

Pavlovich A.V., Vladenkov V.N., Izumskiy V.N., Kilchitskaya S.L. *Ognezashitnye vspuchivaushiesya pokrytiya* [Fire resistant intumescent coating]/ *Lakokrasochnaya promyshlennost.* - ООО "LKM-press" 5/2012 – P. 22-27

http://www.slkz.ru/files/5_2012.pdf

12. Л. Вахитова, К. Калафат. Огнезащита стальных конструкций. – Украинский Центр Стального Строительства. – 2013 – 150 с.

<http://dstest.com.ua/article.php>

Vahitova L., Kalafat K. *Ognezashita stalnykh konstrukciy* [Fire protection of steel structures] .- *Ukrainskiy Centr Stalnogo Stroitelstva.* – 2013 – 150 p.

13. К. Калафат, А. Билык, Н. Беляев, Э. Ковалевская. Расчет огнестойкости стальных конструкций и проектирование огнезащиты в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины. – Украинский Центр Стального Строительства. – 2014 – 83 с.

Kalafat K., Bilyk A., Belyaev E., kovalevskaya E. *Raschet ognestoykosti stalnykh konstrukciy i proektirovaniye ognezashity v sootvetstvii s Evrokodom 3 i nacionalnymi prilozheniyami*

Ukrainy [Calculation of fire resistance of steel structures and design of fire protection in accordance with Eurocode 3 national annexes of Ukraine]. – *Ukrainskiy Centr Stalnogo Stroitelstva.* . – 2014 – 83 p.

14. Тотубиев В.Д. Строительные материалы на основе силикат-натриевых композиций. – М.: Стройиздат, 1988. – 206 с.

Totubiev V.D. *Stroitelnye materialy na osnove silikat-natrievykh kompozitsiy* [Construction materials based on silicate-sodium compositions]. – М.: Stroyizdat, 1988. – 206 p.

15. Fire Protection Handbook, 20th ed., NFPA, 2008 – 1700 p.

16. Состав для покрытия огнезащитного вспучивающегося “Эндотерм ХТ-150”: ТУ У 13481691.01-97. – К., 1997. – 9 с.

Sostav dlya pokrytiya ognezashitnogo vspuchivaushhegosya "Endoterm XT-150" [Composition for fire-retardant intumescent coating “Endoterm XT -150”]: ТУ У 13481691.01-97 . – К., 1997. – 9 p.

Поступила в редколлегию 23.08.2015

УДК 699.842+691.175

ПОЛІМЕРНА КОМПОЗИЦІЯ З КОМПЛЕКСНИМ НАПОВНЮВАЧЕМ ДЛЯ ВІБРОЗАХИСТУ ПНЕВМАТИЧНОГО РУЧНОГО ІНСТРУМЕНТУ

АНДРОНОВ В. А.^{1*}, *д.т.н., професор,*
ДАНЧЕНКО Ю. М.^{2*}, *к.т.н., доцент,*
СКРИПИНЕЦЬ А. В.³, *к.т.н., асистент,*
БУХМАН О. М.⁴, *викладач*

¹ Науково-дослідний центр, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, 61023, Харків, Україна, тел. +38 (057) 704-18-02, e-mail: va_andronov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-7486-482X

² Кафедра загальної хімії, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел. +38 (057) 706-20-81, e-mail: u_danchenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3865-2496

³ Кафедра загальної хімії, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, e-mail: anna-kondratenko26@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-2340-023X

⁴ Кафедра охорони праці та техногенно-екологічної безпеки, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, 61023, Харків, Україна, e-mail: bukhman_o@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4166-2495

