УДК 629.424.1:621.436.004.15 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.160.2016.70396

ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ ГЕОМЕТРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЕЛЕМЕНТІВ МОДУЛІВ ПІДСИСТЕМИ РОЗПОДІЛЬНОГО ВАЛА ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ Д49

Д-р техн. наук В.І. Мороз, кандидати техн. наук О.В. Братченко, В.С. Тіщенко

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕМЕНТОВ МОДУЛЕЙ ПОДСИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО ВАЛА ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ Д49

Д-р техн. наук В.И. Мороз, кандидаты техн. наук А.В. Братченко, В.С. Тищенко

FEATURES OF GEOMETRICAL MODEL ELEMENTS SUBSYSTEM MODULES CAMSHAFT DIESEL LOCOMOTIVE D49

Doct. of techn. sciences V.Moroz, cand. of techn. sciences A.Bratchenko, V.Tishchenko

Розглянуто особливості побудови геометричних моделей елементів модулів підсистеми розподільного вала тепловозного дизеля д49. На основі дослідження структурно-функціональної схеми секції розподільного вала запропоновано розглядання кулачкового механізму газорозподілу у вигляді трьох послідовно з'єднаних модулів: початкового, з'єднувального та виконавчого. Подані результати геометричного моделювання елементів виділених модулів. Наведені рекомендації щодо використання розроблених моделей.

Ключові слова: *дизель, механічна система, кулачковий механізм.*

Рассмотрены особенности построения геометрических моделей элементов модулей подсистемы распределительного вала тепловозного дизеля Д49. На основе исследования структурно-функциональной схемы секции распределительного вала предложено рассмотрение кулачкового механизма газораспределения в виде трех последовательно соединенных модулей: начального, соединительного и исполнительного. Представлены результаты геометрического моделирования элементов выделенных модулей. Приведены рекомендации по использованию разработанных моделей.

Ключевые слова: *дизель, механическая система, кулачковый механизм.*

The features of constructing geometric models of elements of modules subsystem camshaft diesel D49 diesel engine. Based on the study of structural and functional diagram of a camshaft section offered to the consideration of the cam timing mechanism in the form of three series-connected modules: basic, connection and actuator. The results of geometric modeling elements selected modules. The recommendations for the use of the developed models.

Keywords: *diesel, manual system, a cam mechanism.*

Аналіз останніх результатів досліджень. Необхідність здійснення великого обсягу вантажних і пасажирських перевезень відносить залізничний транспорт до однієї з найважливіших складових транспортної мережі України. Це визначає відповідні вимоги до забезпечення якості перевізного процесу, у задоволенні яких вагома роль відводиться вантажним та пасажирським тепловозам. З

урахуванням повільних темпів оновлення тягового рухомого складу Укрзалізниці актуальним стає питання підтримки наявного експлуатаційного парку тепловозів у працездатному стані.

В експлуатаційному парку Укрзалізниці значну частку складають вантажні і пасажирські тепловози, які обладнані енергетичними установками тепловоза (ЕУТ) з чотиритактними V-подібними дизелями типу Д49. Тому особливого значення набуває проблема забезпечення їх експлуатаційної надійності та довговічності. Це обґрунтовує необхідність проведення розрахунково-експериментальних досліджень з визначення напружено-деформованого стану окремих деталей, механізмів і агрегатів дизеля [1, 8], до яких в першу чергу відноситься кулачковий механізм газорозподілу (КМГР) та привода паливних насосів високого тиску [2], що входять до складу підсистеми розподільного вала (ПРВ) дизеля.

Особливого значення при вирішенні вказаної задачі набуває оцінювання напружено-деформованого стану окремих деталей і вузлів КМГР. Це потребує проведення розрахункових досліджень кінематики та силової взаємодії між окремими вузлами з урахуванням впливу виду взаємозв'язків між деталями та особливостей конструкції ПРВ з метою оцінювання міцності деталей, уточнення діючих навантажень та напружень в окремих перерізах, а також проведення гармонічного аналізу коливань, що виникають в процесі роботи механізмів [3].

