

Е. В. Зинченко [Электронный ресурс] // Режим доступа: www.rosdornii.ru/files/dorogi-i-mosti/29-1-13/4-3.pdf

7. Моделирование температурных напряжений в железобетонных плитах покрытия аэродромов средствами SCAD / С. А. Буянов, О. В. Кантур [Электронный ресурс] // Режим доступа: www.katriel.ru/aero.pdf

8. **Лыков А. В.** Теория теплопроводности. – М. : Высшая школа, 1967. – 600 с.

9. Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур. СНиП 2.03.04 – 84. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 54 с.

10. **Фокин К. Ф.** Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – М. : Стройиздат, 1973. – 287 с.

УДК 629.017

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВАКУУМНОГО ПІДСИЛЮВАЧА ТА ГГЦ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

М. В. Дячук, к. т. н, доц., Д. І. Петренко, наук. здобувач, А. П. Димихін, маг.

Ключові слова: імітаційне моделювання, гальмівна система, вакуумний підсилювач, головний гальмівний циліндр

Актуальність. Наразі з метою відповідності підвищеним вимогам безпеки автомобіль оснащується різними електронними системами контролю типу ABS/ESP. За даними Національної адміністрації безпеки руху (NHTSA), у США [1] застосування таких систем показало зменшення кількості аварій: для автомобілів з ABS на 7 %, з ESP – на 34 %.

Функціонування таких активних систем безпеки базується на приладах гальмівної системи автомобіля. Розробка алгоритмів функціонування таких систем повинна ґрунтуватися на імітаційних моделях, які більш повно описують конструктивні особливості компонентів гальмівної системи.

Аналіз досліджень. Сучасні праці [2; 3] не відрізняються доступним описом фізичного моделювання компонентів гальмівних систем. У багатьох із них [4; 5] застосовується логіко-математичне моделювання активних систем безпеки, яке не враховує особливостей конструкції гальмівного керування, робочих процесів та їх фізичних параметрів.

Мета статті. Методом імітаційно-фізичного моделювання дослідити робочий процес вакуумного підсилювача з головним гальмівним циліндром (ГГЦ) шляхом впливу на гальмівну педаль силою з певним законом. Представити Simscare модель вакуумного підсилювача з ГГЦ.

Постановка завдання. У рамках розробки повної імітаційно-фізичної моделі гальмівного керування легкового автомобіля окремим завданням даної роботи є складання підсистеми «гальмівна педаль – підсилювач – головний гальмівний циліндр». Вимога до моделі – максимальне врахування елементів реального вузла.

Прийняті допущення. При моделюванні прийняті такі допущення: в'язкість, щільність і температура робочої рідини незмінні; відсутні витоки рідини; створюється фіксоване розрідження в камерах підсилювача.

Основна частина. У створенні тиску робочої рідини в гідростатичному гальмівному приводі беруть участь гальмівна педаль, вакуумний підсилювач, головний гальмівний циліндр. За об'єкт моделювання були обрані компоненти гальмівної системи легкового автомобіля, а саме:

- робочою рідиною виступає гальмівна рідина DOT 4;
- педаль гальм забезпечує кінематичне передатне відношення 5,5;
- двопоршневий підсилювач вакуумного типу з пружно-еластичним слідкувальним пристроєм;
- головний гальмівний циліндр типу «тандем» з автономним живленням гальмівною рідиною для двоконтурної гальмівної системи.

Геометричні параметри компонентів гальмівної системи наведено в таблиці 1.

Геометричні параметри гальмівної системи

| | |
|--|------|
| Довжина гальмівної педалі, мм | 208 |
| Діаметри поршнів вакуумного підсилювача, мм: | |
| - 1-го поршня | 225 |
| - 2-го поршня | 185 |
| Діаметри поршнів головного гальмівного циліндра, мм: | 22,6 |
| Хід поршня ГГЦ, мм | 20 |

Імітація робочого процесу компонентів виконувалась у середовищі імітаційно-фізичного моделювання Simulink/Simscape середовища MATLAB. Модель підсистеми «гальмівна педаль – підсилювач – ГГЦ» була створена з використанням блоків бібліотеки Simscape, а також скомбінованих із них авторських маскованих блоків.