Анотація. Мета. Аналізом встановлено, що негативний вплив виробничої локальної вібрації пневматичного ручного інструменту ударної дії (ПРІУД) викликає вібраційну хворобу, яка у структурі професійних захворювань в Україні займає третє місце. Дотепер не розроблено ефективних віброзахисних засобів для руків'я ПРІУД. Метою даного дослідження є створення полімерної композиції для використання у якості віброзахисного покриття або мастики для руків'я пневматичного ручного інструменту ударної дії. Окрім високих вібропоглинальних властивостей покриття повинно мати низку технологічних та експлуатаційних властивостей: високі адгезійні властивості, зносостійкість, міцність, довговічність, стійкість до агресивних рідких середовищ та гігієнічні показники. **Методика.** Для досліджень використовувались вібропоглинальні полімерні композиції на основі епоксиданового олігомери (ЕД) марки ЕД-20 та олігоефітрициклокарбонатного олігомеру (ОЦК) марки Лапролаг-803 у співвідношенні ЕД : ОЦК = 20 : 80. Для твердіння композицій використовувався аліфатичний аміний твердник диетилентриамін марки ДЕТА. Для надання необхідних технологічних, фізико-механічних та демпфуючих властивостей в епоксидгідроксиуретанові композиції додавались дисперсні мінеральні наповнювачі з різною поверхневою активністю – гідрофільного кремнезему білої сажі марки БС-50 та гідрофобного технічного вуглецю марки ПМ-234. Фізико-механічні показники полімерних матеріалів визначались за стандартними методами. Дослідження в'язкопружних властивостей полімерів проводились методом динамічної механічної спектроскопії, який був реалізований на крутильному маятнику – динамічному релаксометрі. Динамічна в'язкість композицій визначалась за допомогою реовіскозіметра Хелпера при температурі 20 °С та напрузі зсуву 200 – 1300 Па.

Результати. Показано, що вплив наповнювачів на комплекс структурно-реологічних властивостей у великій мірі залежить від хімічної природи наповнювача та гідрофільності поверхні його частинок. Встановлено, що більш інтенсивні взаємодії між поверхнею наповнювача та полімером на міжфазній границі обмежують молекулярну рухливість полімерних ланцюгів поблизу поверхні наповнювача в порівнянні з об'ємом матриці і це призводить до зменшення вібропоглинаючої здатності. З'ясовано, що найбільший вплив на в'язкопружні властивості полімерної матриці має додавання білої сажі – наповнювача з гідрофільною поверхнею внаслідок утворення більш міцної структури за рахунок фізико-хімічних зв'язків на міжфазній границі в композиції. Встановлено, що найкращим послідком фізико-механічних властивостей характеризується композиція з комплексним наповнювачем ЕД-20:ОЦК:БС-50:ПМ-234 = 20:80:20:8, яка одночасно має високі вібропоглинальні та міцнісні властивості, адгезійну міцність, показник стирання та стійкість до рідких агресивних середовищ. **Наукова новизна.** Встановлені закономірності впливу структурно-реологічних характеристик епоксигідроксиуретанових полімерних композицій, наповнених дисперсними мінеральними наповнювачами різної хімічної природи на вібропоглинальні, фізико-механічні та інші експлуатаційні характеристики. **Практична значимість.** Встановлені закономірності дозволяють цілеспрямовано регулювати властивості та створювати вібропоглинальні епоксигідроксиуретанові полімерні композиційні матеріали з певними експлуатаційними характеристиками. На основі досліджуваних композицій розроблено склад, який містить комплексний наповнювач та може використовуватись для віброзахисту ПРИУД.

Ключові слова: віброзахист; пневматичний ручний інструмент ударної дії (ПРИУД); полімерні композиції; дисперсний мінеральний наповнювач; вібропоглинальні властивості; експлуатаційні характеристики

ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ С КОМПЛЕКСНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ ДЛЯ ВИБРОЗАЩИТЫ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО РУЧНОГО ИНСТРУМЕНТА

АНДРОНОВ В. А.^{1*}, *д.т.н., профессор,*
ДАНЧЕНКО Ю. М.^{2*}, *к.т.н., доцент,*
СКРИПИНЕЦ А. В.³, *к.т.н., ассистент,*
БУХМАН О. М.⁴, *преподаватель*

¹ Научно-исследовательский центр, Национальный университет гражданской защиты Украины, ул. Чернышевская, 94, 61023, Харьков, Украина, тел. +38 (057) 704-18-02, e-mail: va_andronov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-7486-482X

² Кафедра общей химии, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, 61002, Харьков, Украина, тел. +38 (057) 706-20-81, e-mail: u_danchenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3865-2496

³ Кафедра общей химии, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, 61002, Харьков, Украина, e-mail: anna-kondratenko26@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-2340-023X

⁴ Кафедра охраны труда и техногенно - экологической безопасности, Национальный университет гражданской защиты Украины, ул. Чернышевская, 94, 61023, Харьков, Украина, e-mail: bukhman_o@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4166-2495