Одним з можливих напрямків, що може бути обраний для проведення досліджень з описання напружено-деформованого стану та коливальних процесів в ПРВ, є використання сучасного програмного забезпечення [4]. Поряд з цим, для проведення досліджень з використанням програмного забезпечення виникає необхідність відповідної до реальної конструкції КМГР геометричної моделі, яка складається з відповідних геометричних моделей складових елементів [5].

Метою статті є описання особливостей побудови геометричних моделей елементів модулів підсистеми розподільного вала дизеля типу Д49.

На першому етапі досліджень були досліджені особливості взаємодії між вузлами механічної системи ПРВ та розроблена відповідна структурно-функціональна схема (рис. 1).

З схеми видно, що підсистема розподільного вала складається з комплекту впускних, випускних і паливних кулачків кожного циліндрового модуля, змонтованих на розподільному валу, механізмів привода клапанів, клапанів, а також паливних насосів високого тиску, розташованих у лотоку дизеля [6].

Привод розподільного вала через відповідну шестірню передає обертання від колінчастого вала до розподільного, зафіксовані на ньому за допомогою шпонок кулачки задають необхідний закон впуску повітря і випуску відпрацьованих газів клапанам за допомогою механізму газорозподілу. Також на розподільний вал монтуються паливні кулачки, що керують роботою паливних насосів високого тиску. Слід зауважити, що механізми секції розподільного вала, які відносяться до одного циліндрового модуля [7], розраховані на роботу двох циліндрів, лівого та правого ряду.

На наступному етапі були проведені дослідження, спрямовані на описання особливостей конструкції привода впускних та випускних клапанів, а також паливних насосів, в результаті проведення яких були розроблені відповідні кінематичні схеми. Наприклад, кінематичну схему КМГР привода впускних клапанів наведено на рис. 2.

