небезпечних напружень. 2. Центр мас, зміщується до задньої осі, практично навіть розміщується на ній. 3. Задня підвіска вимагає доопрацювання, або подальшого видовження заднього звису, що є неприпустимим. Перевагами такої конструкції є використання штатної трансмісії, що значно економить фінанси. У моделі із площадкою всередині колісної бази виявлені протилежні плюси і мінуси, так маса розподіляється в середині бази автобуса, а сам каркас є значно міцнішим. Підвіска не потребує змін. Проте, при такій схемі постає необхідність у спеціальних редукторах, тому – що осі валів КПП і Карданного валу не співвісні. Також можливий варіант використання передньопривідного шасі, але це накладає певні обмеження на допустиму вагу.

4. Організаційно-економічна частина

Мета організаційно-економічної частини - розгляд питань організації й планування наукових досліджень, економічна оцінка ефективності розроблених рекомендацій з аналізом техніко-економічних показників.

Організаційно-економічна частина має три розділи, які охоплюють найважливіші етапи наукових досліджень:

- техніко-економічна характеристика бази наукових досліджень;
- організація і планування наукових досліджень;
- техніко-економічні розрахунки наукових досліджень.

Вихідними даними для виконання організаційно-економічної частини є:

- завдання, видане кафедрою менеджменту і міжнародного підприємництва;
- довідники типових технологічних процесів;
- довідкова література з конструювання в машинобудуванні тощо.

Наукове дослідження з оцінки і аналізу компонування та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі складається з двох етапів: підготовки і проведення досліджень.

За вихідними даними розробляються питання організації і планування НД із комплексу робіт із застосуванням методів сіткового планування. Всі роботи, що здійснюються при НД, мають відповідну протяжність і витрати, які визначають майбутній характер наукових досліджень. В зв'язку з тим виникає необхідність складання сіткового графіка виконання робіт.

Обсяг робіт розраховується в цілому по НД. Сітковий графік будується за окремими етапами.

Зміст робіт за етапами і видами НД визначається, виходячи з переліку робіт і етапів, з врахуванням специфіки спроектованого міського автобуса – маршрутного таксі, і на основі рекомендацій нормативної трудомісткості проведення робіт по НД в рамках дипломного проектування в нормо-годинах на одиницю відповідних робіт.

На підставі даних таблиці № 4.1 здійснюється розрахунок тривалості етапів /робіт/, результати якого заносяться до таблиці №4.2.

Планування і управління в системах СПУ здійснюється за допомогою сіткового графіка. Сітковий графік - графічне зображення комплексу робіт, взаємозв'язків між ними, послідовності їх виконання.

51.

На підставі попередньо отриманих даних будується сітковий графік, в якому кружечками зображуються події, які з'єднуються стрілками - роботами. В

сітковому графіку повинна бути одна початкова й одна або декілька кінцевих подій. Подія - це результат однієї або декількох робіт, вона вказує на початок або кінець робіт. Процес виконання роботи характеризується часом і має початок і кінець.

Всі роботи і події кодуються числами натурального ряду, причому події кодуються однією цифрою, а робота - двома, перша цифра-номер початкової події, друга - номер кінцевої події.

Робота графічно позначається суцільною стрілкою.

Над стрілкою цифрою проставляється тривалість роботи в днях. Затримка і фіктивні роботи зображуються пунктирною лінією.

Будь-яка послідовність робіт, яка з'єднує початкову і кінцеву подію, називається шляхом L . Шлях, який має найбільшу тривалість, називається критичним шляхом, зображується жирною стрілкою.

Кількість виконавців за видами робіт визначається методом логічного і обгрунтованого підбору, який би не призвів до значного збільшення чисельності працівників. Роботи, які лежать на критичному шляху, резервів часу не мають. Незбереження строків виконання будь-якої роботи на критичному шляху призводить до зриву загальної тривалості виконання робіт. Роботи, які не лежать на критичному шляху, мають резерви часу.

У розрахунок часових параметрів входять визначення критичного шляху, ранніх і пізніх строків здійснення події, резервів часу подій і робіт. Критичним шляхом є шлях, тривалість якого становить найбільшу кількість днів ($L_{кр}$). Всі інші шляхи за своєю тривалістю менші. Різниця між тривалістю критичного шляху і будь-якого іншого шляху і називається резервом часу шляху і позначається ΔL_{ij} :

Строки здійснення подій характеризуються найбільш можливим раннім $T_{рj}$ і допустимим пізнім $T_{пj}$ їх здійсненням.

