

Офиц. изд. – Одесса: Мин. транспорта Украины. Гос. департамент морского и речного транспорта. 1997. – 51 с.

10. Васильев В. Железнодорожные паромы для линии Ильичевск – Варна / В. Васильев // Морской флот. – 1976. – №12. – С. 16.

11. Ветер и волны в океанах и морях: справочные данные [под ред. И.Н. Давидана] – Л.: Транспорт, 1974. – 360 с.

12. Суколенов А. Е. Международная паромная переправа Ильичевск – Варна / А. Е. Суколенов, Э. Захариев, И. Г. Гутин и др. – М.: Транспорт, 1989. – 103 с.

13. Дьяконов В. MATHCAD 8/2000: специальный справочник / В. Дьяконов. – СПб: Питер, 2000. – 592 с.

14. Кирьянов Д. В. Mathcad 13 / Д.В. Кирьянов. – СПб.: БХВ – Петербург, 2006. – 608 с.

15. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

Анотації:

В статті наведені результати досліджень динаміки кузовів вантажних вагонів при перевезенні на залізничних паромках в умовах морської хитавиці

з урахуванням різних курсових кутів хвилі по відношенню до корпусу. Розглядаються основні види коливального руху вагона в умовах хвилювання моря, які впливають на міцність та стійкість його відносно палуби залізничного парома.

Ключові слова: вагон, динаміка вагона, навантаження конструкції, залізнично-водний транспорт, залізнично-паромні перевезення.

В статті представлені результати досліджень динаміки кузовів грузових вагонів при перевозке на железнодорожных паромах в условиях морской качки с учетом различных курсовых углов волны по отношению к корпусу. Рассматриваются основные виды колебательного движения вагона в условиях волнения моря, которые оказывают влияние на прочность и устойчивость его относительно палубы железнодорожного парома.

Ключевые слова: вагон, динамика вагона, нагружение конструкции, железнодорожно-водный транспорт, железнодорожно-паромные перевозки.

The article deals with the freight wagon body dynamics under the operation on the railway ferry-boat in the conditions of rolling taking into account different wave route angles in relation to the ferry vessel body. Principle kinds of the wagon oscillatory movement are considered under sea roughness conditions that make impact on it's durability and stability relatively to the vessel deck.

Keywords: wagon, the dynamic's of wagon, loading of construction, railway-ferry transport, railway ferry-boat transportation.

УДК 621.512

ЧУБИКАЛО М.Б., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ)
ЛОГВИНЕНКО О.А., к.т.н., доцент (УкрДАЗТ)

Динамічне дослідження двокамерного шибєрного компресора

Постановка проблеми

В нинішній час в системах повітропостачання рухомого складу Укрзалізниці і метрополітену в більшості застосовуються поршневі компресори (КТ-6, КТ-7, К-3, ПК-3,5, ПК-5,25, ЭК-4), які

при достатній продуктивності, тиску нагнітання та задовільній експлуатаційній надійності характеризуються досить великими масо-габаритними показниками, витратами потужності на привод, а також мають відносно малий термін безперервної роботи на номінальному режимі внаслідок швидкого досягнення деталями граничних

температур запалювання компресорного масла [1,2]. Окрім того до негативних проявів експлуатації таких компресорів слід віднести високий рівень вібрацій, що негативно впливає на здоров'я пасажирів та локомотивних бригад, а також на надійність і довговічність як самих компресорів, так і несучих елементів рухомого складу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що з урахуванням швидких темпів розгортання робіт по створенню тягового рухомого складу нового покоління важливого значення набуває розробка і використання нових компресорів з високими техніко-економічними показниками до яких відносяться перспективні, нові за конструкцією багатокамерні шибєрні компресори (БШК), конструкція та принцип дії яких повністю висвітлені в роботах [3,4].

Результати попередніх досліджень, проведених з використанням розроблених методик [5,6,7], дозволили визначити основні параметри багатокамерного шибєрного компресора у відповідності до потрібних значень продуктивності в умовах обмеження габаритних розмірів, а також отримати кінематичні характеристики його механічної системи. Разом з тим вузловими питаннями при проектуванні механічної системи компресора є виконання розрахунків на міцність його відповідних деталей та обґрунтований вибір типу привода. Слід вказати, що вищесказане можливо виконувати лише на основі результатів динамічного дослідження.