Аннотация. Цель. Анализом установлено, вредное воздействие производственной локальной вибрации пневматического ручного инструмента ударного действия (ПРИУД) вызывает вибрационную болезнь, которая в структуре профессиональных заболеваний в Украине занимает третье место. До сих пор не разработаны эффективные виброзащитные средства для рукояток ПРИУД. Целью данного исследования является создание полимерной композиции для использования в качестве виброзащитного покрытия или мастики для рукояток пневматического ручного инструмента ударного действия. Кроме высоких вибропоглощающих свойств покрытие должно обладать комплексом технологических и эксплуатационных свойств: высокие адгезионные свойства, износостойкость, прочность, долговечность, стойкость к агрессивным жидким средам и гигиенические показатели. **Методика.** Для исследований использовались вибропоглощающие полимерные композиции на основе эпоксидианового олигомера (ЭД) марки ЭД-20 и олигоэфиртрициклокарбонатного олигомера (ОЦК) марки Лапролат-803 в соотношении ЭД:ОЦК= 20:80. Для отверждения композиций использовался алифатический аминный отвердитель дицилентриамин марки ДЭТА. Для получения необходимых технологических, физико-механических и демпфирующих свойств в эпоксигидроксиуретановые композиции добавлялись дисперсные минеральные наполнители с различной поверхностной активностью – гидрофильного кремнезема белой сажи марки БС-50 и гидрофобного технического углерода марки ПМ-234. Физико-механические показатели полимерных материалов определялись по стандартным методам. Исследования вязкоупругих свойств полимеров проводились методом динамической механической спектроскопии, который был реализован на крутильном маятнике – динамическом релаксометре. Динамическая вязкость композиций определялась с помощью реовискозиметра Хепплера при температуре 20 °С и напряжении сдвига 200 – 1300 Па. **Результаты.** Показано, что влияние наполнителей на комплекс структурно-реологических свойств в большой степени зависит от химической природы наполнителя и гидрофильности поверхности его частиц. Установлено, что более интенсивное взаимодействие между поверхностью наполнителя и полимером на межфазной границе ограничивает молекулярную подвижность полимерных цепей вблизи поверхности наполнителя по сравнению с объемом матрицы и это приводит к уменьшению вибропоглощающей способности. Выявлено, что наибольшее влияние на вязкоупругие свойства полимерной матрицы имеет введение белой сажи – наполнителя с гидрофильной поверхностью вследствие образования более прочной структуры за счет физико-химических связей на межфазной границе в композиции. Установлено, что наилучшим сочетанием физико-механических свойств характеризуется композиция с комплексным наполнителем ЭД-20:ОЦК:БС-50:ПМ-234 = 20:80:20:8, которая одновременно обладает высокими вибропоглощающими, прочностными свойствами, адгезионной прочностью,

показателем истирания и устойчивостью к жидким агрессивным средам. **Научная новизна.** Установлены закономерности влияния структурно-реологических характеристик эпоксигидроксиуретановых полимерных композиций, наполненных дисперсными минеральными наполнителями различной химической природы на вибропоглощающие, физико-механические и другие эксплуатационные характеристики. **Практическая значимость.** Установленные закономерности позволяют целенаправленно регулировать свойства и создавать вибропоглощающие эпоксигидроксиуретановые полимерные композиционные материалы с необходимыми эксплуатационными характеристиками. На основе исследуемых композиций разработан состав, содержащий комплексный наполнитель и могут использоваться для виброзащиты ПРИУД.

Ключевые слова: виброзащита; пневматический ручной инструмент ударного действия (ПРИУД); полимерные композиции; дисперсный минеральный наполнитель; вибропоглощающие свойства; эксплуатационные характеристики

POLYMER COMPOSITION WITH COMPLEX FILLER FOR VIBROPROTECTION PNEUMATIC HAND TOOLS

ANDRONOV V. A.^{1*}, *Ph. D., professor,*
DANCHENKO Yu. M.^{2*}, *Ph. D., associate Professor,*
SKRIPINETS A. V.³, *Ph. D., assistant,*
BUKHMAN O. M.⁴, *lecture*

¹ Research Center, National University of Civil Defense of Ukraine, st. Chernyshevskaya, 94, 61023, Kharkov, Ukraine, tel. 38 (057) 704-18-02, e-mail: va_andronov@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-7486-482X