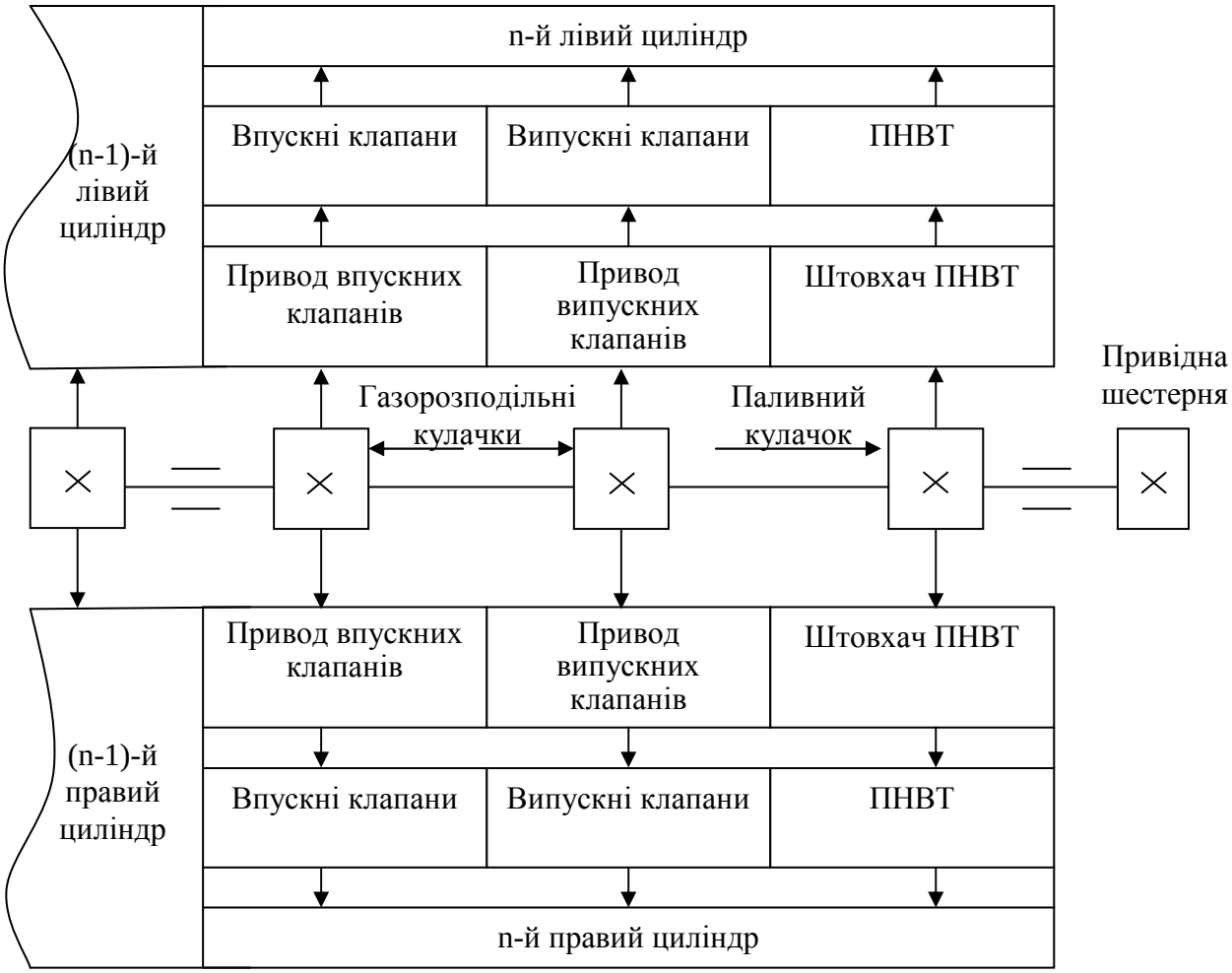

Рис. 1. Структурно-функціональна схема секції розподільного вала

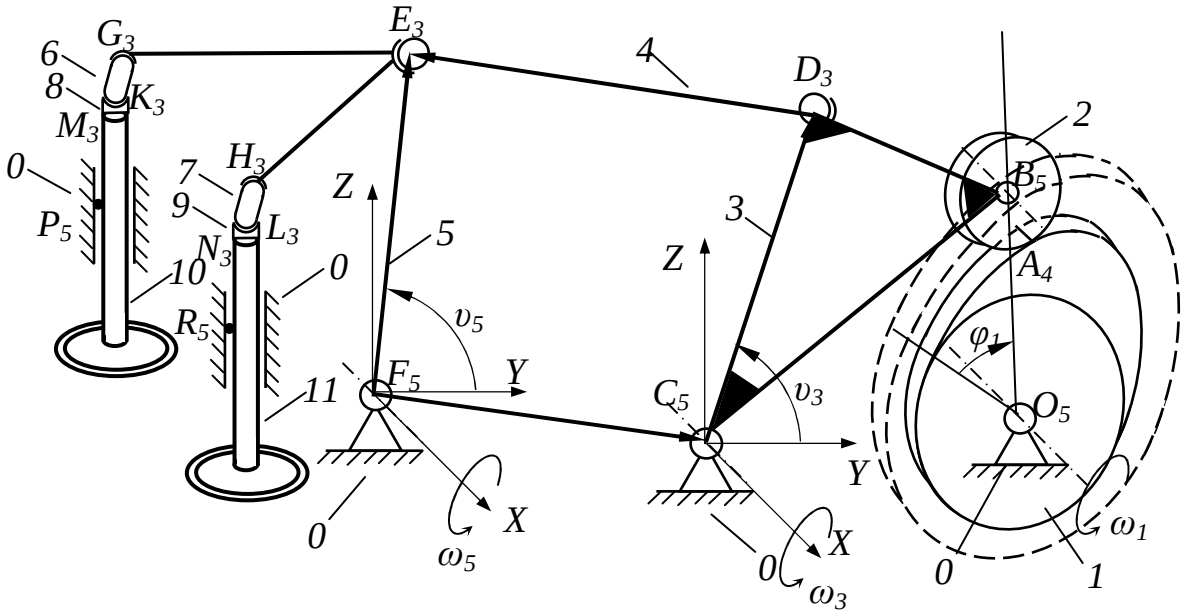

Рис. 2. Кінематична схема механізму привода клапанів дизеля Д49

Розроблені кінематичні схеми дозволяють дослідити особливості конструкції ПРВ та взаємодії між окремими деталями механізму. Так, в механізмі, що наведено на рис. 2, зусилля передаються наступним чином. Кулачок 1 приводить до руху коромисловий роликовий штовхач 3 з роликом 2. Передача руху від штовхача 3 на важіль 5 здійснюється за допомогою штанги 4. Важіль 5 через штовхачі 6, 7 і бойки 8, 9 діє на клапани 10 і 11, що рухаються вздовж напрямних 0. В наведеній схемі штовхач 3 та важіль 5 здійснюють обертальний рух в зміщених паралельних площинах zy. Тому штанга 4 здійснює просторовий рух [6].