Метою статті є запропонований авторами підхід до проведення динамічного дослідження механічної системи БШК, який полягає в її силовому розрахунку з використанням сучасних методів, що передбачають його виконання на основі розглядання стану рівноваги відповідної системи сил.

Викладення основного матеріалу

До задач динамічного дослідження механічної системи БШК відносяться:

- розрахунок реакцій R в усіх кінематичних парах, що утворені відповідними ланками механізму руху (*формування даних для проведення розрахунків на міцність відповідних деталей*);

- визначення зрівноважувального моменту $M_{зр}$, який необхідно прикласти до початкової (вхідної) ланки, щоб вона рухалась за заданим законом (*дані для обґрунтування вибору типу привода*) [8,9].

На рис. 1 представлено розрахункову схему для проведення динамічного дослідження механічної системи двошибєрного біроторного компресора.

При проведенні динамічного дослідження ураховуються такі сили:

- Сили інерції, що обумовлені прискореними рухами шибєрів 2 і 3 $F_{ін2}$, $F_{ін3}$ у напрямних ротора 4

$$F_{ін2} = m_2 \cdot a_2; \quad F_{ін3} = m_3 \cdot a_3, \quad (1)$$

де $m_2 = m_3$ – маси шибєрів 2 і 3;

a_2, a_3 – прискорення шибєрів в розрахунковому положенні БШК.

- Сили тиску повітря на шибєри 2 і 3 з боку робочої камери I F_{2I} , F_{3I} .

- Сили тиску повітря на шибєри 2 і 3 з боку робочої камери II F_{2II} , F_{3II} .

- Сили тиску повітря на рухомий корпус I з боку робочих камер I і II F_{I1} , F_{III} .

- Сили тиску повітря на ротор 4 з боку робочих камер I і II F_{4I} , F_{4II} .

У відповідності з тим, що механізм руху компресора розглядається як механізм 2-го класу, виконання динамічного дослідження доцільно проводити з

використанням підходів [8,9] при механічній системі БШК. урахуванні особливостей функціонування

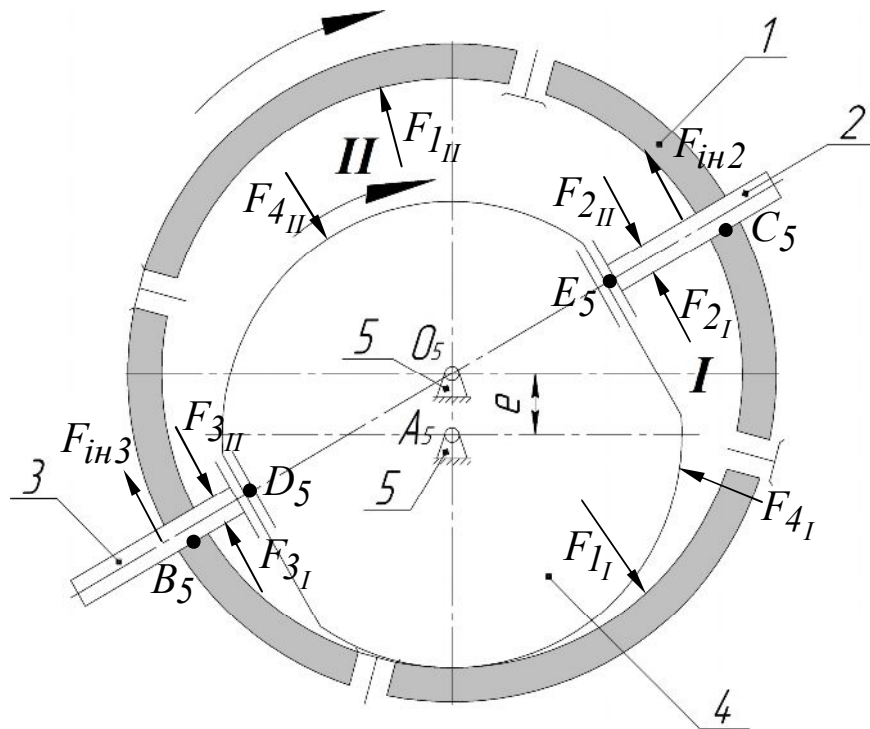


Рис. 1. Розрахункова схема для проведення динамічного дослідження БШК:
 1 – рухомий корпус; 2,3 – шибери; 4 – ротор; 5 – стояк;
 I, II – робочі камери