² Chair of General Chemistry, Kharkov National University of Construction and Architecture, st. Sumskaaya, 40, 61002, Kharkov, Ukraine, tel. 38 (057) 706-20-81, e-mail: u_danchenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3865-2496

³ Chair of General Chemistry, Kharkov National University of Construction and Architecture, st. Sumskaaya, 40, 61002, Kharkov, Ukraine, e-mail: anna-kondratenko26@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-2340-023X

⁴ Chair of Labor Safety and Technogenic and Ecological Safety, the National University of Civil Defense of Ukraine, ul. Chernyshevskaya, 94, 61023, Kharkov, Ukraine, e-mail: bukhman_o@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-4166-2495

Introduction. Purpose. The analysis revealed that the harmful influence of industrial local vibration of pneumatic hand tools impact (PHTI) causes vibration disease. This illness takes the third place in the structure of occupational diseases in Ukraine. Effective antivibration means for PHTI handles are still not developed. The purpose of this investigation is to provide a vibration-absorbing polymer composition for use as a coating or as the mastic for PHTI handles. In addition to high vibration-absorbing properties the coating should have a set of technological and operational properties: high adhesion, abrasion resistance, strength, durability, resistance to aggressive liquid media and health indicators. **Methodology.** For the studies vibration-absorbing polymer compositions based on epoxydian oligomers (ED) brand ED-20 and oligester cyclo-cab oligomers (OCC) brand Laprolat-803 in a ratio ED: OCC = 20:80 were used. For the compositions curing aliphatic amine mark DETA was used. To obtain the necessary technological, mechanical and damping properties of the composition dispersed mineral fillers with different surface activity - hydrophilic silica soot white brand BS-50 and a hydrophobic carbon black mark PM-234 were added. Physical and mechanical properties of polymeric materials were determined by standard methods. Researches of polymers viscoelastic properties were carried out by dynamic mechanical spectroscopy, which was implemented on a torsion pendulum - a dynamic relaxometer. The dynamic viscosity of the compositions was determined by viscometer Höppler at 20 °C and a shear stress of 200 - 1300 Pa. **Results.** It is shown that the effect of fillers on complex structural and rheological properties increasingly depend on the chemical nature of the filler and hydrophilicity of its parts surface. It is detected that a more intensive interaction between the filler surface and the polymer at the interface limits the molecular mobility of the polymer chains near the filler's surface in comparison with the volume of matrix. It reduces the ability of the grommet. It was revealed that the introduction of white soot - filler with a hydrophilic surface due to formation of a solid structure of physical and chemical bonds at the interface of the composition has the greatest influence on the viscoelastic properties of the polymer matrix. It is found that the best combination of physical and mechanical properties with a complex composition characterized by filling ED-20: OCC: BS-50: PM-234 = 20:80:20:8, which simultaneously has a high vibration absorbing, tensile properties, adhesion strength, abrasivity and resistance to corrosive liquids. **Originality.** The regularities of the influence of the structural and rheological characteristics of epoxygidroksourethane polymeric compositions filled with disperse mineral fillers of different chemical nature on the vibration-absorbing, physical, mechanical and other performance characteristics were detected. **Practical value.** The detected regularities allow to control the properties purposefully and to create vibration-absorbing epoxygidroksourethane polymer composite materials with the required operational characteristics. On the basis of the researching compositions the compound comprising a complex filler was developed. It may be used for PHTI vibration isolation.

Keywords: vibration protection; pneumatic hand tools impact (PHTI); polymeric compositions; particulate mineral filler, vibration-absorbing properties; operational characteristics

Вступ

Протягом останніх п'яти років в Україні спостерігається нестабільна ситуація з професійними захворюваннями та їх рівень залишається дуже високим. До 2013 року існувала стійка динаміка

зростання кількості професійних захворювань і з 2010 року збільшення відбулось приблизно на 15 % (з 4965 до 5860), за останні 2 роки - 2014 та 2015 (перше півріччя) рівень професійної захворюваності значно зменшився (приблизно на 25 %) [11]. Але

даний факт не може бути причиною зниження уваги до задач попередження і виявлення професійних захворювань, тому що, очевидно, він пов'язаний з загальною політичною та економічною ситуацією в країні. Рівень професійних захворювань залишається яскравим показником недосконалості технологічних процесів та обладнання на виробництвах, низького рівня механізації, старіння основних виробничих фондів, неефективного використання засобів захисту, порушення правил охорони праці, низької якості та формалізму медичних оглядів та ряду інших проблем. Аналіз професійної захворюваності по галузям промисловості свідчить, що найвищий рівень її спостерігається при добуванні енергетичних матеріалів, виробництві машин та устаткування, в металургії та обробленні металу, будівництві. Кількість професійних захворювань у цих галузях складає близько 94 % від загальної кількості по Україні.

