

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ УСТАНОВКИ ГАЗОБАЛОННОГО ОБЛАДНАННЯ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ НОРМАТИВНИМ НОРМАМ

Горбай О.З., доктор технічних наук, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

Керницький І.С., доктор технічних наук, університет життєдіяльності, Варшава, Польща

EVALUATION THE CNG CITY BUS EQUIPMENT A STANDARD REQUIREMENTS

Horbay O., Doctor of Science in Engineering, Lviv Polytechnic National University, Ukraine

Kernytskyi I., University of Life Science, Warsaw, Poland

ОЦЕНКА СООТВЕТСТВИЯ УСТАНОВКИ ГАЗОБАЛЛОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ НОРМАТИВНЫМ НОРМАМ

Горбай О.З., доктор технических наук, Национальный университет «Львівська політехніка», Львов, Україна

Керницький И.С., доктор технических наук, университет жизнедеятельности, Варшава, Республика Польша

Постановка проблеми. Актуальною вимогою сьогодення є створення екологічних транспортних засобів, які використовують альтернативні до дизельного і бензинового палива. Одним з таких є природний газ. На відміну від запасів природного газу нафтові ресурси в усьому світі вичерпуються, а зростаюча різниця цін на ці джерела енергії перетворює двигуни на природному газі на одну з привабливих перспектив порівняно з вищеназваними. Однак, це стосується також і їх відповідності міжнародним стандартам, що передбачає дотримання вимог ряду Правил Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй (ЄЕК ООН). Для кузовів автобусів з газобалонним обладнанням (ГБО) критерії міцності нормативно визначені у Правилах R110 ЄЕК ООН [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналогів міських автобусів, двигуни яких працюють на природному газі є не так і багато. Аналогами міського автобуса з газовою установкою на даху на ринках пост-радянського простору є: ЛІАЗ 5292 [2], КАВЗ 4270 [3], МАЗ 103965 [4]. Аналогами автобусів з газовою установкою у багажному відділенні є: КАВЗ 4238, ПАЗ-320412 CNG, А092G6 (газ), А092G7. Конкурентною щодо вартості але без відповідної сертифікації надходить в ці країни продукція китайських виробників: Huazhong, Dongfeng, Hubei Veldlion Machinery Co [5]. Перший з них випускає дві версії від 21-40 – моделі Wh6101 та на 41-60 пасажирів моделі Wh6120gng. 9-м модель з розміщенням двигуна в задній частині випускає Hubei Veldlion Machinery Co, а 12-м модель EQ6120 є в каталозі продукції Dongfeng. У каталозі останнього виробника є також автобусні шасі.

У Європі передбачається підвищений інтерес до автобусів, що використовують природний газ, бо європейські міста все частіше обмежують використання екологічно не найкращого дизельного палива і вимагають пошуку спектру альтернатив. Згідно опитування, проведеного міжнародною організацією операторів громадського транспорту MCOT виявлено, що майже половина нових міських автобусів, які будуть придбані операторами громадського транспорту і органами влади в найближчі роки будуть працювати на природному газі. 70 операторів громадського транспорту, які брали участь в опитуванні - які обслуговують зараз населення у 100 мільйонів чоловік автобусним парком з 70.000 автобусів в 63 містах по всій Європі надають перевагу альтернативним видам палива. Більше 28% респондентів вказують, що вони мають намір придбати автобуси, що використовують стиснений природний газ, ще 13% будуть інвестувати в автобусах, що працюють на біометані, а 40% респондентів хочуть купити автобуси з електричною силовою установкою, зокрема гібридних систем з яких значна частина буде на стисненому природньому газі [6].

Багато з виробників рекламують у буклетах таку продукцію серед своїх типорядів. На виставці Bus World в м Кортрейк (Бельгія) виробники минулого року представили кілька нових моделей, як для міського так і для приміського сполучення.

Шведський виробник Scania запустив Interlink LD, перший автобус на природному газі для приміських трансферів з аеропорту, поїздки на короткі відстані міжміських і шкільних автобусів. Їх новий автобус був обладнаний газовим двигуном потужністю 320 к.с. Цей, відповідаючий нормам Євро 6 двигун має такий же крутний момент як і на дизельному паливі.

У співпраці з Van Hool, Scania запропонувала нову модель для міських або приміських маршрутів, яка може працювати на будь-якому біометані або природному газу, маючи при цьому унікальне поєднання потужності з низькими викидами у навколишнє середовище. Крім того, зчленований автобус Scania Van Hool Exqui City маючи просторий інтер'єр нагадує трамвай [7]. Таким чином, поєднуючи зовнішність і ефективність трамвая отримано маневрений колісний транспортний засіб з низьким рівнем енергоспоживання при зниженій вартості експлуатаційних витрат.