Сучасні методи силового розрахунку передбачають його виконання на основі розглядання стану рівноваги відповідної системи сил. При цьому використовується принцип Даламбера [10], згідно з яким рухома система тіл (ланок) перебуває в кожний момент часу під дією сил (активних сил, реакцій в кінематичних парах, сил інерції рухомих ланок) в рівновазі. Такому теоретичному положенню відповідає формула

$$\sum_{i=1}^n \bar{F}_i + \sum_{j=1}^m \bar{R}_j + \sum_{k=1}^l \bar{F}_{ink} = 0, \quad (2)$$

де $\sum_{i=1}^n \bar{F}_i$ - векторний додатак активних сил, діючих на ланки;

$\sum_{j=1}^m \bar{R}_j$ - векторний додатак реакцій у всіх кінематичних парах;

$\sum_{k=1}^l \bar{F}_{ink}$ - векторний додатак сил інерції відповідних ланок механічної системи.

Графічною інтерпретацією формули (2) є замкнений векторний контур. Нижче наводиться послідовність виконання динамічних досліджень БШК.

1. Від механічної системи БШК умовно від'єднуються шибери 2 і 3. Згідно аксіоми зв'язків відкинуті ланки 1 і 4 замінюються реакціями R_{12} , R_{42} , R_{13} , R_{43} в поступальних кінематичних парах C_5 , E_5 , B_5 , D_5 (рис.2). Такі реакції вважаються спрямованими перпендикулярно осі руху шиберів 2 і 3 в напрямних, що виконані в корпусі 1 і роторі 4). При цьому ураховуються всі сили, що діють на ланки 2 і 3 (рис.1).

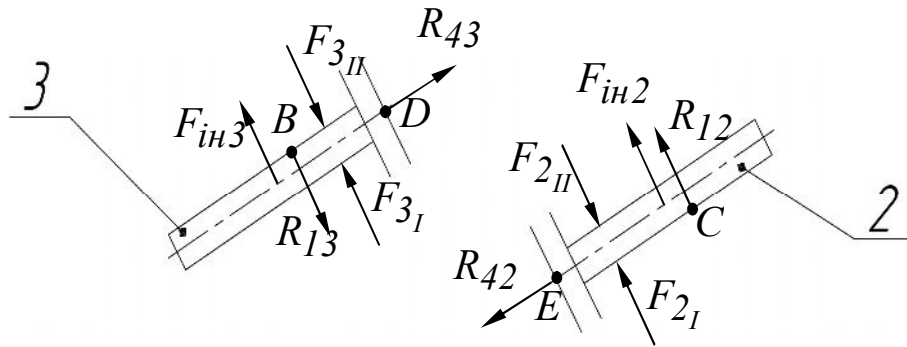


Рис. 2. До визначення реакцій в поступальних кінематичних парах механічної системи БШК.

Відповідно до формули (2) для визначення шуканих реакцій складаються векторні рівняння

$$\bar{R}_{13} + \bar{F}_{in3} + \bar{F}_{3II} + \bar{F}_{3I} + \bar{R}_{43} = 0, \quad (3)$$

$$\bar{R}_{12} + \bar{F}_{in2} + \bar{F}_{2II} + \bar{F}_{2I} + \bar{R}_{42} = 0. \quad (4)$$

З рис. 2 видно, що вектори $\bar{R}_{13}, \bar{F}_{in3}, \bar{F}_{3II}, \bar{F}_{3I}$ і $\bar{R}_{12}, \bar{F}_{in2}, \bar{F}_{2II}, \bar{F}_{2I}$ паралельні. Перпендикулярно вказаним силам спрямовані вектори шуканих реакцій \bar{R}_{43} і \bar{R}_{42} . З аналізу рівнянь (3) і (4) видно, що реакції $R_{42} = 0$, $R_{43} = 0$. Таким чином визначення величини і напрямку реакцій R_{12} і R_{13} виконується за рівняннями (3) і (4) без побудовання планів сил.