На рисунку 1 наведено загальний вигляд моделі «гальмівна педаль – підсилювач – ГГЦ». Вхідною змінною для імітації роботи системи є зусилля на гальмівній педалі, яке при службовому гальмуванні не перевищує 200...300 Н (при аварійному гальмуванні – 500 Н) [6]. При цьому повинна виконуватись вимога щодо повного ходу гальмівної педалі для легкових автомобілів: максимальний хід педалі не повинен перевищувати 150 мм. Вихідною змінною системи є тиск у гальмівних контурах, максимальне значення якого лежить у межах 12...15 МПа [6].

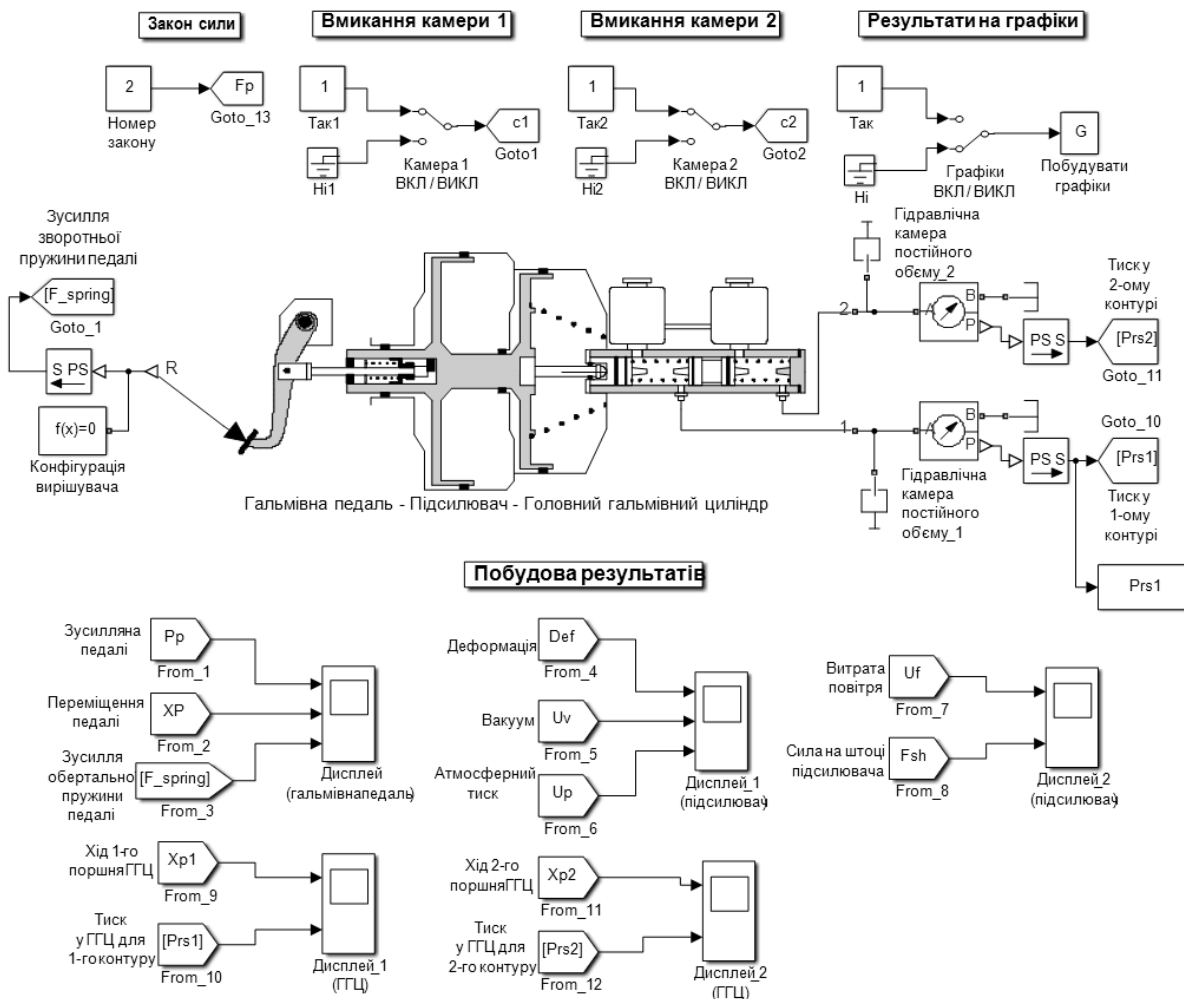


Рис. 1. Загальний вигляд Simscape моделі «гальмівна педаль – підсилювач – ГГЦ»

