

ти дослідження по знаходженню оптимальних фаз повітророзподілу і надання подальших рекомендацій щодо виготовлення серійного розподільчого валу.

Література

1. Абрамчук Ф.І. Стенд для випробування і дослідження пневмодвигунів / Ф.І. Абрамчук, О.І. Воронков, А.І. Харченко, С.С. Жилін, І.М. Нікітченко, В.С. Червяк // Двигатели внутреннего сгорания. – 2011. – №2. – С. 110–117.
2. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний: ГОСТ 14846-81 (СТ, СЭВ 765-77). – [Действительные от 24.06.1981]. – М.: Государственный стандарт союза ССР, 1984. – 54 с. (Государственный комитет СССР по стандартам).
3. Гидроприводы объемные и пневмоприводы. Часть 2. Объемные гидромашины и пневмомашины. Термины и определения (ДСТУ 3455.2-96). [Введен 1998-01-01]. – 60 с. – Державний стандарт України.
4. Аврунин Г.А. Гидравлическое оборудование строительных и дорожных машин: учебное пособие / Г.А. Аврунин, И.Г. Кириченко, В.Б. Самородов; под ред. Г. А. Аврунина. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 467 с.
5. Тесленко, Е. В. Экспериментальный стенд для дослідження автомобільних пневматичних двигунів з клапанним повітророзподілом / Тесленко Е. В. // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету: зб. наук. тр. / М-во освіти та науки України; ХНАДУ; Харків, 2018. – Вип. 83. – С. 29-34
6. Воронков, О.І. Вибір схеми електрогідроавтоматики для керування впускним клапаном поршневого пневмодвигуна / О.І. Воронков, Г.А. Аврунін, І.М. Нікітченко, Е.В. Тесленко, О.А. Назаров // Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету зб. наук. тр. /Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т; [редкол.: Богомолів В.О. (глав. ред.) та ін.]. - Харків: ХНАДУ, 2017. - Вип. 78. - С. 144-150.

Ловська Альона Олександрівна, докт. техн. наук, доцент,
Український державний університет залізничного транспорту
alyonalovskaya.vagons@gmail.com

Фомін Олексій Вікторович, докт. техн. наук, професор,
Державний університет інфраструктури та технологій
fomin1985@ukr.net

СИТУАЦІЙНА АДАПТАЦІЯ ВАГОНІВ-ХОПЕРІВ ДО ЕКСПЛУАТАЦІЇ В МІЖНАРОДНОМУ ЗАЛІЗНИЧНО-ВОДНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Забезпечення сталого та безперебійного перевізного процесу можливе за умови технічної оснащеності транспортної галузі. Вже тривалий час залізничний транспорт є одним з найбільш перспективних та використовуваних видів

транспорту. Для утримання його лідерських позицій на ринку перевізних послуг важливим є впровадження в експлуатацію високоефективних транспортних засобів, зокрема вагонів [1, 2].

Одним з найбільш поширених типів вагонів, який використовується для перевезень високотемпературних вантажів є вагон-хопер для перевезення окатишів та гарячого агломерату з температурою до 700°C .

Для підвищення ефективності експлуатації даного типу вагону можливим є удосконалення його несучої конструкції. Запропоноване удосконалення повинно сприяти розширенню багатофункціональності вагона, а також можливості його експлуатації не тільки на магістральних коліях, а і в міжнародному залізнично-водному сполученні. Для цього важливим є урахування на стадії проектування вагонів навантажень, які можуть діяти на них при перевезеннях залізничними поромами. Крім того, важливим є адаптація їх несучих конструкцій до надійної взаємодії з засобами закріплення на палубах. Тому актуальним є проведення досліджень в цьому напрямку.