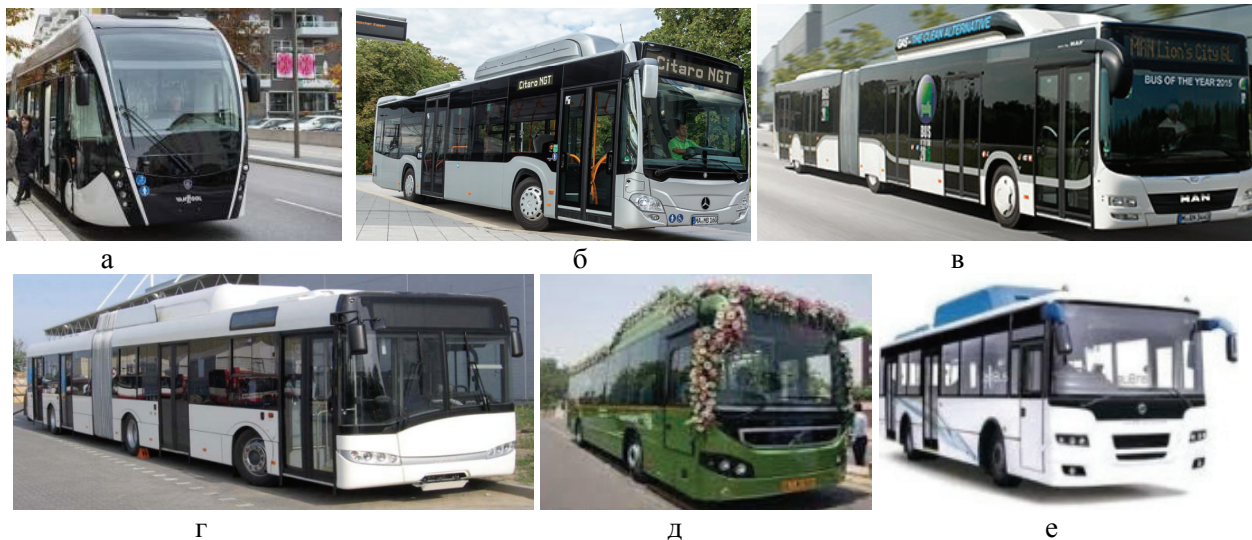


Рисунок 1 – Низькопідлоговий міський автобус Scania Interlink LD (а), Mercedes-Benz Citaro NGT (б), MAN Lion's City GL CNG (в), Solaris Urbino CNG (г), Volvo 8400 CNG (д), SML Isuzu Semi Low Floor CNG (е)

Mercedes-Benz представив свій Citaro NGT на природному газі, який повністю відповідає строгим щодо викидів вихлопних газів нормам Євро VI [8]. Він є демонстрацією технологічних можливостей Mercedes-Benz і явно обганяє свого попередника. Citaro CNG з двигуном OM 447 hLAG комплектується 302 к.с. двигуном, який вражає стосовно показників шуму і викидів CO₂ навіть до перевіреного часом OM 936. У той же час, новий Citaro NGT з меншим OM 936 G двигуном досягає економії палива до 20 % у порівнянні з Citaro CNG. При роботі на біо природному газі зменшуються витрати палива, а це означає зниження викидів. Він є одним з найбільш компактних серед аналогічних газових двигунів і при вазі у 747 кг є на 25% легшим, ніж його успішний попередник. Крім того, цей варіант Citaro оснащений газовими високотехнологічними, виготовленими з композитного матеріалу балонами, які дозволили зменшити вагу більше ніж на 200 кг.

Інший німецький автобусобудівник MAN завдяки багаторічному досвіду є лідером на ринку Європи в області виробництва автобусів, автобусних шасі та двигунів в т.ч. на природному газі. Як партнер для операторів транспортних послуг приватного і громадського транспорту MAN представляє рішення, що задовольняють основним вимогам завтрашнього дня: маневреність, комфорт і зручність, безпека і захист навколишнього середовища. Сьогодні, більш ніж будь-коли, акцент концерну робиться на витрати / доходи. Низькопідлоговий Lion's City використовує екологічно чисті Euro 6 технології, які застосовуються в даний час щодо вихлопних газів. Незалежно від того, приводиться в рух дизельним чи двигуном на природному газі міські автобуси MAN відповідають найвищим вимогам по токсичності і залишаються досить економічними транспортними засобами, як представлено від міди-автобуса до двоповерхового у всіх довжинах від 10,5 до 18,75 м: Lion's City, Lion's City M, Lion's City C/L, Lion's City G/ GL and Lion's City LE models (Low Entry). MAN Lion's City GL CNG є «Bus of the Year 2015» [9] (рис.1, в)

Аналогічна модель є у гамі Urbino польського виробника Solaris. Поєднання надійності, функціональності і екологічної роботи є типовим компромісом для продукції цього польського виробника. Інша модель Urbino 12 CNG працює на стиснутому природному газі або біогазі. Ще одним ключовим фактором є вартість його експлуатації, яка значно нижча в порівнянні з їх дизельними аналогами. У порівнянні зі звичайними двигунами застосований привід дозволяє зменшити викид

газоподібних забруднюючих речовин до 85%, а твердих частинок майже на 100%. Тому Urbino CNG відповідає найсуворішим екологічним стандартам, передбачає стандартну і швидку дозаправку, швидко адаптується до інфраструктури існуючого міста [10].