Розрахунок параметрів сіткового графіка /див. рис.19/ зведені в табл. 4.4.

Таблиця №4.1.

Перелік етапів і зміст робіт при оцінці і аналізі компонування та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі

№ п/п	Етап /мікроетап/	Но ме р роб оти	Зміст роботи
1	2	3	4
Наукові дослідження			
І	Оцінка і аналіз компонування та пасивна безпека міського автобуса – маршрутного таксі	1	Аналіз досліджень і проектування компонування та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі
		2	Інформаційний науково-технічний пошук досліджень і проектування компонування та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі
		3	Виявлення проблем при дослідженні і проектуванні в компонуванні та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі
		4	Аналіз виробництва в компонуванні та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі
		5	Інформаційний науково-технічний пошук з виробництва в компонуванні та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі
		6	Виявлення проблем при виробництві в компонуванні та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі
		7	Аналіз експлуатації міського автобуса – маршрутного таксі з різним компонуванням та пасивною безпекою
		8	Інформаційний науково-технічний пошук з експлуатації міського автобуса – маршрутного таксі з різним компонуванням та пасивною безпекою
		9	Виявлення проблем при експлуатації міського автобуса – маршрутного таксі з різним компонуванням та пасивною безпекою
			Консультація і узгодження плану досліджень з керівником проекту
			53.
2	Технічне проектування	1	Виконання схематичних креслень загального вигляду місць замірів Складення калькуляції робіт за темою Складення і узгодження технічного завдання на

			дослідження виробничої напруги автобуса
		2	Розробка умов замірів
		3	Розробка маршрутів, на яких будуть здійснюватися заміри
		4	Затвердження і доробка маршруту "Погана дорога"
		5	Затвердження і доробка маршруту "Добра дорога"
		6	Затвердження і доробка маршруту "Звичайна дорога"
		7	Затвердження і доробка маршруту "Барток"
3.	Проектування дослідження	1	Розробка методології екстремальних виробничих умов
		2	Вибір виконавців
		3	Уточнення розрахунків технічних і технологічних параметрів
4.	Проведення досліджень	1.	Проведення замірів у виробничих умовах і при допомозі комп'ютерної програми
		2.	Визначення мінімальних, максимальних і ефективних значень показників, заміряних на різних маршрутах в пустому автобусі
		3	Визначення мінімальних, максимальних і ефективних значень показників, заміряних на різних маршрутах в завантаженому автобусі
		4	Визначення рівнозначних амплітуд, розрахованих на основі показників заміряних на різних маршрутах руху автобуса
		5.	Дослідження крайніх значень показників, заміряних в навантаженому автобусі при доланні штучно створеннях перепон
		6	Визначення крайніх значень показників, які вимірюваних при гальмуванні і поворотах
		7	Попередня оцінка ефективності вибору конструкції пневмосистеми міського автобуса
5	Виготовлення дослідного зразка	1	Розробка технологічної документації
		2	Складення по детальної специфікації з врахуванням розмірів і кріплень
		3	Нормалізований і технічний контроль креслень
		4	Складення таблиць використаний деталей, які раніше застосовувались
		5	Конструкторська підготовка технологічної документації
		6	Складення матеріальної заявки. Розрахунок норм витрат

		7	Виготовлення
		8	Виконання доводочних і налагоджувальних робіт
6	Заводські стендові випробовування	1	Цикл стендових випробовувань
		2	Обробка результатів випробовування
7	Передача у виробництво	1	Коректування робочих креслень і технічної документації
		2	Проведення заміни деталей і демонтаж
Технологічна підготовка			
8	Розробка технологічного процесу	1	Розробка технологічного ланцюга за кресленнями
		2	Аналіз і перевірка деталей на технологічність
		3	Аналіз правильності класів точності
		4	Розробка технології виготовлення заготовок
		5	Розробка технології термічної обробки
		6	Розробка технології механічної обробки
		7	Складення міжцехового технологічного маршруту
		8	Складення технологічних карт (розцеховка)
		9	Розрахунок нормативів праці і заробітної плати
9	Конструювання оснастки і нестандартних засобів механізації і автоматизації	1	Розробка креслень
		2	Складення по детальної специфікації
		3	Затвердження креслень, зняття кальок, синьок
10	Виготовлення оснастки і нестандартних засобів механізації і автоматизації	1	Вибір обладнання
		2	Розробка технологічної карти виготовлення оснастки
		3	Виготовлення оснастки
11	Вивірення і налагодження розробленої технології . Зиготовлення зразкової парти деталей	1	Перевірка придатності оснастки, окремих збірних одиниць
		2	Контрольне виготовлення
		3	Контрольний збір і розробка
		4	Перевірка по ТУ і ДОСТах
12	Доробка і впровадження технології у виробництво	1	Внесення корективів у документацію
		2	Впровадження
		3	Написання звіту з оцінки і аналізу компонування та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі(текст записки дипломного проекту).