На третьому етапі, з метою спрощення виконання досліджень, механізм що досліджується, розглянуто у вигляді трьох модулів (рис. 3).

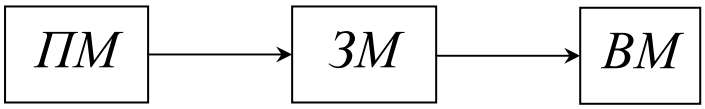

Рис. 3. До постановки задачі розробки геометричних моделей

ПМ – початковий (вхідний) модуль об'єднує частину розподільного вала, відповідний кулачок, ролик з віссю та штовхач з втулкою.

ЗМ – з'єднувальний модуль – штанга.

ВМ – виконавчий модуль об'єднує важіль, штовхачі, бойки та клапани.

На наступному етапі були розроблені геометричні моделі елементів модулів у середовищі сучасного програмного забезпечення, а саме SolidWorks.

Розробка моделей передбачає таку послідовність дій:

1) визначається початкова форма елемента у вигляді найпростіших геометричних фігур (циліндр, паралелепіпед, тощо…) та будується креслення-заготівка;

2) задається і будується загальний вигляд елемента з урахуванням відповідних розмірів на основі робочих креслень деталі;

3) додаються особливості конструкції з урахуванням їх реальних розмірів.

Наприклад, на рис. 4, окрім інших, наведено вид геометричної моделі ролика штовхача (*в*). Для її розробки використано такий алгоритм:

1) як початкову форму обрано циліндр;

2) відповідно до креслення побудовано ескіз кола радіусом 27,5 мм та побудовано циліндр висотою 22 мм за допомогою команди «Витягнута бобишка»;

3) на бокові грані побудовано коло радіусом 10 мм та за допомогою команди «Витягнутий виріз» додано отвір під вісь. Також на цьому етапі було використано команду «Фаска» розміром 2×45°.

За допомогою наведеного вище алгоритму були розроблені геометричні моделі усіх елементів виділених підсистем. На рис. 4 подано загальний вигляд моделей початкового модуля (а – фрагмент вала, б – кулачок, в – ролик, г – вісь, д – важіль, е – упор), на рис. 5 з'єднувального та виконавчого модулів (а – штанга, б – траверса, в – штовхач, г – бойок, д – клапан).

Також до переваг використання розроблених геометричних моделей слід віднести можливість оперативно змінювати геометричні параметри деталей, що входять до складу механізму. Так, наприклад, в разі необхідності дослідження впливу на роботу КМГР різних профілів кулачка достатньо відреагувати ескіз (координатний профіль) в файлі «Кулачок», перебудова геометричної моделі буде виконана автоматично (рис. 6).

