

on the use of an unusual technique when processing such surfaces on a heavy screw-cutting lathe, the essence of which is to adjust the upper slide of the taking into account the distance between the repaired necks. The developed technology in the article is substantiated by theoretical calculations, which are presented as a solution to the problem by the method of dimensional chains, and this technique was used in our work taking into account the fitting method and it was confirmed that it is real and can be used in repair production. It is known that processing on heavy lathes is carried out using a blade tool, and even more so in a repair production, it is not always possible to obtain the required diametrical and linear dimensions with the required accuracy, since they depend on the geometric accuracy of the machine, as well as surface roughness parameters $Ra = 0.8-0.4$ microns, having also obtained necessary on the surface compressing the final stresses of the desired magnitude and direction, which can be obtained by some specific means. Therefore, the work presents the results of our studies in the form of graphs to identify the dependence of the magnitudes and directions of compressive residual stresses on the regime nature of processing. We also carried out an analysis and made a decision to obtain the necessary parameters for the compressive stress, which can be obtained not by a sharp cutter, but by the method of face grinding, while at the same time obtaining the necessary roughness, while developing the necessary design of the grinding head, mounting it on the machine and choosing the required the brand of the grinding wheel, its shape, and empirically selected the necessary grinding modes (cutting speed, depth of cut, longitudinal and transverse feed).

Keywords. *Sliding bearings, geometric shape of journals, stress in the surface layer, caliper, roughness, dimensional chains,*

*Рекомендовано до публікації: д-р техн. наук, проф. ДВНЗ «ПДТУ» Анділахай О.О.
Стаття надійшла 05.11.2020 р.*

УДК 621.874.04:539.4.012.1

Іванов Є. І., Сергієнко Ю. В.

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕСУВАННЯ ВІЗКА ВАГОНОШТОВХАЧА ВРПД 93-110 ЗА РАХУНОК ЗНИЖЕННЯ ПАРАЗИТНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Для переміщення завантажених вагонів і передачі їх у вагоноперекидач використовується вагоноштовхач. Виникаючі навантаження при експлуатації цього устаткування діляться на корисні і шкідливі. Найбільш небезпечними є динамічні навантаження. Для вирішення цієї проблеми запропоновано застосувати активні пристрої-амортизатори. Ці пристрої повинні мати функції буфера, демпфера і адаптера. Застосовані два амортизуючі пристрої. Перший виготовляється з товстостінної труби і працює на стискуванні в осьовому напрямі. Другий забезпечує рівномірний розподіл контактної напруги по площі платформи. Застосовані пристрої стабілізують роботу машини і істотно підвищують довговічність її роботи. При цьому адаптер забезпечує рівномірний розподіл навантажень. Для всіх деталей які знаходяться між платформою і приводним валом колісної пари навантаження врівноважені. Адаптер виготовляють зі

Машинобудування і зварювальне виробництво

спеціального поліуретану. При цьому твердість застосовуваного поліуретану може бути не дуже великий. Адаптер стабілізує навантаження на всі деталі, що знаходяться між платформою і приводним валом колісної пари. Адаптери зменшують паразитні навантаження і поліпшують розподіл напруг, що стабілізує роботу машин і істотно підвищує довговічність її деталей. Зроблено висновок, що періодична взаємна заміна приводних і холостих колісних пар підвищує їх ресурс у 1,5-2 рази. Розроблені амортизатори дозволяють значно зменшити виникаючі в період експлуатації навантаження і покращують динамічні характеристики пристрою. Застосовані конструктивні рішення по амортизаторам покращують їх експлуатаційні якості, збільшують довговічність, спрощують конструкцію і знижують вартість пристрою.

Ключові слова: корисні навантаження, шкідливі навантаження, динамічні навантаження, буфер, демпфер, адаптер, матеріал адаптера, паразитні навантаження, колісні пари, опорні підшипники, еластомери, динамічний модуль пружності.

Вступ. Вагоноштовхач використовується для переміщення навантажених вагонів і подачі їх в вагоноперекидач. Як і всі металургійні машини вагоноштовхач відчуває впливу з боку контактуючих з ним пружних систем. В результаті таких взаємодій виникають навантаження, причому це навантаження двох типів - корисні і шкідливі.