Аналітичний розрахунок сіткового графіка проводиться за формулами

безпосередньо зв'язаний з визначенням розрахункових параметрів сітки.[]

Довжина будь-якого шляху $t(L)$ визначається як сума тривалості робіт, що складають даний шлях

$$t(L) = \sum t_{yk}$$

t_{iyk} - тривалість k -ої роботи;

k - кількість робіт, що входять в даний шлях.

$$t_{0-2-5-8-13-16-20-21-23-25-26-27}=10+7+10+6+6+5+14+5+6+5+3+5=82$$

$$t_{0-1-2-5-8-13-16-20-23-25-26-27}=10+7+10+6+6+5+14+7+5+3+5=78$$

$$t_{0-1-2-5-9-13-17-22-23-25-26-27}=10+7+10+3+2+6+6+3+5+3+5=60$$

$$t_{0-1-3-6-10-14-18-24-25-26-27}=10+10+7+2+6+10+6+1+3+5=60$$

$$t_{0-1-3-6-11-14-18-24-25-26-27}=10+10+7+6+5+10+6+1+3+5=63$$

$$t_{0-1-4-7-12-15-19-26-27}=10+2+7+10+10+6+4+5=48,$$

Тривалість критичного шляху $T_{кр}$ визначається як сума тривалості робіт, що лежать на максимальному шляху між вихідною і кінцевою подією.

$$T_{кр}=t[L(J-C)_{max}]$$

Отже, довжина критичного шляху $T_{кр} = 82$ дні.

Результати розрахунків заносимо в таблицю №4.4.

Таблиця №4.2.

Розрахунок параметрів сіткового графіку

Код роботи $i-j$	$T_{рj}$	$T_{пj}$	R_j	$T_{рпij}$	$T_{роij}$	$T_{прij}$	$T_{поij}$	$R_{пij}$	$R_{оij}$
0-1	10	10	0	0	10	10	0	0	0
1-2	17	17	0	10	17	17	10	0	0
1-3	20	39	19	10	20	39	29	19	0
1-4	14	40	26	10	14	40	36	26	0
2-5	27	27	0	17	27	27	17	0	0
3-6	27	45	19	20	27	46	39	19	0
4-7	21	44	23	14	21	44	37	23	0
5-8	33	33	0	27	33	33	37	10	10
5-9	30	37	7	27	30	37	34	7	0
6-10	29	51	22	27	29	51	49	22	0
6-11	33	52	19	27	33	52	46	19	0
7-12	31	57	26	21	31	57	47	26	0
8-13	39	39	0	33	39	39	33	0	0
9-13	39	39	0	30	32	39	37	7	7
10-14	38	57	19	29	35	57	51	22	3
11-14	38	57	19	33	38	57	52	19	0

12-15	41	67	26	31	41	67	57	26	0
13-16	44	44	0	39	44	44	39	0	4
13-17	45	60	15	39	45	60	54	15	0
14 - 18	48	67	19	38	48	67	57	19	0
15-19	47	73	26	41	47	73	67	26	0
16 - 20	58	58	0	44	58	58	44	0	0
17-22	51	66	15	45	51	63	57	15	0
18 -24	54	73	19	48	54	66	60	19	0
19-26	77	77	0	47	51	74	70	20	20
20-21	63	63	0	58	63	63	58	0	0
20-23	69	69	0	58	65	69	62	4	4
21-23	69	69	0	51	69	69	63	12	12
22 - 23	69	69	0	54	54	69	66	12	12
23 - 25	74	74	0	69	74	73	69	0	0
24 - 25	74	74	0	54	55	74	73	19	19
25-26	77	77	0	74	77	77	74	0	0
26 - 27	82	82	0	77	82	82	77	0	0

Розрахунок витрат на розробку та впровадження проектного рішення.
Витрати на розробку та впровадження проектного рішення (К) становлять

$$K = K_1 + K_2, \text{ грн};$$

де: K_1 – витрати на розробку проектного рішення;

K_2 - витрати на впровадження.