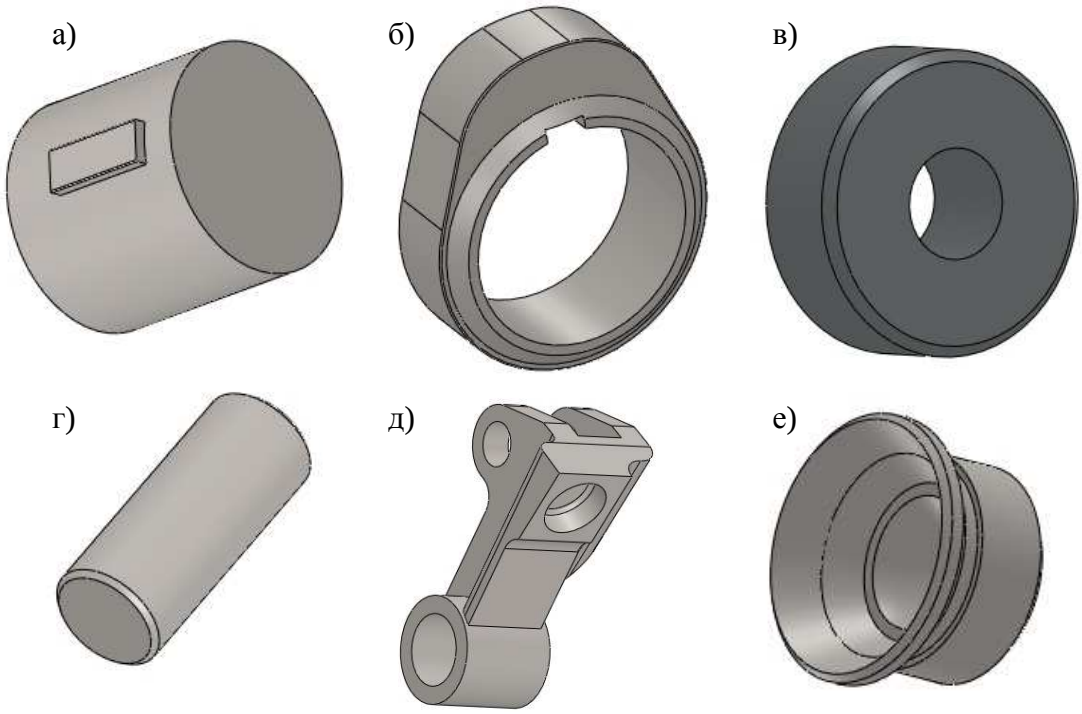

Рис. 4. Геометричні моделі елементів початкового модуля

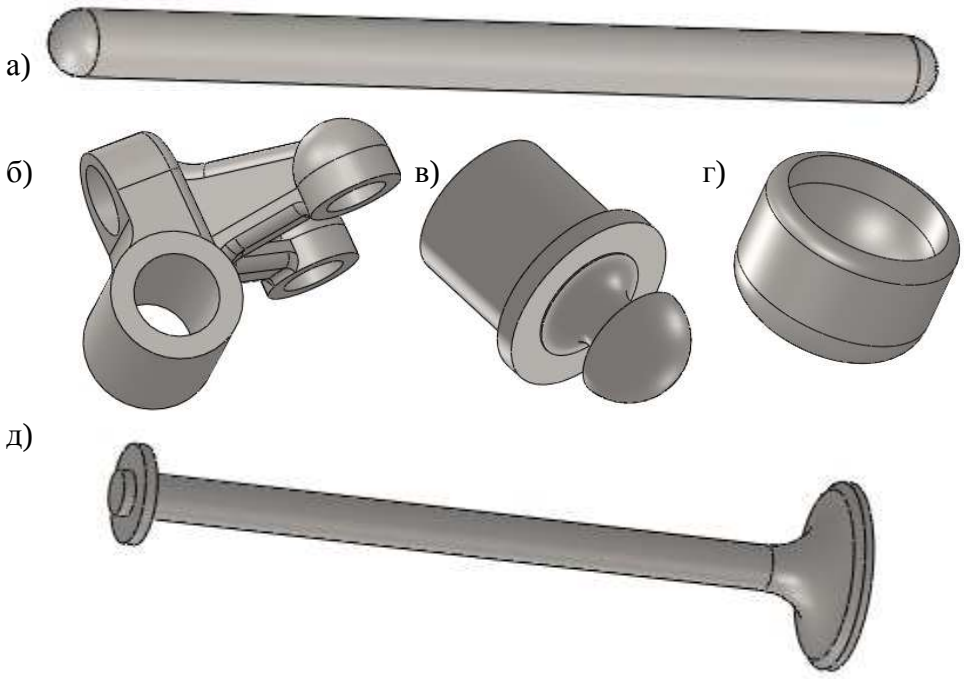

Рис. 5. Геометричні моделі елементів з’єднувального та виконавчого модулів

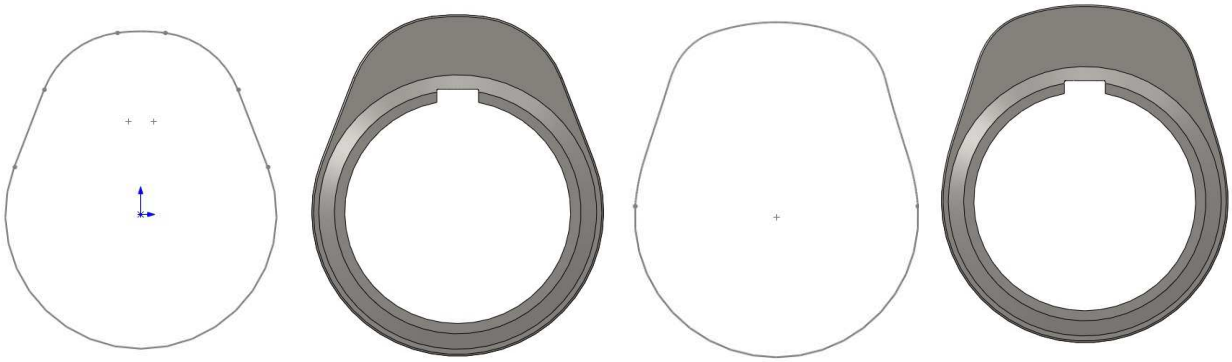

Рис. 6. Ескізи координатних профілів кулачків та відповідні геометричні моделі

Висновки і рекомендації з подальшого використання отриманих результатів. Поданий у статті підхід, розроблені на його основі геометричні моделі є основою для створення комплексної 3D моделі, яка дозволить проводити моделювання характеристик функціонування вузлів підсистеми розподільного вала дизеля Д49. Це відіграє важливу роль в оцінюванні їх напружено-деформованого стану для забезпечення належної працездатності і надійності дизелів ще на стадії проектування.

Список використаних джерел

1. Мороз, В.І. Уточнена методика силового розрахунку кривошипно-шатунного механізму V-подібного тепловозного дизеля [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, В.С. Тіщенко // Перспективи розвитку рухомого складу залізниць: зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 76. – С. 157-164.

2. Тіщенко, В.С. Новий підхід до розрахункових досліджень механізмів локомотивної енергетичної установки з V-подібним дизелем [Текст] / В.С. Тіщенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 86. – С. 122-128.

3. Мороз, В.І. Гармонійний аналіз формування крутних моментів в механічні системі енергетичної установки тепловоза з дизелем Д49 [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, В.С. Тіщенко // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2014. – Вип. 38. – С. 98-103.

4. Тику, Ш. Эффективная работа: SolidWorks 2004 [Текст] / Ш. Тику. – СПб.: Питер, 2005. – 768 с.