2. На наступному етапі дослідження від механічної системи БШК умовно від'єднується ротор 1 від стояка 5 і шиберів 2 і 3 (рис.3 а). З урахуванням результатів попереднього етапу відкинуті ланки ураховуються через реакцію R_{54} в обертальній КП A_5 (вважається прикладеною до центру шарніра). Відповідно до того, що напрямок такої реакції невідомий, вона згідно з принципом розкладення сил розкладається на дві реакції $\bar{R}_{54} = \bar{R}_{54}^n + \bar{R}_{54}^t$ (\bar{R}_{54}^n - нормальна складова, яка спрямована за паралельно положенню шиберів, \bar{R}_{54}^t - тангенціальна

складова, що спрямована перпендикулярно \bar{R}_{54}^n). Відповідно до формули (2) для визначення шуканої реакції R_{54} складається векторне рівняння

$$\bar{R}_{12}^n + \bar{F}_{4I} + \bar{F}_{4II} + \bar{R}_{12}^t = 0. \quad (5)$$

На рис.3 б представлений приклад плану сил, який будується у відповідному масштабі за рівнянням (5).

За результатами таких розрахунків для циклу руху механічної системи (з заданим кроком $\Delta\varphi_1$) визначається максимальна величина реакції R_{54max} , з урахуванням якої проводяться дослідження міцності відповідного валу і підбір його підшипників.

3. Метою заключного етапу досліджень є визначення реакцій в опорі рухомого корпусу 1 R_{51} і зрівноважувального моменту $M_{зр}$. Для його проведення від механічної системи БШК від'єднується кінематичний ланцюг 1-5 (рис. 4). Умовно відкинуті шибери 2 і 3 замінюються відомими за величиною і напрямком реакціями R_{12} і R_{13} в поступальних кінематичних парах C_5 і B_5 , величини яких ураховують значення діючих в механічній системі певних сил.

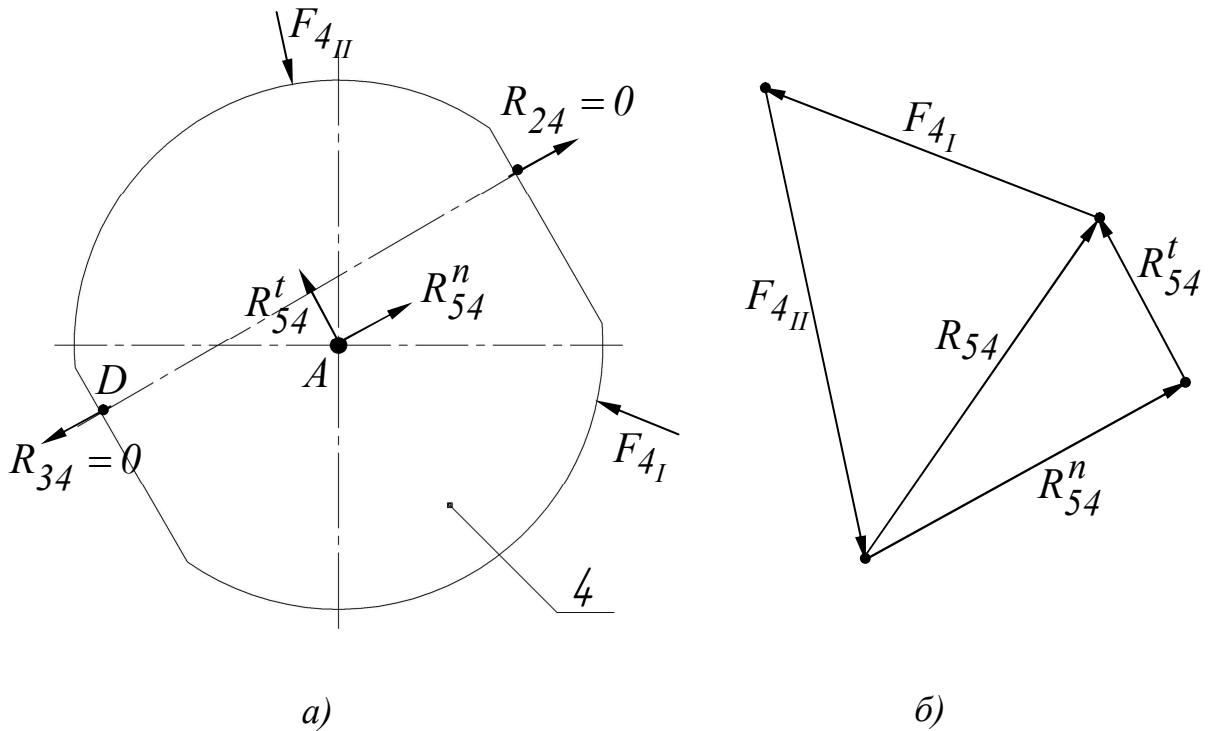


Рис. 3. До визначення реакцій R_{54} в опорі ротора.