Перші Volvo 8400 CNG збираються для Делі. Ця модель CNG буде виготовлятиметься на заводі Volvo Buses в Індії близько Бангалора. Як і всі продукти Volvo, міський автобус CNG дотримується найвищих стандартів якості, безпеки і технології. Volvo 8400 має краще співвідношення потужності до ваги в своєму класі. Цей продукт підтверджує сильні сторони Volvo з точки зору надійності, високої продуктивності, оптимальних експлуатаційних витрат, комфорту і безпеки пасажирів та водія, що не скажеш про іншого виробника SML Isuzu Semi Low Floor CNG [11]. Для порівняння крутний момент становить всього 242 Нм при 1750 об/хв, коли для Volvo 8400 він 1200 Нм від 1050 до 1650 об/хв. Ця модель має нову передачу від Volvo – Ecolife, яка передбачає значні можливості скорочення палива завдяки оптимізованій системі передач, яка працює з точки зору витрат палива у найефективніших діапазонах швидкостей. Коробка передач оснащена інтелектуальними системами, щоб розпізнавати, коли транспортний засіб рухається в режимі холодного ходу або на передачі, тим самим теж знижуючи витрату палива. Цей автобус матиме ще більш ефективний сповільнювач і набагато меншим є тепловий режим гальм.

Іноваційні технології застосовано для Hyundai Aero City. Міцності та корозійній стійкості кузова сприяє електростатичне покриття, яке наноситься методом занурювання всього кузова у вану (рис. 2, а). Раніше недоступні місця тепер отримують максимальний захист від корозії практично для всього терміну експлуатації автобуса. Іноваційним є і спосіб зборки каркасу кузова (рис. 2, б), який дозволяє отримати при складанні з шасі більшу точність, жорсткість і міцність [12]. Жорсткість і безпека є першочерговим завданням New Super Aero City (рис. 2, в). Конструкція даху виконана по принципу натянутого лука. Центральна частина має підвищену міцність на згин і жорсткість при крученні у порівнянні до структури каркасного типу. Міцний корпус змонтований за рахунок шпангоутів 1 обтягнутих цільним дахом вздовж бокових кутників забезпечує найкращий захист для всіх пасажирів. Цьому сприяють цільні бокові стійки 5, що переходять у шпангоути і служать одночасно боковими стійками у надвіконному поясі. Верхня обв'язка 3 виконана з елементів закритого типу з'єднана по периметру в жостку конструкцію. Спроековано облеглий каркас задньої частини 2 у якому дещо відведено вертикальні стійки 4 у задній частині. Цим досягнуто більшу згинальну жорсткість і жорсткість при крученні задньої частини 6. Необхідна жорсткість проїому середніх дверей 8 досягнуто використанням профілю з квадратним перерізом.

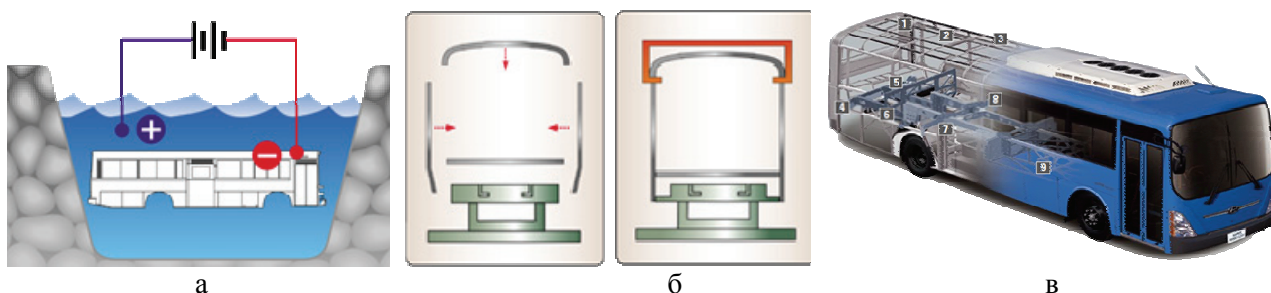


Рисунок 2 – Електростатичне покриття (а), схема складання каркасу кузова (б) Hyundai Aero City GL CNG (в)

Мета. Провести порівняльний аналіз міських автобусів з газобалонним обладнання розміщеним на даху на відповідність вимогам єдиних технічних приписів Правил ЄЕК ООН та сформувані краєві умови навантажувальних режимів верхньої частини каркасу кузова згідно нормативних вимог європейських правил пасивної безпеки.

Результати досліджень. Для порівняльного аналізу вибрано п'ять недорогих моделей міських автобусів з ГБО виробництва ЛиАЗ, КаВЗ, МАЗ та Guangtong Automobile Company. Їх технічні характеристики зведено у табл. 1. Самим екологічним автобусом великого класу для міських перевезень на сьогоднішній день згідно екологічного стандарту ЕЕВ рахується низькопідлогова модель ЛІАЗ-5292 (рис.3, а). Загальна пасажиромісткість ЛиАЗ-52927 ЕЕВ - 105 пасажирів, у тому числі - 20 посадочних місця, включаючи 2 місця для інвалідів. Низький рівень підлоги, система нахилу кузова «кнілінг», велика накопичувальний майданчик, обладнаний спеціальними кріпленнями для інвалідних візків, апарель для в'їзду / з'їзду, зручні сидіння дозволяють відчувати себе комфортно всім категоріям пасажирів. Кількість шкідливих викидів у цього автобуса на 60% менше в порівнянні з аналогічним автобусом екологічного стандарту Euro-4. Автобус агрегатується газовим двигуном

MAN екологічного стандарту EEV (Євро-6), і автоматичною коробкою ZF Ecolife. Застосування надійної агрегатної бази від провідних світових виробників забезпечує моторесурс -1 млн.км при міжсервісному пробігу у 30 тис. км. Мінімальна витрата палива за рахунок застосування в АКПП програми TOPODIN знижено на 15%.