У структурі професійних захворювань перше місце стабільно належить хворобам органів дихання, друге – захворюванням опорно-рухового апарату, а третє, в останні 10 років, належить вібраційній хворобі. Відносна кількість випадків вібраційної хвороби за останні 5 років зросла на 5 % з 4 до 9 % [11,7]. Зростання кількості випадків захворювання вібраційною хворобою відмічається у промислово розвинених регіонах України: Донецькій, Харківській, Луганській, Волинській, Львівській, Дніпропетровській, Запорізькій областях. Однією з основних причин захворювань вібраційною хворобою є шкідливий вплив локальної вібрації, джерелом якої у більшості випадків є ручний механізований інструмент (РМІ) [20-22]. Найбільш небезпечними серед них є пневматичні ручні інструменти ударної дії (ПРІУД), які відрізняються широкосмуговим спектром високих рівнів локальної вібрації та шуму. До них відносяться клепальні та рубильні пневматичні молотки, перфоратори та ін. [2,15].

В процесі роботи ручного механізованого інструменту, а саме, ПРІУД, локальна вібрація неминуча, але залишається можливість зменшити та знизити її шкідливий вплив на здоров'я працівників й попередити виникнення тяжких професійних захворювань. Зниження шкідливого впливу локальної вібрації, що виникає при роботі з ПРІУД, можливо за рахунок створення конструкцій новітніх віброзахисних інструментів та використанням сучасних засобів віброзахисту.

Радикальними та перспективними шляхами боротьби з вібрацією є впровадження нових, більш сучасних технологічних процесів з використанням вібронезбезпечного обладнання та інструментів, розробка систем дистанційного та автоматизованого управління машинами.

Перші теоретичні дослідження зі створення віброзахисного пневматичного механізованого інструменту проводились у СРСР у 50-60-х роках Б. В. Суднішніковим. Наукове обґрунтування цих

питань стало реальним завдяки роботам науковців-гігієністів Е. Ц. Андрєєвої - Галаніної, З. М. Бутковської, Н. Н. Малінської, І. К. Разумова та ін. В останні роки удосконаленням пневматичних ручних інструментів займалися В. В. Аньшин (1998), В. Н. Вякін (1999), А. В. Чернишов (2007), В. С. Ванаєв (2004) та інші [5,6,14,16].

При створенні вібробезпечних ПРІУД основним напрямком є удосконалення конструкції інструментів за рахунок збільшення маси, регулювання тиску стислого повітря при роботі, зміни конструкції окремих вузлів та деталей, виконання окремих деталей з пластмас та еластомерних матеріалів, які поглинають коливання, а також розробка засобів віброзахисту колективного та індивідуального характеру - віброзахисного руків'я та рукавиць з використанням синтетичних полімерів.

У теперішній час відома велика кількість засобів з полімерів, які забезпечують у певному ступені вібробезпеку ручних інструментів ударної дії. Але всі вони мають низку недоліків. Так, використання індивідуальних засобів – рукавиць та взуття забезпечує захист оператора тільки від коливань з високими частотами; застосування віброізолюючого руків'я потребує ускладнення конструкції інструменту в цілому та збільшення його маси. Впровадження нових сучасних вібробезпечних конструкцій ПРІУД в Україні потребує часу та великих матеріальних затрат. Тому на сьогоднішній день актуальним завданням є пошук порівняно дешевих, нескладних у виконанні способів зниження локальної вібрації існуючих конструкцій ПРІУД, що використовуються на вітчизняних підприємствах.

Мета

Метою даного дослідження є створення вібропоглинальної полімерної композиції для використання у якості віброзахисного покриття (мастики) для руків'я пневматичного ручного інструменту ударної дії. Окрім високих вібропоглинальних властивостей покриття повинно мати низку технологічних та експлуатаційних властивостей: високу зносостійкість, міцність, довговічність, а також високі гігієнічні показники.

