

Горбай О.З., Шевців М.Б., Хома В.В.
Національний університет «Львівська політехніка»

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАСАЖИРСЬКОГО СИДІННЯ СТН-6 КОМПАНІЇ «ВЕЕМ» НА ВІДПОВІДНІСТЬ ВИМОГАМ ЄВРОПЕЙСЬКИХ ПРАВИЛ ЄКООН R80

В рамках науково-прикладного дослідження міцності пасажирських туристичних нерегульованих сидінь проведено експериментальні випробування моделі СТН-6 компанії «ВЕЕМ» на відповідність європейським правилам R80 ЄЕК ООН. Випробування проводяться з метою оцінки відповідності пасажирського сидіння вимогам ДСТУ UN/ECE R80-00:2002. Встановлено їх відповідність єдиним технічним приписам щодо офіційного затвердження сидінь великогабаритних пасажирських дорожніх транспортних засобів і офіційного затвердження цих дорожніх транспортних засобів стосовно міцності сидінь та їх кріплень.

Ключові слова: автобус, навантаження, міцність пасажирських сидінь, правила R80 ЄЕК ООН.

Постановка проблеми. Євроінтеграційний напрям для автобусобудівної галузі України означає безумовне забезпечення відповідності ряду Правил ЄЕК ООН. До таких слід віднести Правила R107[1], що стосуються забезпечення комфортними умовами перевезення пасажирів, в т.ч. і з обмеженими рухомими можливостями, особливо у міських автобусах. Якщо акцентувати увагу на безпеці пасажирських перевезень, то першочерговими з точки зору обов'язкової сертифікації автобусів є Правила R66 ЄЕК ООН[2], що обумовлюють чіткі вимоги до забезпечення величини запасу простору у салоні для пасажирів відносно міжвіконних стійок під час перекидання автобуса. Також сертифікаційні приписи ЄЕК ООН по безпеці перевезень пасажирів відображені у правилах R14[3], R16[4], R17[5], R25[6], R80[7]. Останні є в певній мірі комплексними і стосуються офіційного затвердження сидінь великогабаритних пасажирських транспортних засобів стосовно їх міцності та безпеки під час аварії. Основним методом встановлення відповідності об'єкту досліджень чинним вимогам Правил ЄЕК ООН традиційно рахуються натурні випробування. Це означає, що процес сертифікації транспортних засобів передбачає величезні фінансові витрати, адже зруйнований тестовий екземпляр сидінь чи як складова каркасу кузова автобуса не підлягає подальшій реалізації.

У зв'язку з цим **метою роботи** є розробка аналітичного методу визначення міцності пасажирських сидінь, який у подальшому міг би бути запропонований для проведення сертифікаційних випробувань пасажирських сидінь у транспортних засобах.

Результати досліджень. Правила №80 ЄЕК ООН застосовуються до сидінь транспортних засобів категорій M2 та M3 (за виключенням транспортних засобів класу I, визначення котрих представлено в Правилах №36 [8] ЄЕК ООН та класу A, визначених Правилами №52 [9] ЄЕК ООН) по відношенню до:

- кожного пасажирського сидіння, призначеного для встановлення за напрямком руху;
- кріплення сидінь, передбачених в транспортному засобі та призначених для встановлення у п.1, або сидіння будь-якого типу, на котрі можуть бути встановлені ці сидіння.

Дослідження оцінки важкості нанесених пасажиру травм виконується на основі наступних параметрів:

- біометричні критерії допустимого травмування задовольняють наступним умовам: критерій допустимого травмування голови (КДТГ) менше 500; критерій допустимого травмування грудної клітини (КДТГК) менше 30g, за виключенням випадків, коли інтервали часу складають менше 3 мс; критерій допустимого травмування бедра (КДТБ) менше 10кН, а для інтервалів часу, що складають в сумі менше 20 мс, ця величина не перевищує 8кН.
- максимальне зміщення центральної точки прикладання кожної з сил, заміряне у горизонтальному напрямі, складає не менше 100 мм для верхнього рівня навантаження та 50 мм – для верхнього рівня (детально визначено у Правилах).

Перевірка сидіння та його кріплення виконується на основі нормативно визначених умов, серед котрих найбільш важливими є: під час випробувань не відбувається від'єднання жодної з частин сидіння, його кріплень або додаткового обладнання; після випробувань жоден елемент структури сидінь чи додаткового обладнання не має тріщин, відкритих зламів та гострих кутів чи ребер, що здатні завдати тілесні травми.