Таблиця 1 – Технічні характеристики міських автобусів з газовою установкою

Модель автобуса	Автобус, що проектується	ЛИАЗ 5292	КАВЗ 4270	ЛИАЗ 5256	МАЗ 103965	GTQ6117
Маса у спорядженому стані, кг	10100	10440	10250	10600	10500	10800
Повна маса, кг	16500	18000	16000	18000	18000	18000
Місць для сидіння,	31+1	22+1	27+1	23+1	22+1	34+1
Стоячих місць, осіб	61	83	65	80	78	70
Пасажиromісткість,	92+1	105+1	92+1	103+1	100+1	104+1
Потужність, кВт	178	206	178	186	205	191
Емність балонів, л	665	809	665	858	1380	335
Запас ходу, км	500	500	500	550	600	500



а



б



в



г

Рисунок 3 – Низькопідлоговий міський автобус ЛиАЗ-52927 EEV (а), МАЗ 103965 (б), КАВЗ 4270 (в), GTQ6117 (г)

Кращим міським автобусом на автотранспортному фестивалі «Світ автобусів» 2015 признано низькопідлоговий автобус великого класу МАЗ 103965 (рис.3, б) призначений для перевезення пасажирів на міських і приміських маршрутах і використовує в якості палива стиснений природний газ. Поряд з газовим автобусом другого покоління МАЗ 203, на заводі розроблено автобус, що працює на метані. Ця модель є однією з найбільш популярних і успішних моделей МАЗ і добре зарекомендувала себе у країнах ближнього і далекого зарубіжжя. Застосування полімерно-композитних балонів четвертого типу забезпечує максимально можливий рівень безпеки пасажирів, зниження загальної маси транспортного засобу і мінімальні показники витрати газу. Оптимальна сукупна емність балонів до 1380 л дозволяє значно збільшити запас ходу на одній заправці (більше 500 км) і виключити «холості» пробіги техніки. У середньому час повної заправки автобуса складе 7-8 хвилин при паралельній заправці балонів за умови застосування заправного стандарту NGV 2. Коефіцієнти відношення повної маси та габаритної довжини до пасажиромісткості для цієї моделі є найкращими (рис.4).

Для роботи на маршрутах з інтенсивним пасажиропотоком призначений автобус КАВЗ-4270 (рис. 3, в) [13]. У салоні автобуса встановлено 27 посадочних місць, в.т.ч. 1 для перевезення маломобільних громадян. Система «кнілінг» з регулюванням нахилу автобуса до 7° убк дверей дозволяє забезпечити мінімальний ухил для зручності посадки в автобус всіх категорій пасажирів. Газова модифікація автобуса комплектується двигуном Cummins екологічного стандарту EURO-5. Газове паливо (метан)

заправляється у шість, розташованих на даху автобуса, балонів загальною ємністю 665 л. Цей об'єм палива забезпечує запас ходу до 475 км. При високих екологічних показниках автобус має ефективні економічні показники: знижені експлуатаційні витрати за рахунок низької вартості газового палива.

Високотехнологічний газовий автобус моделі розробила компанія Guangtong Automobile Company Ltd (рис. 3, г) [14]. Вихідна потужність двигуна газового автобуса становить 191 кВт. Він використовує зріджений природний газ в якості палива, і є одним з найбільш енергозберігаючих, і екологічно чистих автобусів. В нього монтується тільки один резервуар на 335 л зрідженого природного газу в задній частині.