Витрати на розробку проектного рішення (K_1) вимагають витрат на:

1. Оплату праці розробників;
2. Відражувань у спеціальні державні фонди (V_ϕ);
3. Куповані вироби (Π_a);
4. Придбання спец. обладнання для експерименту ($Об_c$)

57.

5. Накладні витрати (Н)

6. Інші витрати (I_b),

$$K_1 = 3 + V_\phi + \Pi_a + Об_c + Н + I_b$$

Для проведення розрахунків заробітної плати необхідно визначити спеціальність розробників, які беруть участь у процесі проектування, чисельність спеціалістів,

Кошторис витрат на НДР та ДКР включає в себе такі статті витрат:

- 1) оренда обладнання;
- 2) оренда службових приміщень;

- 3) фонд заробітної плати;
- 4) основні матеріали;
- 5) витрати на енергію та воду;
- 6) відрахування в фонд єдиного соціального внеску
- 7) накладні витрати;
- 8) витрати на відрядження.

Виходячи з того, що кошторис витрат на НДР та ДКР включає вище вказані пункти, підраховуємо їх, враховуючи дану ситуацію, а саме:

-тривалість робіт при оцінці і аналізі компонування та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі складатиме 82 днів по 8 годин, тобто 656 годин в цілому;

-вартість оренди приміщення в місяць дорівнює 300 гривень, оренди комп'ютера, включаючи його програмне забезпечення, дорівнює 100 гривень;

-вартість використання загальнодоступної інформації в інтернаті становить 6 гривень за годину, кількість годин користування складатиме 56 годин;

-при виконанні даного об'єму робіт заняті наступні виконавці: інженер-дослідник (дипломник) , його керівник і консультант з наукової частини (керівник дипломного проекту), лаборант, інженер-механік, то для них денна ставка заробітної плати відповідно становитиме 31,3грн. ,166,7 грн.,104,2 грн.125 грн. (при 8-ми годинному робочому дні);

-витрати на енергію складуть за 656 годин 2 кВт по 0,22 гривні за 1 кВт.

Розрахунок заробітної плати. В цю статтю включається заробітна плата всіх категорій працівників, які безпосередньо зайняті в процесі проведення всіх етапів НДДКР. Розмір заробітної плати розраховується на основі трудомісткості відповідних робіт у людино-днях і середньоденній заробітній платі кожної категорії виробничого персоналу.

Вихідні дані й результати розрахунку заробітної плати наведені в табл.№4.3.

Таблиця.№4.3.

Розрахунок заробітної плати виробничого персоналу

№п/п	Посади працівників	Денна ставка в грн.	Трудомісткість роботи (в людино-год}	Сума зарплати у грн.
1	Інженер-дослідник (дипломник)	31,3	656	2607,6

2	Лаборант	104,2	82	1066
3	Інженер-механік	125,0	91	1421,9
4	Керівник дипломного проекту	166,7	22	458,4
5	Консультант дипломного проекту	125,0	4	62,5
	Разом			5616,4

Розрахований у такий спосіб фонд включає основну й додаткову зарплату.

Таблиця.№ 4.4.

Кошторис витрат на проведення НДР та ДКР

№ п/п	Стаття витрат	Вартість в гривнях
і	Оренда обладнання (комп'ютер)	175,46
2	Оренда службових приміщень	750,0
3	Фонд заробітної плати (ФЗП)	5616,4
4	Основні матеріали (в даному випадку це папір, ручки, олівці, ватман для креслення, його видрук, тощо)	100,0
5	Витрати на енергію	288,64
6	Відрахування в фонд єдиного соціального внеску	2066,8
7	Витрати на відрядження (в даному випадку це витрати на користування Інтернетом)	130,0
8	Накладні витрати (45% від суми 7 попередніх статей витрат)	4107,29
	Всього	13234,59