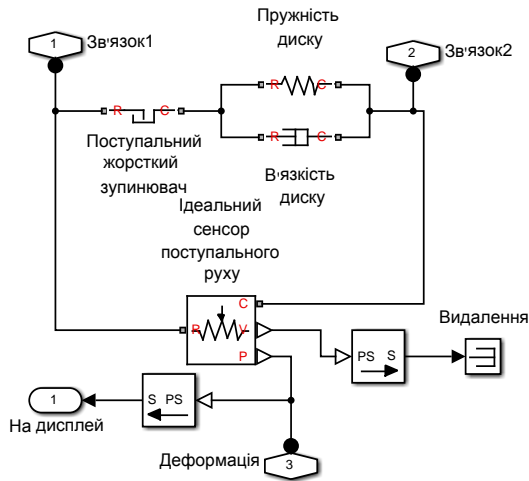


Рис. 4. Simscape модель підсистеми слідуючого пристрою підсилювача

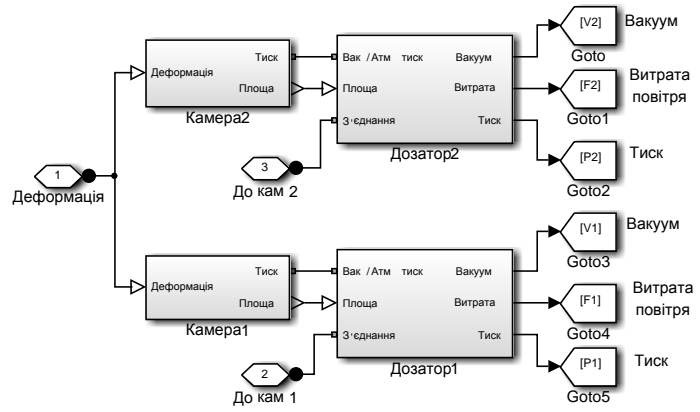


Рис. 5. Simscape модель підсистеми гумового затвору підсилювача

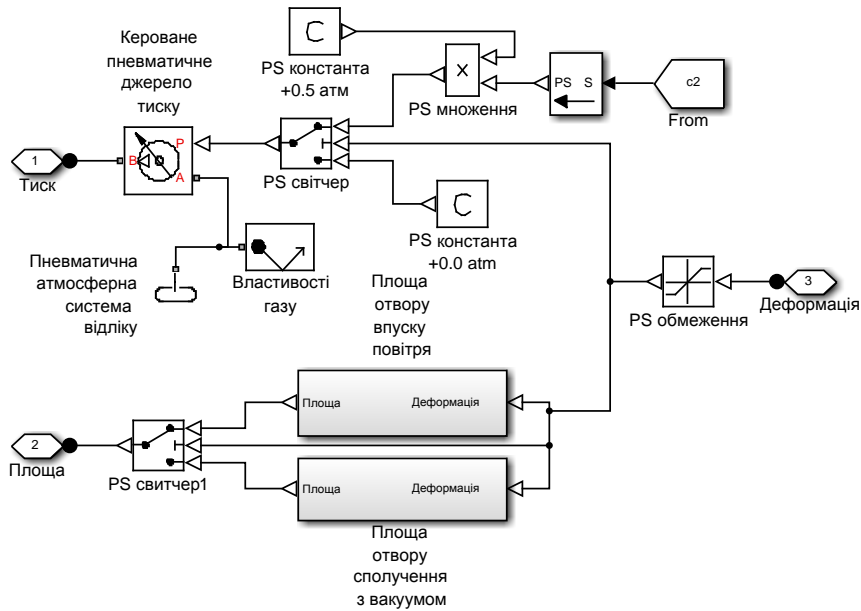


Рис. 6. Simscape модель підсистеми площин перерізів каналів до камери 1 підсилювача