Випробування на відповідність Правилам №80 ЄЕК ООН вважаються виконаними, якщо дотримано наступні умови:

- при переміщенні вперед жодна з частин тіла та голови манекена не перетинає вертикальну поперечну площину, що знаходиться на відстані 1,6 м від точки “R” допоміжного сидіння;
- максимальне переміщення центральної точки прикладання кожної сили згідно умов цих правил, заміряне в горизонтальній площині, що проходить через середню поздовжню площину сидіння у відповідному положенні, не перевищує 400мм.

В рамках даного науково-прикладного дослідження проведено випробування пасажирських сидінь СТН-6 компанії «ВЕЕМ» на відповідність правилам R80 ЄЕК ООН. Опис випробувального обладнання: випробувальне обладнання має циліндричні поверхні радіусом 82 ± 3 мм шириною:

- рівній ширині спинки сидіння (для верхнього рівня прикладання навантаження);
- рівною 320 ± 18 мм для кожної частини тулуба манекену у відповідності з рис.1 (для нижнього рівня навантаження); кожна циліндрична поверхня повинна бути оснащена мінімум одним давачем для заміру зусилля, що прикладене в горизонтальному напрямку.

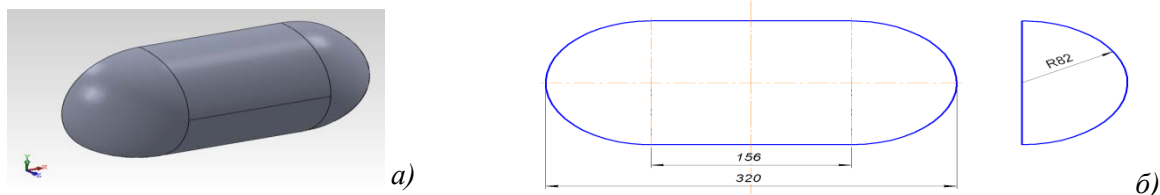


Рис.1. Експериментальна форма для випробувань згідно правил R80 ЄЕК ООН: а) об'ємна модель; б) габаритні розміри форми

Процедура випробувань за статичним методом правил R 80 ЄЕК ООН. Навантаження прикладається на двох рівнях за допомогою обладнання, поданого вище, до задньої частини сидіння. Напрямок прикладання навантаження лежить в середній вертикальній площині; вектор навантаження є горизонтальним, напрямленим від задньої до передньої частини сидіння. Величина навантаження визначається так:

$$\frac{1000}{H_1} \pm 50H \quad (1)$$

де: H_1 – висота прикладання навантаження, рівна 0,7-0,8 м відносно базової поверхні.

Одночасно за допомогою зазначеного обладнання прикладається навантаження, що визначається так:

$$\frac{2000}{H_2} \pm 100H \quad (2)$$

де: H_2 – висота прикладання навантаження, рівна 0,45-0,55 м відносно базової поверхні.

Експериментальні форми повинні знаходитися у контакті зі спинкою сидіння до прикладання зусиль (1), (2) таким чином, щоб забезпечувалось навантаження не менше 20 Н на спинку сидіння. Зусилля мають прикладатися через якомога короткі інтервали часу та одночасно притримуватися, незалежно від величини деформації сидіння, протягом не менше 0,2 с. Прикладання навантаження до пасажирських сидінь СТН-6 величиною 1300 Н згідно (1), та 4000 Н згідно (2) показано на рис.2. а основні характеристики цих нерегульованих туристичних сидінь приведено у таблиці 1.

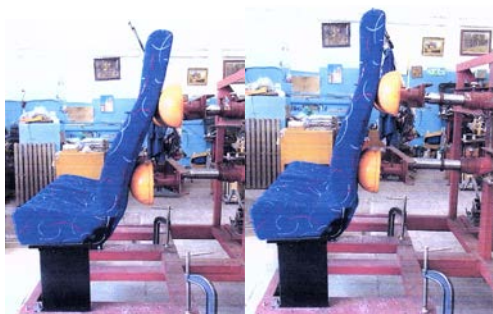


Рис.2. Прикладання навантаження згідно (1), (2) до пасажирських сидінь СТН-6 згідно вимог правил R80 ЄЕК ООН

Каркас сидіння автобуса з математичної точки зору є твердим тілом, що під час моделювання описується як сукупність подібних за геометрією елементів, які сукупно формують структуру, максимально адекватну до реального каркасу сидіння. На першому етапі встановлення відповідності розрахункової методики результатам натурних випробувань розглянемо особливості поведінки стрижневої моделі каркасу сидінь разом фермою кріплення до кузова автобуса. Доцільність розрахунку саме стрижневої моделі також підкріплена й тим, що конструктивно каркас сидінь являє собою труби із більш ніж 5-кратним співвідношенням розмірів

довжина/поперечне січення. В таких випадках є оптимальним стрижневе представлення об'єкту досліджень.