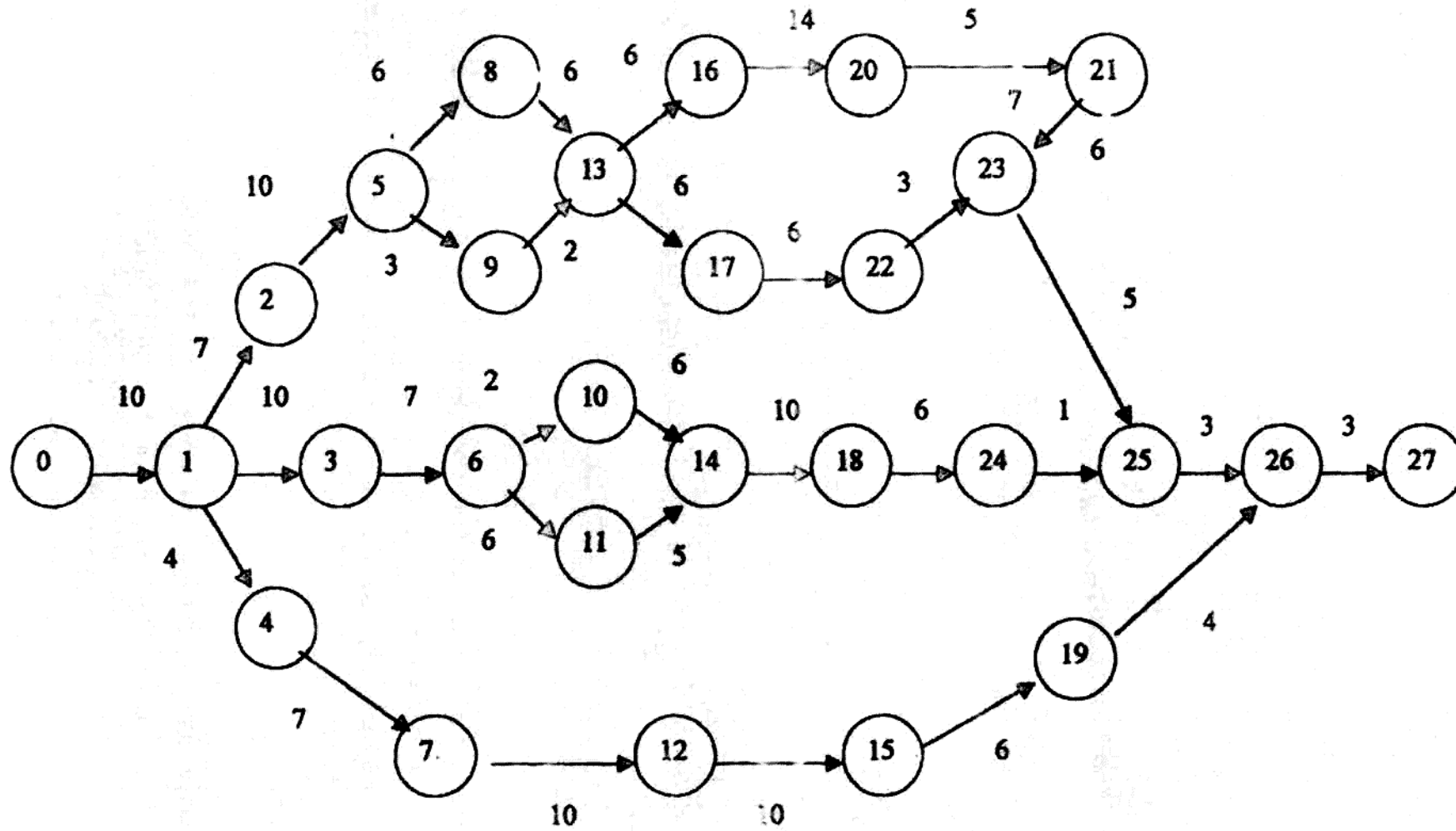


Рис.19. Сітковий графік всього комплексу виконання робіт при оцінці і аналізі компонентування та пасивної безпеки міського автобуса – маршрутного таксі

5. Охорона праці

5.1. Шкідливі та небезпечні фактори, які виникають під час експлуатації. При експлуатації транспортного засобу на лінії можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- обстріли, пряме влучання великокаліберного снаряду
- термічні фактори (пожежі, вибухи перевірці наявності палива в баці з використанням відкритого полум'я);
- підвищені рівні шуму і вібрації;
- підвищена температура і швидкість руху повітря в теплий період року;
- можливість ураження струмом при несправності електрообладнання;

5.2. Пожежна безпека.