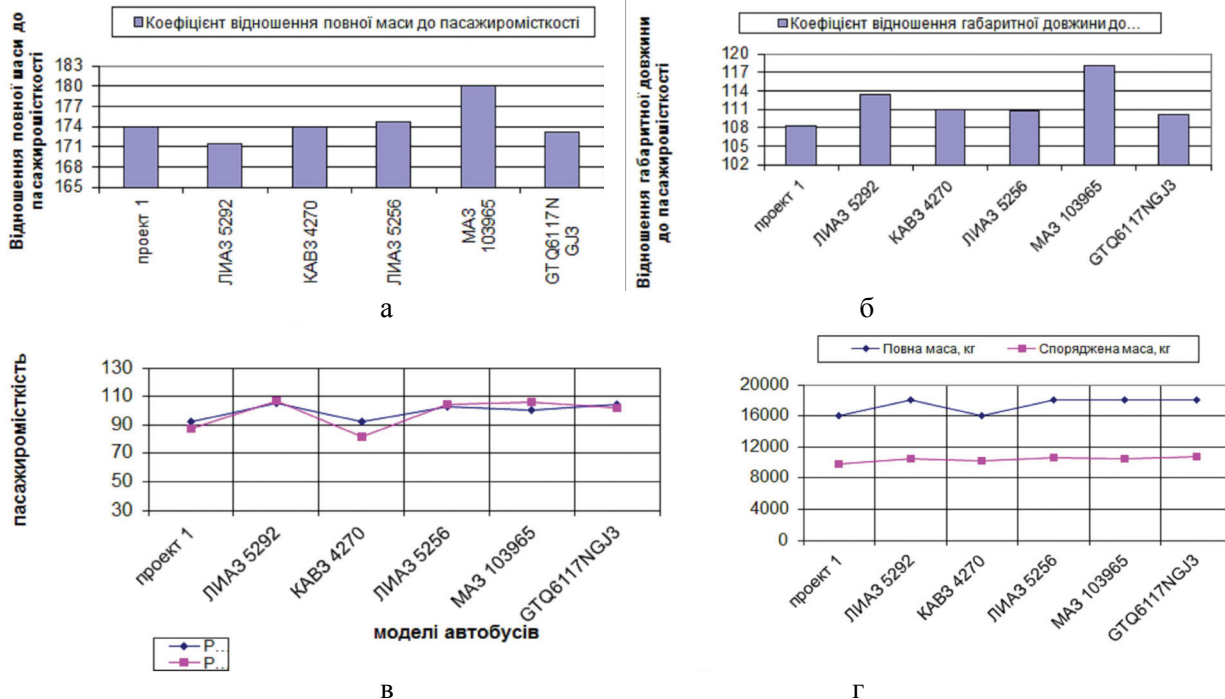


Рисунок 4 – Коефіцієнти відношення повної маси (а) та габаритної довжини (б) до пасажиромісткості, дійсна і розрахункова пасажиромісткості (в), споряджена і повна маси досліджуваних моделей (г)

У моделі автобуса A093G7 [15] українського виробництва газові балони розташовані уздовж осі автобуса в нижній частині і встановлені в спеціально відведених місцях, що виключають вплив механічних пошкоджень, прямих сонячних променів і опадів. Цей міський автобус малого класу з низьким рівнем підлоги на базі агрегатів Isuzu дає можливість повністю відмовитись від дизельного палива за рахунок використання альтернативного палива (газ метан). Модель оснащена двигуном ISUZU 4HV1-NA газовим CNG з багатоточковою системою впорскування і відповідає екологічним стандартам EURO-4. Рядний 4-х циліндровий двигун робочим об'ємом 4,57 л розвиває потужність в 130 к.с. і володіє найбільшою потужністю і крутним моментом в своєму класі. Унікальність цього двигуна полягає у вкрай низькому викиді шкідливих речовин і низькою витратою палива. У паливній системі двигуна 4HV1 використовується метод багатоточкового уприскування MPI, який точно контролює обсяг впорскування палива за допомогою форсунок. Машина з цим силовим агрегатом є лідером продажів серед CNG автомобілів в Японії.

Система ГБО встановлюється таким чином, щоб забезпечувалася її максимально можливий захист від пошкоджень, наприклад, викликаних попаданням гравію, зміщенням багажу, обумовлених входом/виходом пасажирів або переміщенням інвалідного візочка або зіткненням з іншим транспортним засобом і т.п. В ній використовуються сумісні для ГБО матеріали. Крім того, усі елементи системи повинні бути офіційно затверджені за типом конструкції в якості окремих деталей відповідно до положень Правил R110 ЄЕК ООН [1]. До цієї системи також не повинні під'єднуватися ніякі пристрої, за винятком тих, наявність яких строго необхідна для забезпечення належної роботи двигуна, що дозволяє забезпечити належну і безпечну роботу системи при робочому тиску і робочих температурах, на які вона розрахована і для яких вона офіційно затверджена.

На нормальне функціонування системи не повинна впливати також робота, захищеної належним чином, системи підігріву пасажирського салону. Якщо елементи обладнання не мають належного теплозахисного кожуха вони не повинні розташовуватися в межах 100 мм від системи випуску відпрацьованих газів або аналогічного джерела тепла.

Будь-який захисний матеріал, що є частиною елементів обладнання, не повинен виступати за зовнішні габарити транспортного засобу, за винятком заправного блоку, причому останній не повинен виступати зі свого гнізда більш ніж на 10 мм. На готовій до експлуатації моделі відстань між паливним балоном і поверхнею дороги повинна складати не менше 200 мм. Балони встановлюються стаціонарно, причому вони не повинні встановлюватися в моторному відсіку і таким чином, щоб не відбувалося контакту між металевими поверхнями, за винятком контакту з вузлами кріплення балонів.

На транспортних засобах категорій М3 і N3 паливні балони або резервуар (резервуари) повинні бути встановлені і закріплені таким чином, щоб при повних балонах могли поглинатися без заподіяння ушкоджень навантаження 6,6 g у напрямку руху і 5 g по горизонталі, перпендикулярно напрямку руху. Для транспортних засобів категорій М2 і N2 навантаження по горизонталі перпендикулярно напрямку руху залишається незмінним, а у напрямку руху зростає до 10 g. Аж до 20 g у напрямку руху і до 8 g по горизонталі перпендикулярно напрямку руху без заподіяння ушкоджень повинні витримувати транспортні засоби категорій М1 і N1.

Кожний модельний ряд одноповерхових транспортних засобів категорії М3 для перевезення 16 і більше пасажирів, що сидять, чи включаючи у цю кількість пасажирів, що стоять, повинен бути випробуваний відповідно до методу, обраного заводом-виробником або відповідним компетентним органом на відповідність Правилам СЕК ООН № 110 [1]. Замість експериментальних випробувань може використовуватися розрахунковий метод перевірки, якщо заявник при офіційному затвердженні може продемонструвати технічній службі його еквівалентність.

Актуальність встановлення ГБО на автобусах пов'язана не лише зі збільшенням вартості на паливно-мастильні матеріали, але й з розширенням модельного ряду. Якщо уніфікація кузовів під встановлення ГБО для низько-підлогових машин (Low-floor та Low-entry) відбувається порівняно легко, оскільки каркас даху початково виконує несівну функцію, маючи потужний сортамент труб та їх насичену багаторівневу структуру, то «класичні» кузови і типу «Комбі» потребують ретельної перевірки на міцність, а інколи й структурної оптимізації, спрямованої на зростання жорсткості кузова. Розміщення об'ємного обладнання у багажних відсіках в нижньому ярусі кузова не є ефективним, з огляду на економічні показники експлуатації автобуса (рис. 5, б).