Основні дані про об'єкт випробувань

Таблиця 1

Тип сидіння	сидіння напівм'яке двомісне, призначене для встановлення на автобусах ; складається з двох м'яких частин моделі СТН-6 та спільної для них основи ППС 4
Габаритні розміри, мм:	
– довжина	639
– ширина	874
– висота	1072
Технічний опис сидіння	конструктивно сидіння складається з двох м'яких частин сидінь, установлених на спільній основі; основу сидіння складає зварний остов із сталевих труб, до якого приварюються стійка для кріплення сидіння до підлоги та кронштейн для кріплення до боковини
Технічний опис кріплення сидіння:	
– кріплення (до автобуса)	при встановленні на автобусі сидіння з'єднується зі сторони проходу болтовим з'єднанням через настил підлоги з силовим елементом П-подібного профілю, призначеним для кріплення сидіння і привареним безпосередньо до каркасу основи автобуса; зі сторони боковини сидіння своїм кронштейном опирається на приварену до каркасу боковини полосу
Результати випробувань:	
- зміщення від прикладення сили P_1	104 мм
зміщення від прикладення сили P_2	83 мм

Основні характеристики жорсткості стрижневого елемента визначається механічними властивостями матеріалу та геометричними параметрами поперечного січення. Згідно вище поданого стрижневий скінченний елемент (СЕ) рахується «тонким», тобто його поперечне січення по меншій мірі в п'ять разів менше довжини самого елемента. Кінці елемента являють собою вузли, кожний з котрих має 6 ступенів вільності: три кутові та три лінійні. Таким чином, кількість рядків (стовбців) матриці жорсткості окремого стрижневого елемента дорівнює: 2×6 , що відповідає розмірності 12×12 . Для стрижневих елементів вважаються справедливими дві основні теорії:

- гіпотеза про не надавлювання шарів один на одного, що забезпечує збереження розмірів після деформації ;
- гіпотеза пеських січень [10], що передбачає відсутність зсувів шарів у площинах, які проходять через поздовжню вісь стрижня, в результаті чого січення стрижневого елемента залишається пеським після деформації.

У випадку, коли в результаті навантаження в стрижневому елементі відсутнє кручення (або незначне за модулем), то розрахунок силових факторів (напружень, деформацій, відповідних епюр, тощо) відбувається на базі основних положень теорії опору матеріалів. Коли величина крутного моменту, що виникає у стрижні, є суттєвою, аналітична задача оцінки напружено-деформованого стану довільної області стрижня розв'язується методом скінченних елементів. За таких обставин поперечне січення стрижня розбивається на плоскі кінцеві елементи, що взаємодіють між собою через вузли. Наступним кроком розраховується переміщення у вузлах, що дозволяє визначити напруження й переміщення у решти СЕ моделі.

В основу реалізації розрахунку напружено-деформованого стану конструкції покладено метод переміщень. Таким чином, всередині СЕ переміщення в довільній точці описується набором певних функцій, зазвичай поліномом від координат точки. Підстановка в ці функції координат вузлових точок скінченного елемента дозволяє записати переміщення $u(x)$ довільної точки елемента через невідомі переміщення його вузлових точок:

$$\bar{u}(x) = N(x)\bar{U} \text{ або інакше: } \bar{u}(x) = \sum_{i=1}^n N_i(x)u_i \quad (3)$$

де: \bar{u}_i - вектор переміщення для i -го вузла елемента, $N_i(x)$ - функція форми елемента; $N(x)$ - матриця функцій форми; \bar{U} - вектор вузлових переміщень всього елемента.

Дослідимо напружено-деформований стан для СЕ каркасу сидіння. Зв'язок напружень $\delta(x)$ з деформаціями $\varepsilon(x)$ для лінійної поведінки матеріалу описується рівнянням $\bar{\sigma} = D\bar{\varepsilon}$, де D - матриця пружності.