Основними причинами загорянь на автотранспорті є:

- порушення герметизації комунікацій і загоряння пального та електромережі при контактуванні з поверхнями, що мають високі робочі температури (вихлопні колектори, глушники, опалювачі);
- займання палива в результаті потрапляння іскри, що виникла при ударі сталених деталей, при пошкодженні кузова автомобіля в момент аварії;
- займання палива від потрапляння іскри розряду статичної електрики;
- займання горючих конструктивних матеріалів і палива через несправності електрообладнання (коротке замикання, порушені контакти тощо);
- несправності в системах живлення чи запалювання автомобілів.

Електрообладнання автомобілів потрібно утримувати в технічно справному стані. Іскріння контактів, яке може призвести до загоряння, треба негайно усувати. Особливу увагу слід приділяти стану ізоляції електропроводів, справності приладів запалювання, освітлення й сигналізації.

За пожежну безпеку автомобіля відповідає водій автомобіля або працівник, який ним керує.

Автомобіль укомплектований вогнегасником.

Щоб запобігти пожежі, заборонено:

- курити в автомобілі;
- ремонтувати паливну систему, коли працює двигун, увімкнене запалювання;
- залишати у салоні автомобіля або на двигуні забруднені оливою чи паливом використані обтиральні матеріали;
- підігрівати двигун та інші агрегати відкритим вогнем, а також користуватися ним у безпосередній близькості від приладів системи живлення двигуна;
- курити і користуватися відкритим вогнем під час визначення наявності палива у баку, а також під час заправлення автомобіля із додаткових ємностей;
- допускати, щоб на двигуні або його картері скупчувалися бруд,

пальне, масло;

— користуватися відкритим вогнем під час перевірки рівня електроліту в акумуляторній батареї та усунення несправностей механізмів;

— зберігати і перевозити бензин та інші легкозаймисті рідини;

«прикурювати» свій або сторонній автомобіль;

— залишати відкритими горловини паливних баків;

— заряджати акумуляторну батарею у непристосованих для цього місцях;

— мити або протирати бензином деталі чи агрегати, а також руки й одяг;

зберігати в автомобілі паливо (бензин, дизельне паливо), за винятком палива в баку автомобіля.

Заправляти автомобіль паливом необхідно тоді, коли не працює двигун.

Заправляти автомобіль етилованим бензином потрібно з бензоколонки зі шлангом, забезпеченим роздавальним пістолетом. Заборонено заправляти автомобіль за допомогою відер, лійок тощо, а також відпускати бензин у пластикову тару (каністри). Заправник і працівник під час заправлення мають перебувати з навітряного боку автомобіля.

Якщо паливо потрапило на частини автомобіля, його необхідно витерти сухим ганчір'ям до пуску двигуна автомобіля.

У разі проливання палива на землю його необхідно засипати піском до пуску двигуна автомобіля.

Якщо сталося займання палива біля транспортного засобу, гасити його потрібно порошковим вогнегасником. Гасіння проводиться з плями проливу, послідовно переходьте знизу вгору на джерело виливання пального. Можна застосовувати, окрім порошкового, інші вогнегасники — наприклад, вуглекислотні, аерозольні.

5.4 Вимоги до комплектації автомобіля засобами пожежогасіння та складу аптечки для невідкладної медичної допомоги.

Постановою Кабінету Міністрів України від 8 жовтня 1997 р. затверджено вимоги оснащення вогнегасниками колісних транспортних засобів

Назва колісного транспортного засобу

Мінімальна кількість, тип та позначення вогнегасника

Легковий автомобіль

загального, спеціалізованого та спеціального призначення

один порошковий (закачного типу

ВП-2(з) або з газом- витискувачем у балоні ВП-2) із

зарядом вогнегасної речовини не менше 2 кг

Вантажний автомобіль

загального, спеціалізованого та спеціального призначення з

повною масою:

не більше 3,5 т один порошковий (закачного типу

ВП-3(з) або з газом- витискувачем у

балоні ВП-3) із зарядом вогнегасної

речовини не менше 3 кг

від 3,5 т, але не більше 12 т один порошковий (закачного типу

ВП-5(з) або з газом-

витискувачем у балоні ВП-5) із

зарядом вогнегасної речовини не

менше 5 кг

понад 12 т один порошковий (закачного типу

ВП-9(з) або з газом-

витискувачем у балоні ВП-9) із

зарядом вогнегасної речовини не

менше 9 кг

Також в салоні автомобіля є аптечка з двома обов'язковими наборами:

(так званий аварійний) – для зупинки кровотечі, – експлуатаційний – для застосування при травмах.