Відповідно до формули (2) для визначення шуканої реакції R_{51} складається векторне рівняння

$$\bar{R}_{13} + \bar{R}_{12} + \bar{R}_{51} = 0. \quad (6)$$

З рис. 4 видно, що вектори $\bar{R}_{13}, \bar{R}_{12}, \bar{R}_{51}$ паралельні. Таким чином визначення величини і напрямку реакції R_{51} виконується за рівнянням (6) без побудовання плану сил. За результатами таких розрахунків для циклу руху механічної системи (з заданим кроком $\Delta\varphi_1$) визначається максимальна величина реакції R_{51max} , з урахуванням якої проводяться дослідження міцності відповідного валу і підбір його підшипників.

Визначення зрівноважувального моменту $M_{зр}$ виконується з використанням рівняння рівноваги - рівняння суми моментів сил відносно точки O . Для даного випадку воно має вид

$$R_{12} \cdot h_{R_{12}} + R_{13} \cdot h_{R_{13}} - M_{зр} = 0, \quad (7)$$

де $h_{R_{12}}, h_{R_{13}}$ - плечі сил (реакцій)

R_{12}, R_{13} відносно точки O (приймаються однаковими, їх величина визначається геометричними параметрами рухомого корпусу).

Зрівноважувальний момент визначається з формули

$$M_{зр} = R_{12} \cdot h_{R_{12}} + R_{13} \cdot h_{R_{13}}. \quad (8)$$

За результатами таких розрахунків $M_{зр}$ для циклу руху (з заданим кроком $\Delta\varphi_1$) вибирається привід БШК, що при заданій конструкції механічної системи забезпечує потрібні характеристики повітропостачання рухомого складу.

Висновки і перспективи подальшого використання.

Наведені в статті матеріали дозволяють проводити розрахунки на міцність відповідних деталей БШК і є

корисними для фахівців в галузі створення та модернізації компресорів для тягового рухомого складу залізниць та метрополітенів України.

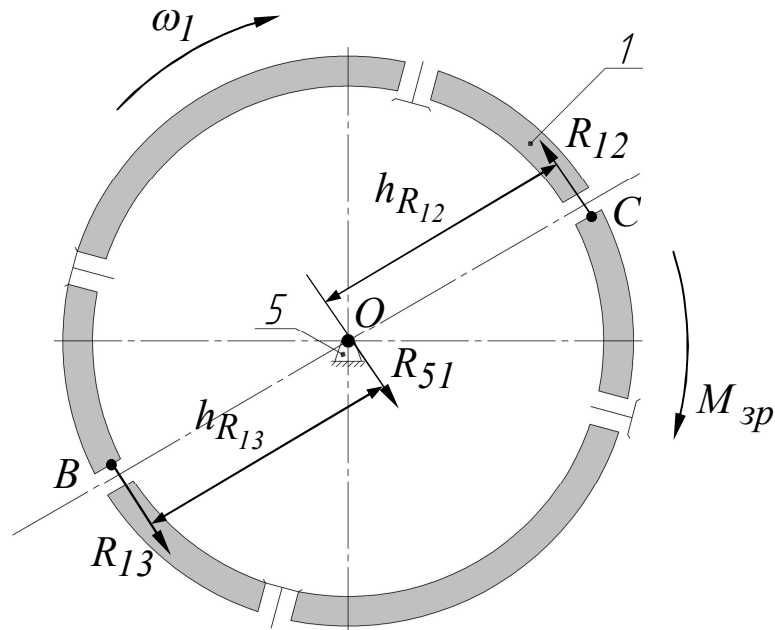


Рисунок 4. – Розрахункова схема для здійснення заключного етапу динамічного дослідження механічної системи БШК.