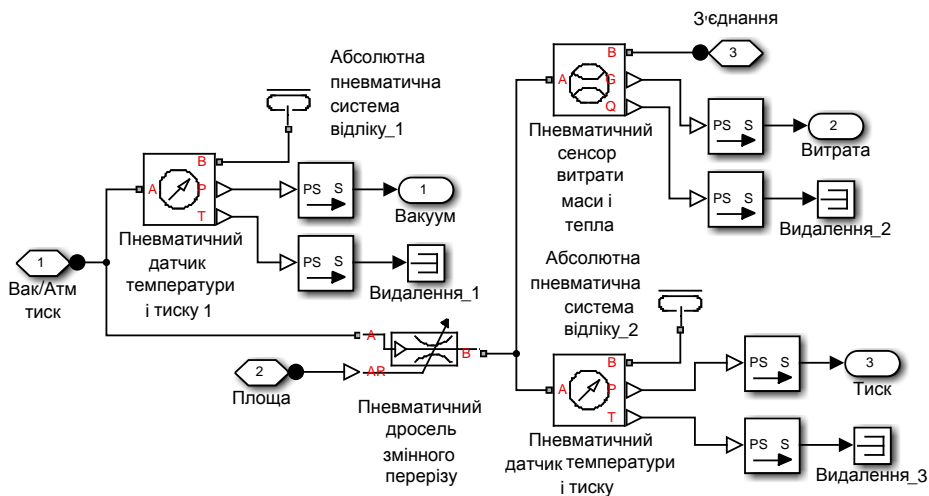


Рис. 7. Simscape модель підсистеми дозатора камери 1 підсилювача

Імітаційна модель дозувального пристрою підсилювача, наведена на рисунку 5, складається, у свою чергу, з моделей площин перерізів каналів до кожної з камер (рис. 6) і моделей дозаторів камер (рис. 7).

Модель ГГЦ (рис. 8) являє собою послідовно з'єднані два циліндри, поршні яких підтиснуті пружинами. В моделі ГГЦ враховуються тертя поршня в циліндрі, масові й габаритні показники ГГЦ, властивості гальмівної рідини. Зазор між штоком підсилювача й поршнем ГГЦ прийнято 1,5 мм, що відповідає наведеному в [6] значенням.

Характеристиками вакуумного підсилювача [6] є залежності тиску в ГГЦ і коефіцієнта підсилення підсилювача від зусилля на штоку педалі. Одержимо характеристики (рис. 9) моделі підсилювача (рис. 3).