5.5. Аварійний комплект призначений для надання першої медичної допомоги потерпілим внаслідок ДТП виключно в разі значних травм та ушкоджень.

Аварійний комплект забороняється відкривати, якщо першу медичну допомогу можливо надати тільки засобами експлуатаційного комплекту.

Склад аварійного комплекту:

- 1 джгут для зупинки кровотечі;
- 1 еластичний бинт (5 м x 10 см);
- 2 бинта марлевих стерильних (5 м x 10 см);
- 1 бинт марлевий стерильний бинт (7 м x 14 см);
- 1 бинт марлевий нестерильний (5 м x 5 см);
- 1 бинт марлевий нестерильний (7 м x 14 см);

серветки з хлоргексидином (знеболювальні для відкритих ран або їхні замітники, 6 см x 10 см), 2 смужки на гелієвій основі (з антимікробною дією полігексаметилен гуанідін гідрохлориду або замітники, 10 см x 50 см);

- 2 серветки з фурагіном (кровозупиняючі або його замітники, 6 см x 10 см);

- 6 серветок стерильних (6 см x 10 см);

1 пакет перев'язувальний стерильний.

- ножиці парамедичні (для розрізання бинтів, одягу, 19 см) – 1 шт.;

- блокнот із кульовою ручкою.

Експлуатаційний комплект призначений для надання першої медичної допомоги потерпілим внаслідок ДТП і в поточному режимі експлуатації транспортних засобів. Може комплектуватися водієм та є довільним (за винятком обов'язкових засобів). Він повинен зберігатися у відкритому поліетиленовому пакеті у футлярі аптечки поруч з аварійним комплектом.

5.6. Склад експлуатаційного комплекту:

- 1 косинка медична перев'язувальна з будь-якої тканини (50 см x 50 см);

- 1 гелієва пов'язка на випадок опіків.

Додаткові засоби

- 1 плівка (клапан) для проведення штучного вентилявання легень;

- рукавички медичні № 8 з поліетилену, комплект – 1 шт.;

- 1 термopростирадло (160 см x 210 см);

- 1 пінцет анатомічний;

- булавки англійські – 2 шт.

У склад експлуатаційного комплекту входять рукавички медичні та плівка-клапан для проведення штучного вентилявання легень.

Також повинні входити препарати, а саме:

- Розчин йоду 5%

- Антисептик

- мирамістин;

- хлоргексидин;

препарати срібла;

- повідон-йод;

- етанол (70%);

- декаметоксин;

- перекис водню.

- Антибактеріальна мазь.

- Протиопікові засоби

- Засоби для пероральної регідратації

- Ентеросорбенти

- Нестероїдні протизапальні та жарознижувальні препарати.

- Антигістамінні препарати

- Судинозвужуючі препарати для носа

- Гліцеринові свічки.

- Препарати для серцево-судинної системи.

- Йод таблетований.

- Гормональні препарати.

- Протидіарейні препарати

- Седативні препарати

Аптечки для використання в умовах військових дій комплектується додатковими засобами згідно вимог.

Висновок:

В результаті бакалаврської роботи, я проаналізував шкідливі та небезпечні фактори, які виникають під час експлуатації гібридного автомобіля. Також дослідив, усі вимоги безпеки, причини можливих загорянь при експлуатації. І вніс свої рекомендації до комплектації гібридного автомобіля засобами пожежогасіння та складу аптечки для невідкладної медичної допомоги.

Загальні висновки та рекомендації

Згідно з проведеного дослідження у першому розділі, очевидно, що автобуси категорії M2 виконуються по схемі або із площадкою в базі, або із низькою підлогою по всій довжині. Це зумовлено мінімальною довжиною площадки для інвалідів – яка повинна бути не меншою ніж 1300мм, у напрямку руху автобуса. Відповідно для малих автобусів категорії M2 таке збільшення заднього звису по відношенню до колісної бази є небажаним, тому-що центр мас припадає фактично на задній міст і автобус отримує схильність до надмірних поздовжніх коливань. Також при цьому виникає проблема по кріпленню задніх ресор, що зумовлює ще більше видовження заднього звису. Із площадкою Low-entry у задньому звисі, як правило виконуються автобуси категорії M3, на базі шасі вантажо-пасажирських автомобілів категорії N2. Відповідно більша колісна база дозволяє змістити центр мас до передньої осі, і покращити умови зчеплення керованої осі. Перспектива розвитку таких мікроавтобусів полягає у виконанні автобусів за вагонною компоновкою. Тому що безкапотна компоновка дозволяє довантажити передню вісь, та ефективніше використовувати загальну площу салону, розміщенню низько підлогової площадки у базі автобуса, що дозволить рівномірно розподілити навантаження і зменшити навантаження на каркас кузова.