Загальна деформація може бути описана через вузлові переміщення елемента:

$$\bar{\varepsilon} = \bar{u}B \quad (4)$$

Оскільки імітація правил R80 СЕК ООН передбачає поглинання енергії удару від експериментальних форм (рис.1), запишемо вираз для повної потенціальної енергії елемента:

$$\bar{I}^{(e)} = 1/2 \int_v \bar{\varepsilon}^T D \bar{\varepsilon} dV - \int_v \bar{u}^T \bar{p} dV - \int_s \bar{u}^T \bar{q} dS, \quad (5)$$

де: \bar{q} та \bar{p} - вектори поверхневих та об'ємних сил, відповідно.

Наступним кроком підставимо вектор деформації в рівняння, виразивши через вузлові переміщення:

$$\Pi^{(e)} = (1/2 \bar{U}^T \int_v (BN)^T D B N dV) \bar{U} - (\int_v \bar{p}^T N dV + \int_s \bar{q}^T N dS) \bar{U} \quad (6)$$

Рівняння для потенційної енергії представимо так:

$$\Pi^{(e)} = 1/2 \bar{U}^T K \bar{U} - f^T \bar{U}, \quad (7)$$

де: $K^{(e)} = \int_v (BN)^T D B N dV$ - матриця жорсткості елемента; $f^T = \int_v \bar{p}^T N dV + \int_s \bar{q}^T N dS$ - вектор вузлових сил (приведених).

Записати повну потенційну енергію системи (в даному випадку сидіння) можемо у вигляді суми:

$$\Pi = \sum_e \Pi^{(e)} \quad (8)$$

Кількість ступенів вільності конструкції відповідає розмірність системи. Для СЕ в кожному вузлі є 6 ступенів вільності (3 лінійних переміщення і 3 кута повороту). При знаходженні переміщень визначаються решта невідомих параметрів конструкції: зусилля в елементах, деформації, напруження, реакції у в'язях, тощо.

Розрахункова модель для двомісного пасажирського сидіння моделі СТН-6 (рис.3 а, б), створена у відповідності до протоколу випробувань № ПВ №1.03-20308/R80[11]. Дана модель складається з двох м'яких частин на спільній основі ППС 4. Випробовування проводяться з метою оцінювання відповідності пасажирського сидіння вимогам ДСТУ UN/ECE R80-00:2002, тобто їх відповідності єдиним технічним приписам щодо офіційного затвердження сидінь великогабаритних пасажирських дорожніх транспортних засобів і офіційного затвердження цих дорожніх транспортних засобів стосовно міцності сидінь та їх кріплень. Отримані напруження від прикладених сил та переміщення зображені на рис.3.



Рис.3. Двомісне пасажирське сидіння моделі СТН-6 з рамою для кріплення
а) об'ємна модель ;б) напруження від прикладених сил; в) переміщення від прикладених сил.

Матеріал виготовлення розрахункової моделі каркасу сидіння – Сталь 20.

Структура результатів нелінійного розрахунку аналогічна статичному розрахунку, однак має ряд особливостей і якщо в результаті виконання встановленої кількості ітерацій задана точність не досягається, то з'явиться повідомлення про характерну помилку. У цьому випадку слід збільшити максимальну кількість ітерацій розрахунку, а при втраті стійкості внаслідок дії на конструкцію занадто великих навантажень збіжність результатів нелінійного розрахунку не забезпечується, і програма видає повідомлення, що нелінійний розрахунок розходиться. Похибки між експериментальними та розрахунковими даними не перевищує 6 %.

Висновки. При випробуваннях натурної моделі нерегульованого туристичного пасажирського автобусного сидіння СТН-6 промодельовано складний процес навантаження, що складався з наступних етапів:

- навантажувальні форми (рис.1) перед початком удару вже знаходяться у контакті зі спинкою сидіння, створюючи нормативно визначене навантаження, рівне 20 Н;
- максимально швидке прикладання навантаження, визначено згідно (1), (2);
- збережено значення зазначеного навантаження протягом не менше 0,2 с;
- проведено миттєве зняття навантаження з моделі.

1. DSTU UN/ECE R 107-01:2008. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження транспортних засобів категорій M2 та M3 стосовно їхньої загальної конструкції (Правила ЕЭК ООН № 107-01:2004, IDT). – Введ. 2009–01–07. – К. : Держспоживстандарт. – 21 с.