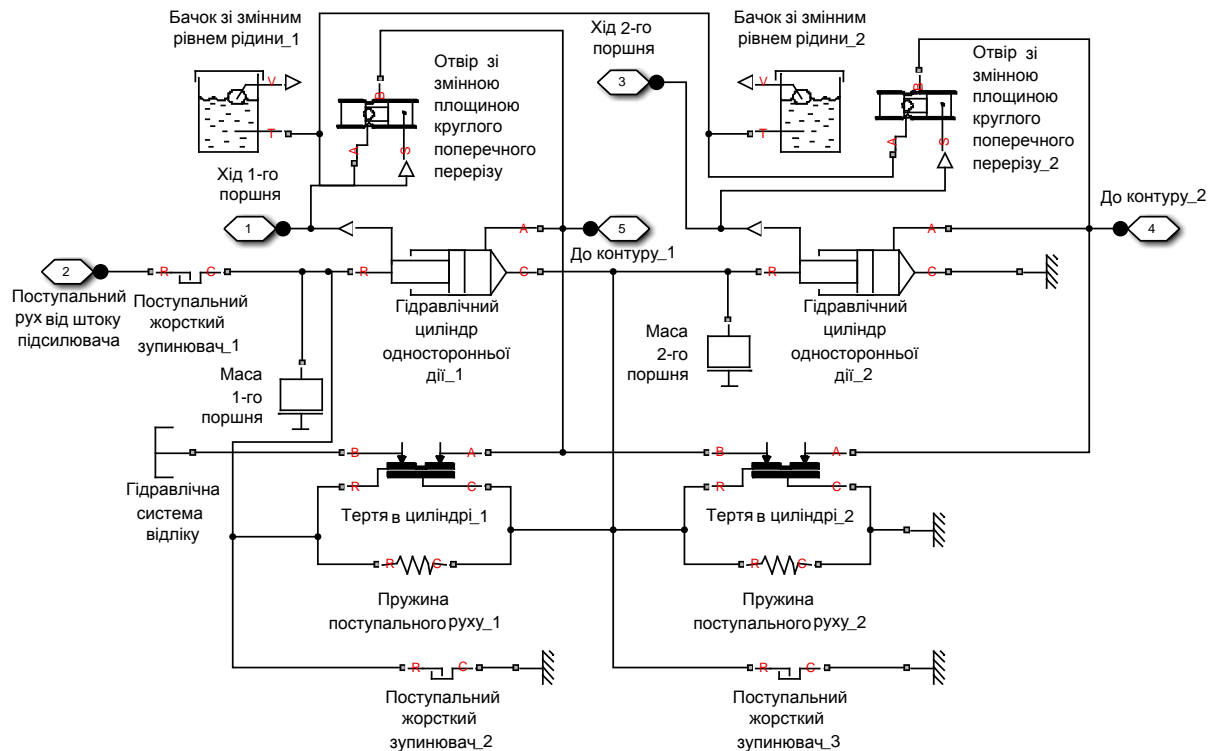


Рис. 8. Simscape модель головного гальмівного циліндру

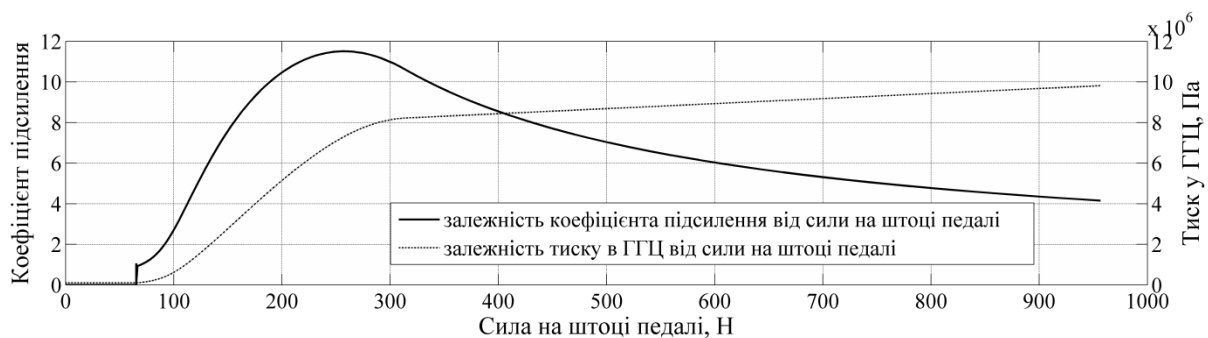


Рис. 9. Квазістатичні характеристики підсилювача вакуумного типу

Результати. Виконаємо імітацію роботи системи «гальмівна педаль – підсилювач – ГГЦ» при двох законах зміни зусилля на педалі. На рисунках 10 – 12 наведено результати із плавним наростанням зусилля до 150 Н (1-й закон): закон зміни зусилля на гальмівній педалі; переміщення педалі; тиск у ГГЦ для 1-го контуру. На рисунках 13 – 15 показано відповідні результати із циклічною зміною зусилля на педалі в межах 300 Н (2-й закон).