Постановка задачі. До корисних навантажень відносяться навантаження функціонально заплановані (або технологічні). В даному випадку це навантаження, необхідні для переміщення вагонів. До шкідливих (або паразитних) слід віднести всі інші навантаження; перш за все це динамічні навантаження. Вони виникають при впливі енергією (ударний варіант навантаження), інерцією (при розгоні і гальмуванні), нерівностями шляху, зазорами в з'єднаннях, поганим приляганням контактуючих поверхонь деталей. Результат цих впливів - підвищені навантаження (особливо в перехідних режимах роботи машини) і погане розподіл напружень в зонах контакту деталей. Такі машини мають потребу в амортизації паразитних навантажень і максимальних контактних напружень. Для цього потрібно розробити і впровадити активні пристрої - амортизатори.

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми. Штовхач потребує двох подібних пристроїв, одне з них повинно мати властивості буфера і демпфера, тобто мати енергоємність, порівнянну з енергоємністю всієї машини до її модернізації, і розсіювати велику частину накопиченої енергії для запобігання тривалого впливу коливань, що викликають утомлюючи пошкодження деталей. Інший пристрій має являти собою «адаптер», що забезпечує пристосування двох контактуючих жорстких (сталевих) поверхонь. При установці адаптера максимальні контактні напруги знижуються в 3 ... 6 разів; довговічність вузла підвищується на порядок.

Коли штовхач спільно з навантаженим вагоном рушає з місця, виникають інерційні навантаження, які носять коливальний характер. Ці навантаження передаються на приводні вали колісних пар штовхача. В результаті цих циклічних навантажень на приводних валах виникають втомні пошкодження, які протягом 9 ... 12 місяців групуються в тріщини, розташовані у опорних підшипників. В результаті вали руйнуються, показавши довговічність не більше 12 місяців. Заміна зруйнованих валів призводить до тривалих простоїв і значних збитків.

Мета і завдання дослідження. Запропонована модернізація полягає в розробці, виготовленні та встановленні амортизувальних пристроїв. Одне з них встановлено на візку

Машинобудування і зварювальне виробництво

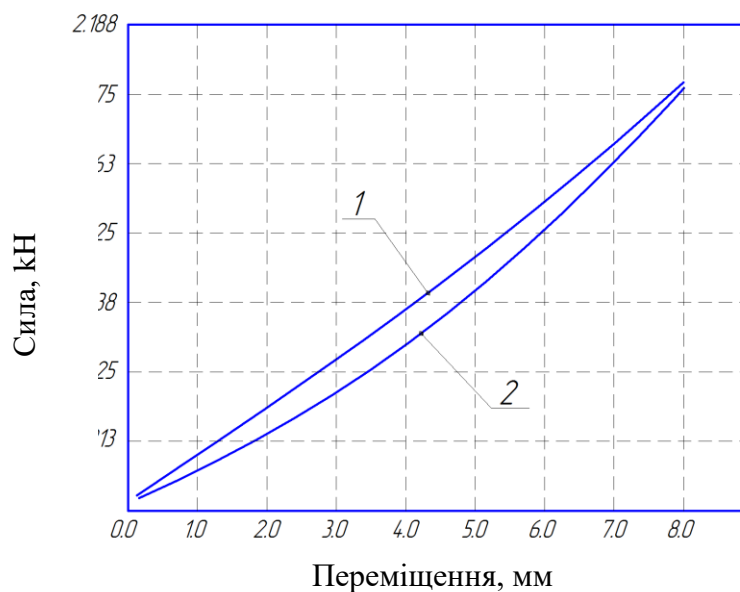
портального вагоноштовхача. Для цього пропонується верхню опору зменшити по висоті в порівнянні з існуючою. Між верхньою опорою і візком встановити амортизатор на підп'ятник.

Рішення проблеми. Перша серія експериментів полягала у визначенні нормального модуля пружності при стисненні статичним навантаженням. При випробуваннях записувалися діаграми стиснення. Результати представлені на рис. 1.

Крім характеристика жорсткості, з проведеного експерименту були отримані і параметри внутрішнього тертя, наприклад, коефіцієнт розсіювання енергії ψ , який представляє собою (у відсотках) частку розсіяною енергії від загальної витраченої за один цикл навантаження. Знайдені по діаграмах модулі пружності наведені в табл. 1.