Крайові умови розрахунку сформовано для низькопідлогової моделі проектного автобуса габаритною довжиною 10 м. Для Solid-моделі низькопідлогового проектного автобуса до зовнішніх сил належать навантаження, що створюються від систем: а) ГБО; б) системи кондиціонування салону автобуса. Фактичне розміщення точок кріплення кондиціонера і газових балонів показано на рис. 5, в. Кондиціонер передає навантаження на каркас даху через 18 опор, а газові балони передають навантаження на каркас даху через шість опор. Згідно з даними ТЗ за величиною маси кондиціонера і газових балонів розраховано питоме навантаження на відповідні опори для двох режимів випробувань. Для можливості поглинання навантажень, що викликаються

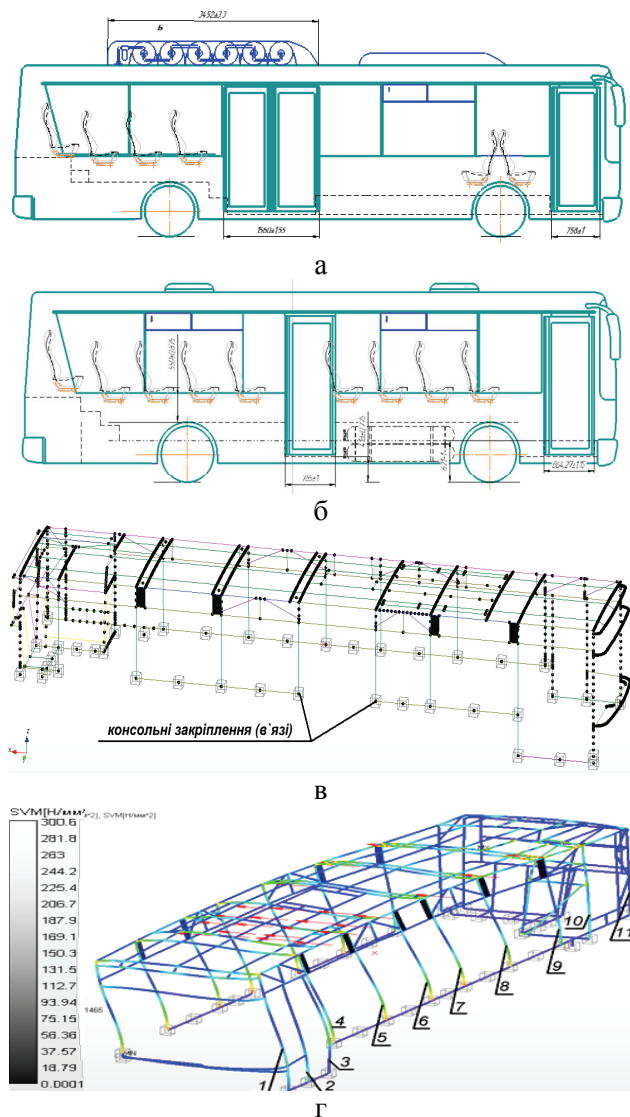


Рисунок 5 – Схема проектного автобуса а) – з газовою установкою на даху, б) – з газовою установкою в багажному відділенні, в) – прикладання консольних закріплень до розрахункової моделі верхньої частини каркаса кузова міського проектного автобуса, г) – карта напружень за режиму 6,6 g у напрямку руху

кондиціонером і газовими балонами в умовах нормованих режимів випробувань верхня частина каркаса кузова повинна бути статично зафіксована. Тому до розрахункової моделі прикладаються консольні закріплення (в'язі), що блокують можливість переміщення і поворот відповідних вузлів конструкції стосовно основних осей. Обмеження переміщень прикладені у вузлах сходження підвіконних брусів правої та лівої боковин з відповідними вертикальними стійками нижньої обв'язки, каркаса мотовідсіку на рівні висоти підвіконного бруса та з'єднання каркасів передньої і задньої частин автобуса. Фактична кількість прикладених закріплень консольного типу до розрахункової моделі становить 39, що дає змогу реалістично імітувати натурні випробування автобуса (рис. 5, г).