Список літератури:

1. Киселев В.В. Компрессоры локомотивов / В.В. Киселев, С.П. Меренцев, П.А. Шелест. – М.: Машиностроение, 1965. – 335 с.
2. Пластинин П.И. Теория и расчет поршневых компрессоров / П.И. Пластинин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
3. Мороз В.І., Нова конструкція компресорів для технічних засобів транспорту / В. І. Мороз, М. Б. Чубикало, О. В. Братченко // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – Вип. 61. – С. 8-12.
4. Пат. 81264 А Україна, МПК (2006) F04C18/00, F04C18/34, F04C18/356. Роторний компресор (варіанти) / Мороз В. І., Чубикало М. Б., Братченко О. В. - №200503571; Заявл.15.04.2005; опубл. 15.12.2006, Бюл. №12.
5. Чубикало М.Б. Методика розрахунку продуктивності багатоканального біроторного компресору /

- Мороз В.І., Логвіненко О.А // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2005. – Вип. 29. – С. 103-109.
6. Чубикало М.Б. Методика розрахунку поточних об'ємів роторного компресора / Мороз В.І., Логвіненко О.А. // Довговічність, надійність, працездатність деталей рухомого складу залізниць та спеціальної залізничної техніки . Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2005. – Вип. 69. – С. 80-90.
7. Чубикало М.Б. Визначення кінематичних характеристик механічної системи багатоканального біроторного компресора для технічних засобів транспорту / Братченко О.В., Логвіненко О.А. // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 107. – С. 147-152.
8. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский - М.: Наука, 1988. – 640 с.

9. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин / Н. И. Левитский - М.: Наука, 1979. – 576 с.

10. Заблонский К. И. Теория механизмов и машин / К. И. Заблонский, И. М. Белоконев, Б. М. Щекин. - К.: Вища школа, 1989. – 376 с. Заблонский К. И. Теория механизмов и машин / К. И. Заблонский, И. М. Белоконев, Б. М. Щекин. - К.: Вища школа, 1989. – 376 с.

Анотації:

В статті обґрунтовано доцільність застосування в системах повітропостачання рухомого складу Укрзалізниці і метрополітену багатокамерних шибєрних компресорів. Зауважено, що невід'ємною складовою розрахунків на міцність відповідних деталей, обґрунтованого вибору типу привода при проектуванні їх механічної системи є проведення динамічного дослідження.

Розглянуто задачі динамічного дослідження механічної системи двокамерного шибєрного компресора, а також представлено відповідну методику та розрахункову схему для його проведення.

Ключові слова: залізничний транспорт, рухомий склад, багатокамерний шибєрний компресор, механічна система, динамічне дослідження.

В статье обоснована целесообразность использования в системах воздухопостачання подвижного состава Укрзалізниць и метрополитена многокамерных шибєрных компрессоров. Отмечено, что неотъемлемой составляющей расчётов на прочность, обоснованного выбора типа привода при проектировании их механической системы является проведение динамического исследования.

Рассмотрены задачи динамического исследования механической системы двухкамерного шибєрного компрессора, а также представлена соответствующая методика и расчётная схема для его проведения.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, подвижной состав, многокамерный шибєрный компрессор, механическая система, динамическое исследование.

The article proves the feasibility of using the air supply systems and rolling stock Ukrzaliznytsi underground multicam dampers compressors. Noted that an integral component of strength calculations, the type of sound choices when designing their drive with a mechanical system is to conduct dynamic research. The tasks of the dynamic study of the mechanical system of gate dual chamber compressor and provides relevant technique and the design scheme for its implementation.

Keywords: railway transport, rolling stock, multicam dampers compressor, mechanical system, a dynamic study.

УДК 629.4.05:629.4.016.12

ГОРОБЧЕНКО О.М., к.т.н., доцент (ДонІЗТ)

Розробка теоретичних основ системи самонавчання інтелектуальних агентів керування локомотивами

Постановка проблеми.

На сучасному етапі розвитку систем керування рухомим складом потрібно впровадження нових інтелектуальних підходів, що дозволяють найбільш ефективно використовувати всі останні досягнення в областях апаратного та математичного забезпечення.

Аналіз досліджень і публікацій.

Питанням інтелектуального керування на залізничному транспорті приділяється багато уваги як вітчизняними так і закордонними фахівцями [1,2]. Теорія процесу інтелектуального керування та створення баз знань для великого класу об'єктів не дозволяє безпосередньо використати її на тяговому рухомому