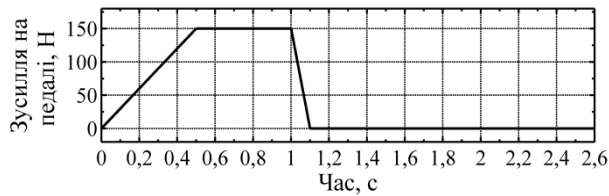


Рис. 10. Закон зміни сили на педалі при 1-му законі

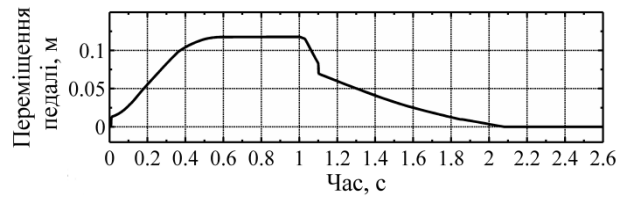


Рис. 11. Переміщення педалі при 1-му законі

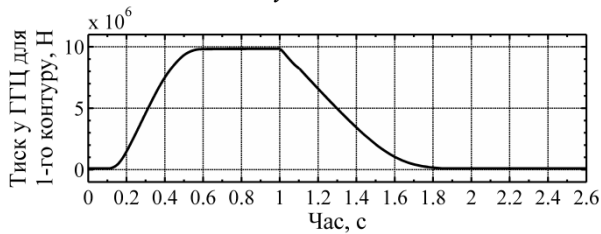


Рис. 12. Тиск у ГГЦ для 1-го контуру гальмівної системи при 1-му законі

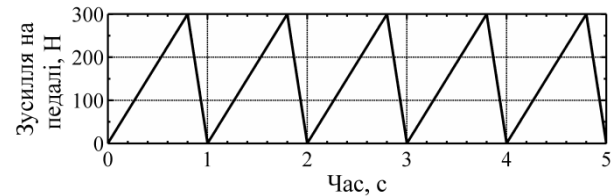


Рис. 13. Закон зміни сили на педалі при 2-му законі

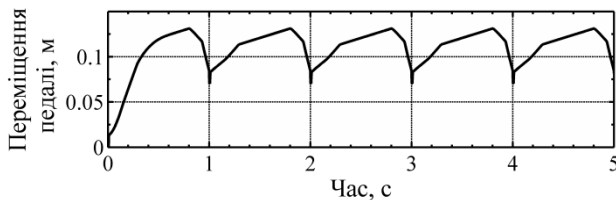


Рис. 14. Переміщення педалі при 2-му законі

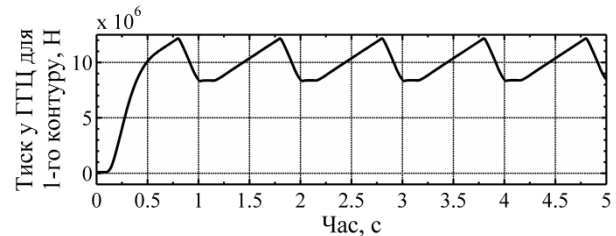


Рис. 15. Тиск у ГГЦ для 1-го контуру гальмівної системи при 2-му законі

Висновки. Імітація робочого процесу вакуумного підсилювача й ГГЦ демонструє виконання таких важливих умов: слідкувальної дії між зусиллям на педалі й тиском у ГГЦ; відтворенням різких циклічних дій на гальмівну педаль. Виконання даних умов представлене результатами модельних тестів (рис. 10 – 15). Сповільнене реагування на вхідний сигнал (рис. 10 – 12) досліджуваного об'єкта пов'язане із зазорами між елементами, прийнятими в моделі, і пружністю слідкувального пристрою й робочого тіла. Плавне зниження тиску, пов'язане з вирівнюванням тиску в порожнинах підсилювача, сприяє швидкому зростанню й зменшенню амплітуди коливань тиску при циклічному впливі на педаль (рис. 13 – 15).

Модель підсилювача з ГГЦ, наведена у сатті, на достатньому рівні імітує робочий процес досліджуваного об'єкта, демонструє стійкість та швидкодію обчислень і надалі буде використовуватись у створенні комплексної моделі гальмівного керування легкового автомобіля.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Federal register: rules and regulations. Federal motor vehicle safety standards. Electronic stability control systems. Controls and Displays. Final Rule. / Vol. 72, No. 66, NHTSA DOT, Washington, USA, 2007 – 88 p.
2. **Day T. D., Roberts S. G.** A simulation model for vehicle braking systems fitted with ABS. SAE Paper No. 2002-01-0559, 2002. – 21 p.
3. **O'Dea K.** Anti-lock braking performance and hydraulic brake pressure estimation. SAE Paper No. 2005-01-1061, 2005. – 17 p.
4. **Rangelov. K. Z.** Simulink model of quarter-vehicle with an anti-lock braking system. MSc thesis, Stan Ackermans Instituut, Netherlands, 2004. – 132 p.
5. **Kinjawadekar T. S.** Model-based design of electronic stability control system for passenger cars using CarSim and Matlab-Simulink. MSc thesis, Ohio State University, USA, 2009. – 87 p.