Висновок. На основі проведеного порівняльного аналізу ринку автобусів з ГБО розроблено 3-D MCE модель автобуса міського типу у відповідності до міжнародних стандартів з дотримання вимог Правил ЄЕК ООН R110, яка дозволяє визначити напружено-деформований стан кузова автобуса без заподіяння ушкоджень при прикладенні навантажень 6,6 g у напрямку руху і 5 g по горизонталі, перпендикулярно до напрямку руху.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ UN/ECE R 110-00:2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження: I. Елементів спеціального обладнання дорожніх транспортних засобів, двигуни яких працюють на стисненому природному газі (СПГ); II. Дорожніх транспортних засобів стосовно установлення елементів спеціального обладнання офіційно затвердженого типу для використання в їхніх двигунах стисненого природного газу (СПГ) (Правила ЕЭК ООН № 10-00:2001, IDT). – Введ. 2002–24–07. – К.: Держспоживстандарт. – 232 с.
2. ЛИАЗ 525657 газовый [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rusbus.ru/bus/liaz/525657>.
3. Курганский автобус поехал на газе [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kavz.110km.ru/autonews/107456.html>.
4. МАЗ планирует выпускать "лучший городской автобус" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.abw.by/news/182544>.
5. Product Directory <http://www.made-in-china.com/productdirectory.do?subaction=hunt&mode=and&style=b&isOpenCorrection=1&word=City+Bus+CNG&comProvince=nolimit>.
6. New tenders for city buses will favour natural gas and biogas, extensive survey shows. <http://www.ngvaeurope.eu/new-tenders-for-city-buses-will-favour-natural-gas-and-biomethane>.
7. Scania and Van Hool launch new natural gas city bus <http://cngeurope.com/scania-and-van-hool-launch-new-natural-gas-city-bus>.
8. Next stop: green city/ <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/vehicles/buses/next-stop-green-city>.
9. MAN Lion's City CNG [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bus.man.eu/global/en/city-buses/man-lions-city-cng/bus-of-the-year-2015/Bus-of-the-Year-2015.html>.
10. Solarisbus urbino. <http://www.solarisbus.com/vehicle/urbino-12-cng>.
11. Compare Volvo 8400 City Bus Base vs SML Isuzu Semi Low Floor CNG Base. http://www.gaadi.com/buses/noindex/compare-volvo_8400_city_bus-vs-sml_isuzu_semi_low_floor_cng
12. New Super Aero City <http://worldwide.hyundai.com/WW/Showroom/Commercial/Bus/SuperAeroCity/PIP/index.html>.

REFERENCES

1. Concerning the Adoption of Uniform Technical Prescriptions for Wheeled Vehicles, Equipment and Parts which can be Fitted and/or be Used on Wheeled Vehicles and the Conditions for Reciprocal Recognition of Approvals Granted on the Basis of these Prescriptions (Revision 2, including the amendments which entered into force on 16 October 1995). 2002–24–07. – 232 p. (Ukr)
2. CNG LIAZ 525,657 / <http://www.rusbus.ru/bus/liaz/525657>. (Rus)
3. Kurgan bus drove on gas / <http://kavz.110km.ru/autonews/107456.html>. (Rus)
4. MAZ plans to produce the "best city bus" / <http://www.abw.by/news/182544>. (Rus)
5. Product Directory <http://www.made-in-china.com/productdirectory.do?subaction=hunt&mode=and&style=b&isOpenCorrection=1&word=City+Bus+CNG&comProvince=nolimit>.
6. New tenders for city buses will favour natural gas and biogas, extensive survey shows / <http://www.ngvaeurope.eu/new-tenders-for-city-buses-will-favour-natural-gas-and-biomethane>
7. Scania and Van Hool launch new natural gas city bus <http://cngeurope.com/scania-and-van-hool-launch-new-natural-gas-city-bus>.

8. Next stop: green city/ <https://www.mercedes-benz.com/en/mercedes-benz/vehicles/buses/next-stop-green-city>.
9. MAN Lion's City CNG / <http://www.bus.man.eu/global/en/city-buses/man-lions-city-cng/bus-of-the-year-2015/Bus-of-the-Year-2015.html>.
10. Solarisbus urbino / <http://www.solarisbus.com/vehicle/urbino-12-cng>.
11. Compare Volvo 8400 City Bus Base vs SML Isuzu Semi Low Floor CNG Base. http://www.gaadi.com/buses/noindex/compare-volvo_8400_city_bus-vs-sml_isuzu_semi_low_floor_cng
12. New Super Aero City / <http://worldwide.hyundai.com/WW/Showroom/Commercial/Bus/SuperAeroCity/PIP/index.html>.

РЕФЕРАТ

Горбай О.З. Оцінка відповідності установки газобалонного обладнання міських автобусів нормативним вимогам / О.З. Горбай, І.С. Керницький // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 1 (34).

У європейських містах все частіше обмежують використання екологічно не найкращого дизельного палива і вимагають пошуку альтернативних джерел енергії. Опитування міжнародної організації операторів громадського транспорту MCOT виявило, що майже половина нових міських автобусів, які будуть придбані операторами громадського транспорту і органами влади в найближчі роки будуть працювати на природному газі. 70 операторів громадського транспорту, які брали участь в опитуванні - які обслуговують зараз населення у 100 мільйонів чоловік автобусним парком з 70.000 автобусів в 63 містах по всій Європі надають перевагу альтернативним видам палива. Більше 28% респондентів вказують, що вони мають намір придбати автобуси, що використовують стиснений природний газ, ще 13% будуть інвестувати в автобусах, що працюють на біометані, а 40% респондентів хочуть купити автобуси з електричною силовою установкою, зокрема гібридних систем з яких значна частина буде працювати на стисненому природньому газі.

На транспортних засобах категорій М3 і N3 паливні балони або резервуари встановлюються таким чином, щоб при повних балонах могли поглинатися без заподіяння ушкоджень навантаження 6,6 g у напрямку руху і 5 g по горизонталі, перпендикулярно напрямку руху. Кожний модельний ряд одноповерхових транспортних засобів категорії М3 для перевезення 16 і більше пасажирів, що сидять, чи включаючи у цю кількість пасажирів, що стоять, випробовується відповідно до методу, обраного заводом-виробником або іншим компетентним органом на відповідність вимогам пасивної безпеки ЄЕК ООН.