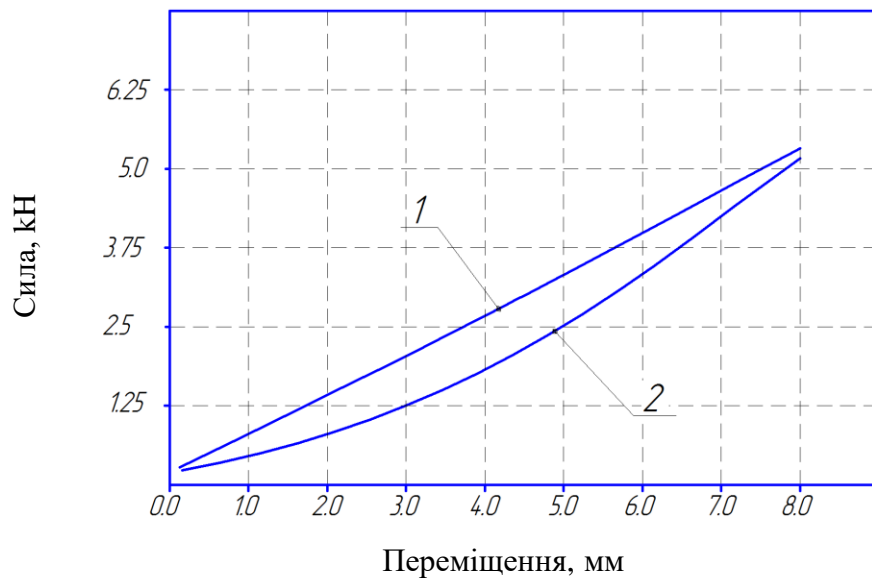
Таблиця 1 – Механічні характеристики конструкційних поліуретанів

Матеріал	Модуль пружності, Е МПа	Коефіцієнт розсіювання енергії, Ψ %	Коефіцієнт посилення, γ	Втрати навантаження при релаксації, % за 60 хв.
V8000 AhA 65	7,5	8,0	7,10	5,5
V8000 ShA 85	20,0	20,0	1,12	12,1
A16 AhA 95	46,8	45,0	1,14	18,5
Adipren L 100V AhA 90	9,5	12,0	1,09	13,0

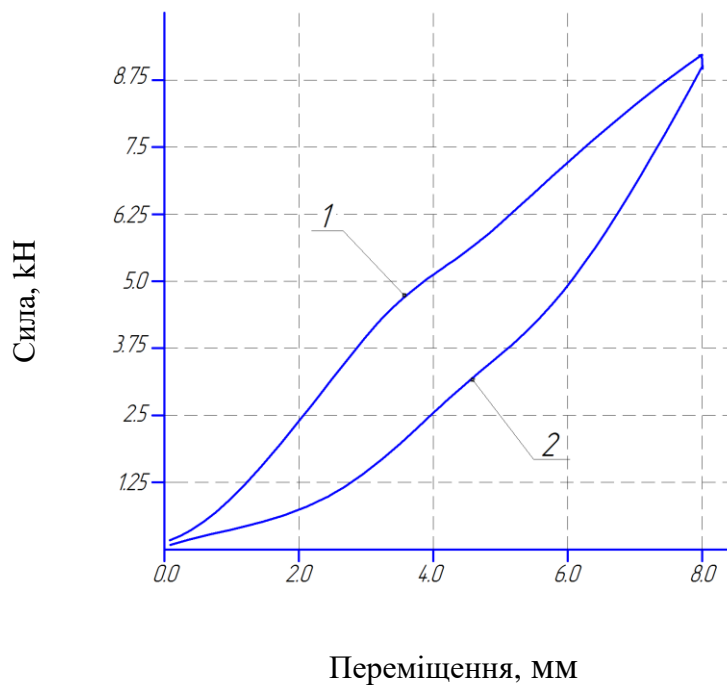


а) vibrathan 8000 ShA 65;