6. Гришкевич А. И. Автомобили: Конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть: учеб. пособ. для вузов / А. И. Гришкевич, Д. М. Ломака, В. П. Автушко и др.; Под ред. А. И. Гришкевича. – Мн. : Выш. шк., 1987. – 200 с.

УДК 693.61:69.059.25

ПОРІВНЯННЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВЛАШТУВАННЯ РЕСТАВРАЦІЙНИХ ШТУКАТУРОК РІЗНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

О. С. Молодід, інж.

Київський національний університет будівництва й архітектури, м. Київ

Ключові слова: цем'янкова штукатурка, техніко-економічні показники, реставрація, влаштування штукатурки

Постановка проблеми. Автором, на основі теоретичних та експериментальних досліджень, було розроблено науково обґрунтовану технологію влаштування реставраційної цем'янкової штукатурки [1], яка полягає у вкладанні високорухливої штукатурної розчинної суміші в опалубку, прикріплену спеціальними анкерами до стіни. Проте невідомо, чи буде така технологія конкурентоспроможна порівняно з іншими, найбільш поширеними, технологіями, які можна використати для влаштування реставраційних штукатурок.

Мета статті. Порівняння техніко-економічних показників розробленої технології влаштування реставраційної цем'янкової штукатурки з відомими технологіями штукатурення для встановлення економічної доцільності використання її на практиці.

Виклад основного матеріалу. Для того щоб оцінити економічну доцільність запропонованого способу влаштування реставраційної цем'янкової штукатурки, порівняли запропоновану та відомі технології, використовуючи функцію корисності [2]. Порівнювали влаштування штукатурного шару завтовшки 30 мм і площею 100 м² за такими техніко-економічними показниками: трудомісткість, заробітна плата, тривалість процесу, вартість матеріалу для штукатурки та вартість обладнання. Запропоновану вапняно-цем'янкову штукатурку влаштовували укладанням в опалубку, а реставраційну штукатурку Ceresit CR 63 нанесли двома способами: ручним і механізованим.

Трудомісткості влаштування штукатурок визначали за нормативними значеннями, взятими з ЕНіР [3], ДБН [4], ТУ [5], а також за значеннями з власного хронометражу. Заробітну плату робітників визначали в гривнях на основі даних збірника «Ціноутворення у будівництві» [6]. Автор використав такі тарифні ставки: штукатурка другого розряду – 11,42 грн/люд.-год; третього – 12,54, та четвертого – 14,15. Ланки склалися зі штукатурів другого, третього та четвертого розрядів. Калькуляції трудомісткості та заробітної плати наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Калькуляції трудомісткості влаштування 100 м² штукатурки різними технологіями та заробітної плати за неї

| № п/п | Робоча операція | Трудомісткість і заробітна плата при влаштуванні штукатурки | | | | | | | | |
|-------|-------------------------------|---|--------------------------|----------------------|------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------|
| | | 1 – ручним накиданням | | | 2 – механізовано | | | 3 – укладанням суміші в опалубку | | |
| | | Обґрунтування | Трудомісткість, люд.-год | Заробітна плата, грн | Обґрунтування | Трудомісткість, люд.-год | Заробітна плата, грн | Обґрунтування | Трудомісткість, люд.-год | Заробітна плата, грн |
| 1 | Підготовка основи | ТУ 5772 | 31,5 | 400,0 | ТУ 5772 | 31,5 | 400,0 | ТУ 5772 | 31,5 | 400,0 |
| 2 | Установлення маяків (анкерів) | § Е8-1-2 | 12,0 | 152,4 | § Е8-1-2 | 12,0 | 152,4 | § Е8-1-2 | 12,0 | 152,4 |