З метою підвищення ефективності експлуатації вагона-хопера запропоновано його удосконалення шляхом розділення кузова на дві окремі секції, що взаємодіють між собою посередництвом вертикальної стінки та горизонтальних з'єднувальних поясів. Для адаптації несучої конструкції вагона-хопера до перевезень на залізничних поромках у міжнародному залізнично-водному сполученні пропонується постановка на його шворневих балках вузлів для закріплення ланцюгових стяжок. При цьому для забезпечення відповідної жорсткості шворневої балки в зонах розміщення вузла є можливим встановлення в неї підсилюючих діафрагм.

Для визначення динамічної навантаженості несучої конструкції вагона-хопера при перевезенні на залізничному поромі проведено математичне моделювання. До уваги прийнятий випадок бортової хитавиці залізничного порому. Враховано, що вагон жорстко закріплений на палубі та повністю повторює траєкторію переміщень залізничного порому. Авторами використано математичну модель, сформовану у попередній роботі [3].

Розрахунки проведені стосовно залізничного порому "Герои Плевны", що рухається акваторією Чорного моря. Гідрометеорологічні параметри акваторії плавання залізничного порому визначені на підставі довідкової літератури. Результати розрахунків показали, що максимальні прискорення відносно штатного місця вагона на палубі виникають при курсових кутах хвилі по відношенню до корпусу залізничного порому 60° та 120° і складають $0,4 \text{ м/с}^2$. Загальна величина прискорення з урахуванням горизонтальної складової прискорення вільного падіння дорівнює $2,4 \text{ м/с}^2$ ($0,24g$).

Отримана величина прискорення врахована при розрахунках на міцність несучої конструкції вагона-хопера. Розрахунок здійснений за методом скінчених елементів в програмному комплексі SolidWorks Simulation. Результати розрахунків показали, що максимальні еквівалентні напруження складають $312,3 \text{ МПа}$ та виникають в вузлі для закріплення. Однак отримані значення напружень не перевищують допустимих та є меншими за них на $9,5\%$. У якості допу-

стимих враховані напруження плинності матеріалу конструкції, які дорівнюють 345 МПа [4, 5].

Проведені дослідження сприятимуть підвищенню ефективності експлуатації вагонів-хоперів, а також створенню напрацювань щодо проектування їх перспективних конструкцій.

Література

1. Oleksij Fomin, Juraj Gerlici, Glib Vatulia, Alyona Lovska, Kateryna Kravchenko. Determination of the Loading of a Flat Rack Container during Operating Modes // Applied Science. 2021. Vol. 11. 7623. <https://doi.org/10.3390/app11167623>

2. Alyona Lovska, Oleksij Fomin, Vaclav Pistek, Pavel Kucera. Calculation of loads on carrying structures of articulated circular-tube wagons equipped with new draft gear concepts // Applied Sciences. 2020. Vol. 10(21). 7441. doi:10.3390/app10217441

3. Lovska A. O. Computer simulation of wagon body bearing structure dynamics during transportation by train ferry // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2015. Vol. 3, Issue 7 (75). P. 9–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.43749>

4. ДСТУ 7598:2014. Вагони вантажні. Загальні вимоги до розрахунків та проектування нових і модернізованих вагонів колії 1520 мм (несамохідних). Київ, 2015. 162 с.

5. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных), ГосНИИВ-ВНИИЖТ, М, 1996 г. – 84 с.

Абрамов Дмитрій Володимирович, докт. техн. наук, професор каф. ТМ і РМ, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Varan_mail@ukr.net

Смаль Кирил Сергійович,

Діденко Дмитро Олександрович, студенти гр. АПМ-21-20, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, gorppu.try@gmail.com

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЛАНОК РОБОТА МПУС-10

Промисловим роботам властива активна і цілеспрямована взаємодія з зовнішнім середовищем. Це досягається за рахунок структурної організації робота, яка визначається призначенням, характером технологічних операцій, видом рухів, вимогами до вантажопідйомності і точності позиціонування [1 - 5].

Для приведення в дію ланок маніпулятора цих роботів в основному використовуються пневматичні приводи. В якості основних характеристик маніпуляторів в першу чергу слід розглядати число ступенів рухливості, ва-