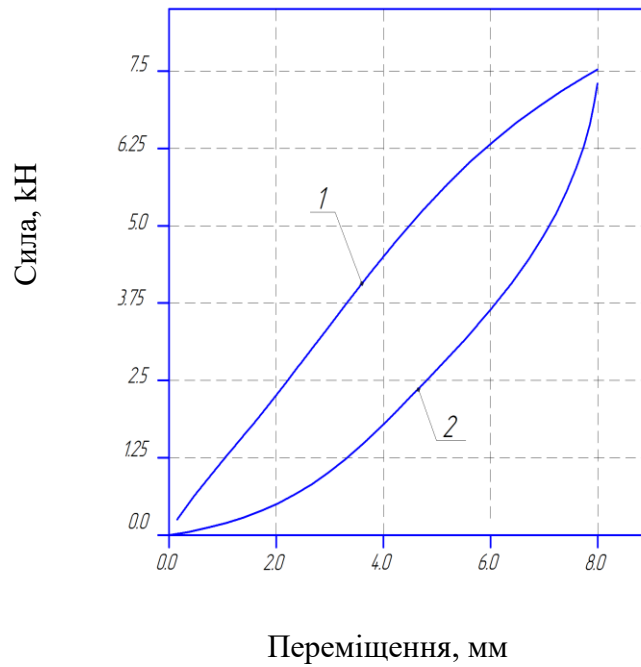
Машинобудування і зварювальне виробництво



б) vibrathan 8000 ShA85;



в) adipren A16 ShA 95;



г) adipren B16 ShA 95

Рисунок 1 – Діаграми стиснення поліуретанових зразків:
1 – навантаження; 2 – розвантаження

Отримані значення ψ для чотирьох зразків також наведені в табл. 1. Цей параметр змінюється в межах від 8 % до 50 %.

Друга серія експериментів мала на меті встановити залежність жорсткості матеріалів від швидкості навантаження.

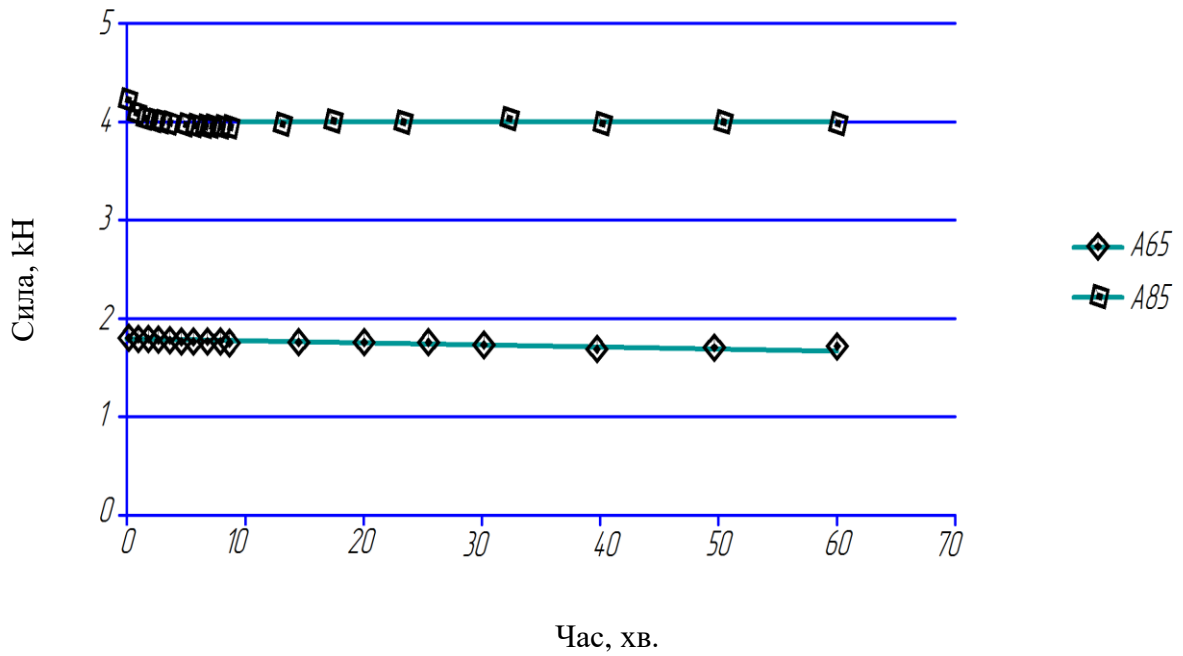
За результатами випробувань можна зробити висновок про експоненційному характері зростання модуля пружності, що дозволяє ввести для еластомерів нову механічну характеристику - динамічний модуль пружності E_d , який більше статичного і може бути представлений у вигляді