Проведено порівняльний аналіз міських великогабаритних автобусів з розміщенням газобалонного обладнання на даху або у багажних відділеннях. Встановлено відповідність великогабаритних пасажирських дорожніх транспортних засобів вимогам єдиних технічних приписів Правил ЄЕК ООН № 110.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ПАСАЖИРСЬКИЙ АВТОБУС, ГАЗОБАЛОННЕ ОБЛАДНАННЯ, СТАТИЧНА МІЦНІСТЬ, ПАСИВНА БЕЗПЕКА, ПРАВИЛА ЄЕК ООН № 110, МЕТОД СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ.

ABSTRACT

Horbay O, Kernytsky I. Evaluation the CNG city bus equipment a standard requirements. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2016. – Issue 1 (34).

European cities increasingly limiting the use of eco-diesel and are looking for alternative energy sources. Nearly half of new city buses that will be purchased by public transport operators and authorities in the coming years will be fuelled by natural gas, a survey by the international organisation of public transport operators UITP revealed. 70 operators of public transport that took part in the survey - is serving the population of 100 million bus fleet of 70,000 buses in 63 cities throughout Europe prefer alternative fuels. More than 28% of respondents indicated they intend to buy the buses fuelled by compressed natural gas, 13% would invest in buses running on biomethane, and 40% of the respondents want to buy buses with electric propulsion, in particular hybrid systems of which a significant part will be fuelled by compressed natural gas.

In vehicles of category M3 and N3 fuel tanks or cylinders are set so that when the full containers could be absorbed without causing damage to the load 6.6 g in the direction of travel and 5 g horizontally perpendicular to the direction of travel. Each range of single-story category M3 vehicles to transport 16 or more passengers seated or including in this number of passengers, standing, tested according to the method chosen by the manufacturer or other competent authority for compliance with passive safety UNECE.

A comparative analysis of large-city buses with LPG equipment placement on the roof or in the baggage compartments. Matchings large-sized passenger road vehicles with the requirements of uniform technical prescriptions of UNECE Regulation number 110.

KEY WORDS: BUS, LPG EQUIPMENT, STATIC STRENGTH, PASSIVE SAFETY UNECE REGULATION R 110, FINITE ELEMENT METHOD.

РЕФЕРАТ

Горбай О.З. Оценка соответствия установки газобаллонного оборудования городских автобусов нормативным требованиям / О.З. Горбай, И.С. Керницкий // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2016. – Вып. 1 (34).

В европейских городах все чаще ограничивают использование дизельного топлива и требуют поиска альтернативных источников энергии. Опросы международной организации операторов общественного транспорта MCOT выявило, что почти половина новых городских автобусов, которые будут приобретены операторами общественного транспорта и органами власти в ближайшие годы будут работать на природном газе. Более 28% респондентов намерены приобрести автобусы, которые используют сжатый природный газ, еще 13% будут инвестировать в автобусах, работающих на биометане, а 40% респондентов хотят купить автобусы с электрической силовой установкой, в частности гибриды, из которых значительная часть будет работать на сжатом природном газе.

Каждый модельный ряд одноэтажных транспортных средств категории МЗ для перевозки 16 и более пассажиров испытывается в соответствии с методом, избранным заводом-изготовителем или другим компетентным органом на соответствие требованиям пассивной безопасности ЕЭК ООН. Топливные баллоны или резервуары на транспортных средствах категорий МЗ и N3 устанавливаются таким образом, чтобы при полных баллонах могли поглощаться без причинения повреждений нагрузки 6,6 г в направлении движения и 5 г по горизонтали, перпендикулярно направлению движения.

Проведен сравнительный анализ городских крупногабаритных автобусов с размещением газобаллонного оборудования на крыше или в багажных отделениях. Установлено соответствие крупногабаритных пассажирских транспортных средств требованиям единых технических предписаний Правил ЕЭК ООН № 110.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ПАССАЖИРСКИЙ АВТОБУС, ГАЗОБАЛЛОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, СТАТИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ, ПАССИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРАВИЛА ЕЭК ООН № 110, МКЭ.

АВТОРИ:

Горбай О.З., доктор технічних наук, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, вул. Олеся 16, кв. 2.

Керницкий И.С., доктор технічних наук, SGGW, Warszawa, професор, Україна, 79052, м. Львів, вул. Широка, 92, кв. 82.

AUTHORS:

Horbay O. Doctor of Science in Engineering, Lviv Polytechnic National University, assistant professor, Automotive Department, Ukraine, 79017, Lviv, Olesja str.16/2.

Kernytskyi I.S. Doctor of Science in Engineering, SGGW, Warszawa, professor, Ukraine, 79052, Lviv, Shyroka str. 92/82.

АВТОРЫ:

Горбай О.З., доктор технических наук, Национальный университет «Львівська політехніка», г. Львов, ул. Олеся 16, кв. 2.

Керницкий И.С., доктор технических наук, SGGW, Warszawa, профессор, Украина, 79052, г. Львов, ул. Широкая, 92, кв. 82.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Крайник Л.В., доктор технічних наук, голова правління БАТ «Укравтобуспром».

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, НТУ, Україна, завідувач кафедри автомобілів.

REVIEWERS:

Kraynyk L.W. Doctor of Science in Engineering, Chairman of the Board of JSC «Ukratobusprom».

Sahno V. P., Doctor of technical Sciences, Professor, National Transport University, Ukraine, head of Department cars.