5. Пестренин, В.М. Итерационный конечно-элементный алгоритм исследования напряженного состояния элементов конструкций с особыми точками и его реализация [Текст] / В.М. Пестренин, И.В. Пестренина, Л.В. Ландик // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механіка. – 2015. – № 4. – С. 171 – 187. DOI: 10.15593/perm.mech/2015.4.11.

6. Тепловозные дизеля типа Д49 [Текст] / под ред. Е.А. Никитина. – М.: Транспорт, 1982. – 255 с.

7. Тіщенко, В.С. Новий підхід до розрахункових досліджень механізмів локомотивної енергетичної установки з V-подібним дизелем [Текст] / В.С. Тіщенко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 86. – С. 122-128.

8. Darya zadeh S., Lvov G.I. A two-level numerical method for calculation of micro- stress on reinforced plates with circular hole in case of extension normal to principal direction // Вестник ПНИПУ. Механика. – 2015. – No1. – С. 148–157. DOI: 10.15593/perm.mech/2015.1.10.

Мороз Володимир Ілліч, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри механіки і проектування машин Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (057) 730-10-51.
Братченко Олександр Васильович, канд. техн. наук, професор кафедри механіки і проектування машин Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.(057) 730-10-53.
Тіщенко Вадим Сергійович, канд. техн. наук, доцент кафедри механіки і проектування машин Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.(057) 730-10-53.

Moroz Volodimir Illich doct. tech. sciences, professor, manag. of department mechanical engineers and designing the machines Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-53.
Bratchenko Alexander Vasilyevich cand. tech. sciences, professor department mechanical engineers and designing the machines Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-53.
Tishchenko Vadim Sergeevich cand. tech. sciences, docent department mechanical engineers and designing the machines Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.(057) 730-10-53.

Прийнята 25.03.2016 р.