$$E_d = E \cdot \gamma,$$

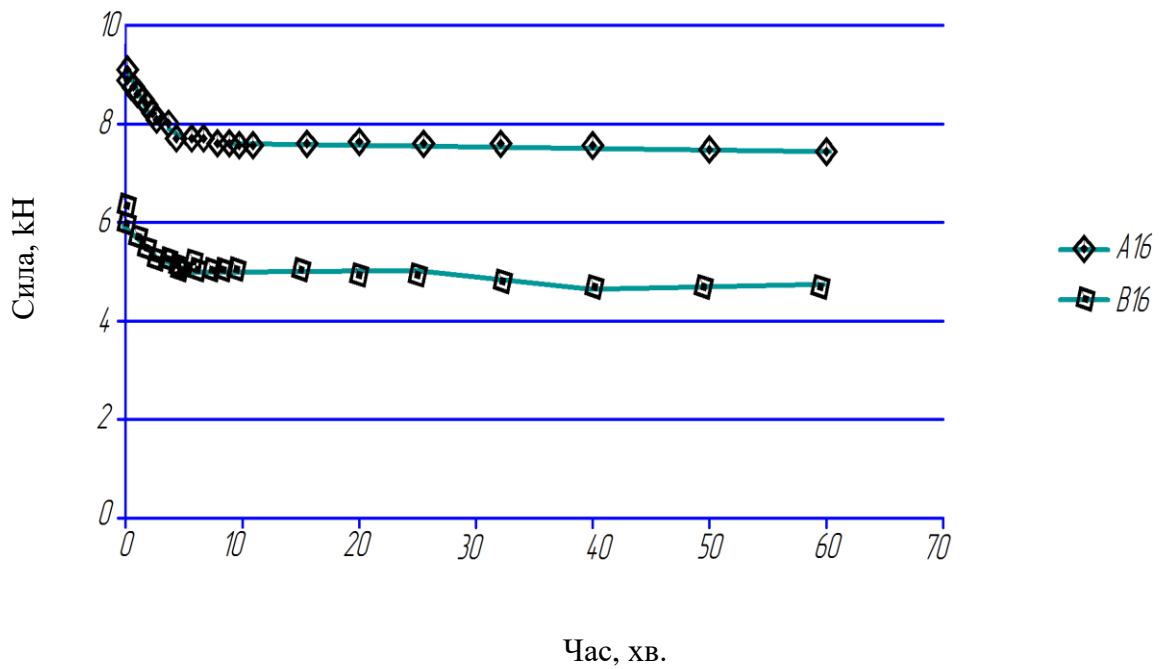
де γ – коефіцієнт посилення матеріалу; його значення представлені в табл. 1.

У третій серії досліджувалася короткочасна релаксація зразків поліуретанів. Початкова їх деформація становила $\epsilon_0 = 20\%$. На рис. 2 представлені графіки релаксації, побудовані по вимірах в часі.

Машинобудування і зварювальне виробництво



а) vibrathan 8000 ShA 65; ShA 85;



б) adipren A16 ShA 95; B16 ShA 95

Рисунок 2 – Релаксація в стислих поліуретанових зразках.

Машинобудування і зварювальне виробництво

Амортизатор являє собою товстостінну трубу ($D = 270$ мм, $d = 172$ мм, $H = 160$ мм), що працює на стиск в осьовому напрямку. Робоча характеристика амортизатора представлена на рис. 3.