2. DSTU UN/ ECE R 66-00:2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження великогабаритних пасажирських дорожніх транспортних засобів стосовно міцності верхньої частини їхньої конструкції. – Введ. 2003–01–01. – К. : Держспоживстандарт. – 32 с.

3. DSTU UN/ECE R14-03-2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження ДТЗ стосовно пристроїв для кріплення ременів безпеки. – Введ. 2003–01–01. – К. : Держспоживстандарт. – 50 с.

4. DSTU UN/ECE R16-04-2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження: I. Ременів безпеки та утримувальних систем для водіїв і пасажирів дорожніх транспортних засобів. II. Дорожніх транспортних засобів, оснащених ременями безпеки (Правила ЕЭК ООН № 16-04:2000, IDT). – Введ. 2003–01–01. – К. : Держспоживстандарт. – 151 с.

5. DSTU UN/ECE R 17-07:2004. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження колісних транспортних засобів стосовно сидінь, їхніх кріплень та підголівників (UN/ECE R 17-07:2003, IDT). – Введ. 2006–01–01. – К. : Держспоживстандарт. – 40 с

6. DSTU UN/ECE R 25-03–2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження підголівників, умонтованих або невмонтованих у сидіння дорожніх транспортних засобів (Правила ЕЭК ООН № 25-03:1990, ITD). – Введ. 2003–01–01. – К. : Держспоживстандарт. – 48 с.

7. DSTU UN/ECE R 80-00:2002/Зміна № 1:2009. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження сидінь великогабаритних пасажирських дорожніх транспортних засобів і офіційного затвердження цих дорожніх транспортних засобів стосовно міцності сидінь та їхніх кріплень ((UN/ECE R 80-00:1989/ /Corr.1:20007), IDT). – Введ. 2003–01–01. – К. : Держспоживстандарт. – 44 с..

8. DSTU UN/ECE R 36-03:2005. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження пасажирських колісних транспортних засобів великої місткості стосовно загальної конструкції. – Введ. 2007–01–08. – К. : Держспоживстандарт. – 53 с.

9. DSTU UN/ECE R 52-01:2005. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження маломісних колісних транспортних засобів категорій M2 та M3 стосовно їхньої загальної конструкції. – Введ. 2007–01–07. – К. : Держспоживстандарт. – 50 с.

10. Тимошенко С.П., Гере Дж. Механика материалов. Пер. с англ. М.: Мир, 1976. 552 с.

11. Протокол випробувань № ПВ 1.03-20308/R80. Періодичні контрольні випробування пасажирського сидіння СТН-6 на відповідність вимогам DSTU UN/ECE R80-00:2002.

REFERENCES

1. DSTU UN / ECE R 107-01: 2008. Uniform technical prescriptions concerning the approval of vehicles of categories M2 and M3 in relation to their general design (UNECE Regulation No. 107-01: 2004, IDT). - Introduction. 2009-01-07. - К.: Derzhspozhyvstandard. - 21 p.

2. DSTU UN / ECE R 66-00: 2002. The only technical requirements for the approval of large-sized passenger road vehicles with regard to the strength of the upper part of their design. - Introduction. 01/01/2003 - К.: Derzhspozhyvstandard. - 32 p.

3. DSTU UN / ECE R14-03-2002. The only technical requirements for the official approval of the road tractor with regard to the devices for securing the seat belts. - Introduction. 01/01/2003 - К.: Derzhspozhyvstandard. - 50 p.

4. DSTU UN / ECE R16-04-2002. Uniform technical prescriptions for approval: I. Safety belts and restraint systems for drivers and passengers of road vehicles. II. Road vehicles equipped with seat belts (UNECE Regulation No. 16-04: 2000, IDT). - Introduction. 01/01/2003 - К.: Derzhspozhyvstandard. - 151 p.

5. DSTU UN / ECE R 17-07: 2004. Uniform technical prescriptions concerning the approval of wheeled vehicles, in respect of their seats, their anchorages and head restraints (UN / ECE R 17-07: 2003, IDT). - Introduction. 01/01/2006 - К.: Derzhspozhyvstandard. - 40 p.