Актуальність автобусів цього типу для України у післявоєнний період з впровадженням загальноєвропейських нормативних вимог щодо громадського транспорту очевидна.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Правила ЄЕК ООН № 107. Колісні транспортні засоби. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів категорії М3 та/або М2 стосовно їхньої загальної конструкції. -216с.
2. Крайник Л.В. і інш. Комплексна розробка і організація нових виробництв сучасного покоління автобусів та тролейбусів/ Львів, вид.Тріада-плюс, 2011 – 245с.
3. Горбай О.З. Міцність та пасивна безпека автобусних кузовів: монографія/ О.З. Горбай, К.Е. Голенко, Л.В. Крайник; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Л. : Вид-во Львівської політехніки, 2013. – 276 с.
- 4. Голенко К.Е. Комп'ютерне моделювання і аналіз напружено-деформованого стану каркаса кузова автобуса типу Low-entry / К.Е. Голенко, О.З. Горбай, Л.В. Крайник // Динаміка, міцність та проектування машин і приладів: вісник Нац. ун-ту "Львів. політехніка". – Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2008. – Вип. 614. – С. 63 – 68.
5. Горбай О.З. Оцінка експлуатаційної ефективності компоновальних схем автобусів типу low-entry/О.З. Горбай, К.Е. Голенко, Л.В. Крайник // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту :наук. журн. – Донецьк.:ДонаАТ/, 2010. – №1, С. 66–75.
- 6. Горбай О. З. Оцінювання міцності кузовів мікроавтобусів за умов пасивної безпеки / О.З. Горбай, К.Е. Голенко, М.С. Козак // Динаміка, міцність та проектування машин і приладів: вісник Нац. ун-ту "Львів. політехніка". – Л. : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2010. – Вип. 678. – С. 37 – 44.
- 7. Горбай О.З. Особливості конструкцій та компоновок накопичувальних площадок в мікроавтобусах / О.З. Горбай, К.Е. Голенко // Вісник Східноукраїнського НУ ім. В. Даля : наук. журн. – Луганськ : Східноукр НУ ім. В.Даля, 2010. – Вип. 6(148). – С.29 –35.
- 8.Горбай О. З. Моделювання режиму згину каркасу кузова міського автобуса / О.З. Горбай, К.Е. Голенко // Вісник Східноукраїнського НУ ім. В. Даля : наук. журн. – Луганск : Східноукр.НУ ім. В. Даля, 2012. – Ч. 1, № 9 (180). – С. 6–11.

9. ДСТУ – ГОСТ – Р50844-95. Автобусы для перевозки инвалидов. Общие технические требования. / Київ, Держстандарт, 1996. – 24 с.

10.Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде АРМ WinMachine3D. – М.: Издательство АПМ. 2006. – 288 с.

Електронні ресурси:

- 12.1 <https://www.daimler.com/>
- 13. <http://www.optare.com/>
- 14. <http://www.bredamenarinibus.it/>
- 15. <http://www.kutsenits.at/>
- 16. <http://www.ts-fahrzeugtechnik.de/>
- 17. <http://www.transbus.org/>
- 18. <http://www.vehixel.com/>
- 19. <http://www.merkavim.co.il/>
- 20. <http://www.kapena.com/>
- 21. <http://www.vdlbuscoach.com/>
- 22. <http://www.altas-auto.lt/>
- 23. <http://www.dietrichcarebus.fr/>
- 24. <http://www.rosero.sk/>
- 25. <http://www.indcar.es/>
- 26. <http://www.isuzu.com/>
- 27. <http://www.bmc.com.tr/>
- 28. <http://www.maz.by/>
- 29. <http://www.bus-truck.com.ua/>
- 30. Коваль З. О., Тивончук О. І. Підприємництво і менеджмент. Навчальний посібник./ Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2009. 172 с.