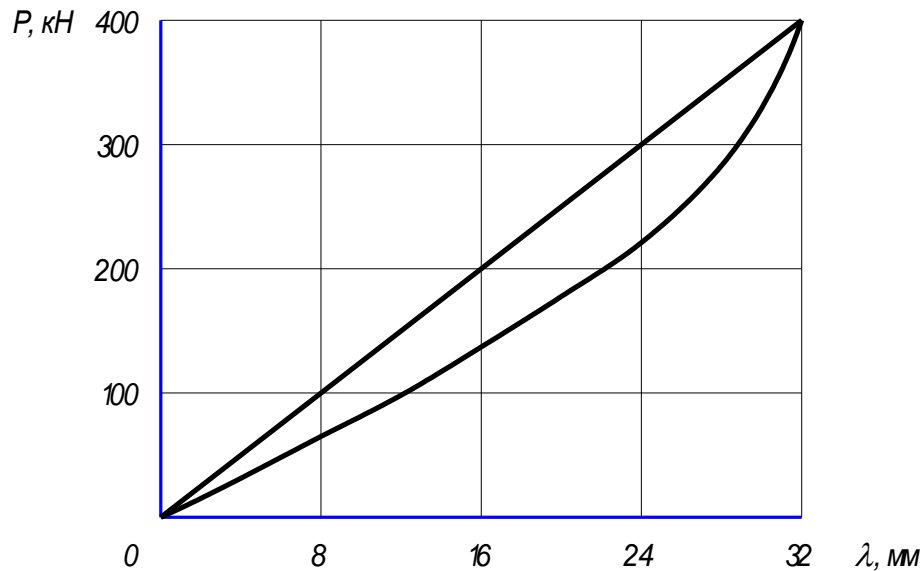


Рисунок 3 – Робоча характеристика амортизатора

Найбільше зусилля стиснення складає $P^* = 400$ кН, найбільше осідання $\lambda^* = 32$ мм, енергоємність амортизатора 6,4 кДж. Матеріал амортизатора - поліуретан серії adipren L-167 с твердістю ShA 95, який має температурний інтервал експлуатації – $50 \leq t^{\circ}\text{C} \leq + 120$.

Крім цього, на платформі передбачена установка адаптера, який забезпечує рівномірний розподіл контактних напружень по площі платформи. Це стабілізує навантаження на всі деталі, що знаходяться між платформою і приводним валом колісної пари. Адаптер також може бути виготовлений з поліуретану серії adipren. Для цієї деталі вимоги до твердості не настільки великі, – можна застосувати матеріал з твердістю ShA (85 ... 95). Це - ерапол 83; adipren L-100 ShA 90; adipren L-167 ShA 95.

Застосування зазначених амортизаторів зменшить паразитні навантаження і поліпшить розподіл напружень, що стабілізує роботу машини і істотно підвищить довговічність її деталей. Крім амортизації паразитних навантажень може бути запропонована періодична (через 6 ... 9 місяців) взаємна заміна приводних і холостих колісних пар, що може підвищити їх ресурс в 1,5 ... 2,0 рази.

ВИСНОВКИ

Вагоноштовхач відноситься до металургійних машин, які відчувають впливу з боку контактують з ним пружних систем. Це призводить до виникнення двох типів навантаження - корисна і шкідлива.

Машинобудування і зварювальне виробництво

У даній роботі були розглянуті і проаналізовані причини виникнення навантажень і яких негативних наслідків це може призвести. Запропоновано розробити та впровадити активні пристрої - амортизатори.

Запропоновано виготовити і встановити два амортизувальних пристроїв. Перше встановлюється на візку порталного вагоноштовхача і є амортизатором. Другий пристрій називається адаптером і дозволяє стабілізувати навантаження на всі деталі, що знаходяться між платформою і приводним валом колісної пари.

Застосування зазначених амортизаторів зменшить паразитні навантаження і поліпшить розподіл напружень, що стабілізує роботу машини і істотно підвищить довговічність її деталей.

Список використаних джерел:

1. *Артюх, В. Г.* Нагрузки и перегрузки в металлургических машинах : монография / В. Г. Артюх. – Мариуполь : ПГТУ, 2008. – 246 с.
2. *Артюх, Г. В.* Амортизация нагрузок в металлургических машинах / Г. В. Артюх // Защита металлургических машин от поломок. – Мариуполь. – 1999. – Вып. 4. – С. 160–165.
3. *Артюх, Г. В.* Инженерные проблемы прочности металлургических машин / Г. В. Артюх // Захист металургійних машин від поломок. – Мариуполь. – 2003. – Вип. 7. – С. 85–95.
4. *Артюх, Г. В.* Особенности применения эластомеров для снижения динамических нагрузок в металлургических машинах / Г. В. Артюх // Защита металлургических машин от поломок. – Мариуполь, 1997. – Вып. 2. – С. 155–158.
5. *Артюх, Г. В.* Предохранители на основе эластомеров / Г. В. Артюх, В. Г. Артюх // Захист металургійних машин від поломок. – Мариуполь, 2002. – Вип. 6. – С. 94 – 99.
6. *Артюх, Г. В.* Энергоемкость полиуретановых амортизаторов / Г. В. Артюх // Защита металлургических машин от поломок. – Мариуполь, 1999. – Вып. 4. – С. 166 – 172.
7. *Артюх, В. Г.* Основы защиты металлургических машин от поломок : монография / В. Г. Артюх. – Мариуполь : ПГТУ, 2015. – 287 с.