6. DSTU UN / ECE R 25-03-2002. Uniform technical prescriptions concerning the approval of head restraints fitted

or not mounted in the seat of motor vehicles (UNECE Regulation No. 25-03: 1990, ITD). - Introduction. 01/01/2003 - К.: Derzhspozhyvstandard. - 48 p.

7. DSTU UN / ECE R 80-00: 2002 / Change No. 1: 2009. Uniform technical prescriptions concerning the approval of large-sized passenger seat vehicles and the approval of these road vehicles with regard to the strength of seats and their anchorages ((UN / ECE R 80-00: 1989 / / Corr.1:20007), IDT). - Introduction. 01/01/2003 - К.: Derzhspozhyvstandard. - 44 p.

8. DSTU UN / ECE R 36-03: 2005. Uniform technical prescriptions for the approval of large-capacity passenger-duty vehicles in relation to general design. - Introduction. 2007-01-08 - К.: Derzhspozhyvstandard. - 53 p.

9. DSTU UN / ECE R 52-01: 2005. Uniform technical prescriptions concerning the approval of small vehicles of categories M2 and M3 with regard to their general design. - Introduction. 2007-01-07. - К.: Derzhspozhyvstandard. - 50 p.

10. Tymoshenko SP, Gere J. Materials Mechanics. Per. from english M.: Mir, 1976. 552 p..

11. Test report on the assessment of compliance with the requirements of DSTU UN / ECE R80-00: 2002 passenger CTH-6.

Горбай О.З., Шевців М.Б., Хома В.В. Экспериментальные исследования пассажирского сидения CTH-6 компании «ВЕЕМ» на соответствие требованиям европейских правил ЭКООН R80.

В рамках научно-прикладного исследования прочности пассажирских туристических нерегулируемых сидений проведены экспериментальные испытания модели CTH-6 компании «ВЕЕМ» на соответствие европейским правилам R80 ЕЭК ООН. Испытания проводятся с целью оценки соответствия пассажирского сиденья требованиям DSTU UN / ECE R80-00: 2002, Установлено их соответствие техническим предписаниям, касающиеся официального утверждения сидений крупногабаритных пассажирских транспортных средств и официального утверждения этих транспортных средств в отношении прочности сидений и их креплений

Ключевые слова: автобус, прочность пассажирских сидений, правила R80 ЕЭК ООН.

O.Gorbay, M. Shewtsiv, V.Khoma. Experimental studies of the passenger seat of STN-6 of the company "VEEM" for compliance with the requirements to the European regulations UNECE R80

Experimental test of non-regulated passenger seats, the model STN-6 the company "VEEM" were conducted for compliance with European regulations R80 UNECE. The tests assess the passenger seat compliance with the requirements of DSTU UN / ECE R80-00: 2002, and uniform technical prescriptions for the approval of large passenger seat passenger vehicles and the approval of these road vehicles in relation to the strength of the seats and their anchorages confirmed.

Keywords: bus, the strength of the passenger seats, approval of large passenger seat, UN / ECE R80-00.

АВТОРИ

ГОРБАЙ Орест Зенонович, доктор технічних наук, завідувач кафедри «Автомобілебудування», Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: orest_60@yahoo.ca

ШЕВЦІВ Михайло Богданович, студент кафедри «Автомобілебудування», Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: shevtsivmykhailo@gmail.com

ХОМА Віталій Васильович, студент кафедри «Автомобілебудування», Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: homa.v@hotmail.com

АВТОРЫ:

ГОРБАЙ Орест Зенонович, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Автомобилестроение», Национальный университет «Львовская политехника», e-mail: orest_60@yahoo.ca

ШЕВЦИВ Михаил Богданович, студент кафедры «Автомобилестроение», Национальный университет «Львовская политехника», e-mail: shevtsivmykhailo@gmail.com

ХОМА Виталий Васильевич, студент кафедры «Автомобилестроение», Национальный университет «Львовская политехника», e-mail: homa.v@hotmail.com

AUTHORS:

GORBAY Orest Zenonovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automobile Engineering, Lviv Polytechnic National University, e-mail: orest_60@yahoo.ca

SHEVTSIV Mikhail Bogdanovich, student of the Department of Automobile Engineering, Lviv Polytechnic National University, e-mail: shevtsivmykhailo@gmail.com

KHOMA Vitaliy Vasilievich, student of the Department of Automobile Engineering, Lviv Polytechnic National University, e-mail: homa.v@hotmail.com

Стаття надійшла в редакцію 1.05.2018р.