Иванов Е. И., Сергиенко Ю. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ МЕХАНИЗМА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ТЕЛЕЖКИ ВАГОНОТОЛКАТЕЛЯ ВРПД 93-110 ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ПАРАЗИТНЫХ НАГРУЗОК

Для перемещения гружёных вагонов и передачи их в вагонопрокидыватель используются вагонотолкатель. Возникающие нагрузки при эксплуатации данного оборудования делятся на полезные и вредные. Наиболее опасными являются динамические нагрузки. Для решения этой проблемы предложено применить активные устройства-амортизаторы. Эти устройства должны обладать функциями буфера, демпфера и адаптера. Применено два амортизирующих устройства. Первое изготавливается из толстостенной трубы и работает на сжатие в осевом направлении. Второе обеспечивает равномерное распределение контактных напряжений по площади платформы. Применённые устройства стабилизируют работу машины и существенно повышают долговечность её

Машинобудування і зварювальне виробництво

работы. При этом адаптер обеспечивает равномерное распределение контактных напряжений по площади платформы. Для всех деталей находящихся между платформой и приводным валом колёсной пары нагрузка стабилизирована. Адаптер изготавливают из специального полиуретана. При этом твёрдость применяемого полиуретана может быть не очень большой. Адаптеры уменьшают паразитные нагрузки и улучшают распределение напряжений, стабилизируют работу машин и существенно повысит долговечность ее деталей. Сделан вывод, что периодические взаимная замена приводных и холостых колесных пар повысит их ресурс в 1,5-2 раза. Разработанные амортизаторы позволяют значительно уменьшить возникающие в период эксплуатации нагрузки и улучшают динамические характеристики устройства. Применённые конструктивные решения по амортизаторам улучшают их эксплуатационные качества, увеличивают долговечность, упрощают конструкцию и снижают стоимость устройства.

Ключевые слова: полезные нагрузки, вредные нагрузки, динамические нагрузки, буфер, демпфер, адаптер, материал адаптера, паразитные нагрузки, колёсные пары, опорные подшипники, эластомеры, динамический модуль упругости.

Ivanov E. I., Sergienko Yu. V.

RESEARCH OF POSSIBILITIES FOR INCREASING THE DURABILITY OF THE MOVEMENT TROLLEY OF VARPД 93-110 CAR TROLLEY BECAUSE OF REDUCING VARIABLE LOADS

For moving of the loaded carriages and transmission of them car pusher is used in car dumper. The nascent loading during exploitation of this equipment is divided by useful and harmful. Most dangerous are the dynamic loading. For the decision of this problem it offers to apply active shock devices-absorbers. These devices must possess the functions of buffer, damper and adapter. Two amortizable devices are applied. The first is made from the thick-walled pipe and works on a compression in axial direction. The second provides even distribution of pin tensions areally platform. The applied devices stabilize work of machine and substantially promote longevity of her work. In this case, the adapter provides uniform distribution of contact stresses over the platform area. For all parts between the platform and the drive shaft of the wheelset, the load is stabilized. The adapter is made of special polyurethane. Moreover, the hardness of the polyurethane used may not be very large. The adapters reduce parasitic loads and improve stress distribution, stabilize machine performance and significantly increase the durability of machine parts. It is concluded that periodic mutual replacement of drive and idle wheelsets will increase their resource by 1.5-2 times. The developed shock absorbers can significantly reduce the loads occurring during the operation and improve the dynamic characteristics of the device. The applied design solutions for shock absorbers improve their performance, increase durability, simplify the design and reduce the cost of the device.

Keywords: *are actual loads, harmful loading, dynamic loading, buffer, damper, adapter, material of adapter, parasite loading, wheelpairs, supporting bearing, elastomers, dynamic modulus of elasticity.*

Рекомендовано до публікації: д-р техн. наук, проф. ДВНЗ «ПДТУ» О.О. Анділахай
Стаття надійшла 09.11.2020 р.