Відомо, що шкідливий вплив локальної вібрації ПРІУД на людину посилюється внаслідок дії додаткових факторів, таких як тяжкість трудового процесу та низькі температури навколишнього середовища і руків'я. Тому дуже важливим є урахування того, що застосування тих чи інших методів та засобів повинно сприяти якнайбільшому зменшенню додаткових факторів. Таким чином, завдання ускладнюється необхідністю комплексного підходу до її вирішення.

Методика

Для досягнення вищезначеної мети вважається перспективним використання матеріалів на основі полімерів з великим внутрішнім тертям для виготовлення руків'я, рукавиць, прокладок, які

встановлюються на шляху розповсюдження вібрації від місця її виникнення до кисті людини. Тобто розсіювання енергії вібрації відбувається в тілі руків'я і в результаті знижується інтенсивність коливань. Коливальна енергія в процесі вібропоглинання (вібродемпфірування) трансформується в теплову. Таким чином, температура поверхні руків'я в процесі роботи підвищується і зменшує вплив додаткового фактору – низької температури.

У багатьох сучасних ПРИУД, а саме, пневматичних молотках, використовується облицювання руків'я матеріалами на основі пластмас та еластомерів (гуми). Деякі закордонні фірми виготовляють руків'я з гумоподібних матеріалів, наприклад, вулкана. Відомі експерименти щодо виготовлення руків'я з полімерів, які мають високі вібропоглинальні властивості – мастики на основі акрилатних, епоксидних олігомерів, полівінілацетатних емульсій. Знімні гумові руків'я додаються до інструменту у комплекті та доволі ефективно зменшують інтенсивність локальних вібрацій при роботі. Але з часом вони швидко втрачають вібропоглинальну здатність, мають невелику міцність, руйнуються під впливом вібросилових навантажень і подальша їх експлуатація неможлива, тобто вони є недовговічними.

Ефективність вібропоглинаючого матеріалу визначається пружнов'язкістними параметрами: коефіцієнтом механічних втрат (η), тангенсом кута механічних втрат ($\tan \delta$) та динамічним модулем пружності (E), які в значній мірі залежать від хімічної природи полімеру, наповнювачів, а також їх співвідношення в композиційному матеріалі, який є основою для виготовлення віброзахисного засобу. У теперішній час використовують два типи вібропоглинаючих полімерних композиційних матеріалів: жорсткі та м'які. До жорстких відносяться тверді пластмаси та мастики, дія яких обумовлена їх деформаціями у подовженому напрямку (вздовж поверхні покриття та поверхні, що вкривається). Динамічний модуль пружності цих матеріалів дорівнює $E \approx 10^9$ Н/м², а ефект забезпечується на низьких та середніх частотах (до 1000 Гц). Дія м'яких вібропоглинаючих матеріалів, до яких відноситься гума, деякі мастики та пластмаси, обумовлена деформаціями покриття по товщині, яка повинна бути не менш двох - п'яти товщин поверхні, що вкривається. Величина E у таких матеріалів $\sim 10^7$ Н/м², а частотний діапазон їх використання >1000 Гц [4].

В сучасному виробництві віробезпечних ПРИУД, більшість виробників віддають перевагу використанню вібропоглинаючим покриттям та мастикам на основі полімерів, які наносяться на руків'я інструментів [9,10,17]. Перевагою мастик є можливість їх нанесення на будь - яку, в тому числі і на криволінійну поверхню, висока адгезія до металу, тиксотропні властивості, довговічність, міцність,

низька токсичність та горючість у сукупності з високими вібропоглинальними властивостями. Мастики з вібропоглинальними властивостями здебільшого виготовляються на основі епоксидних олігомерів (ЕО) [19,12] та водних дисперсій гомо- і сополімерів вінілацетату (ВА) [1,8]. Характеристики сучасних, найбільш використовуваних мастик представлені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Характеристики вібропоглинаючих мастик /
Characteristics of vibration-absorbing mastics**

Мастики	Марки мастик	η , при 20°C	E , при 20°C, Па	Адгезій на міц- ність до сталі 3, МПа
на основі ЕО	Антивібри-5М (Росія) Антивібри-7М (Росія) ВЕМ (Україна)	0,25- 0,6	$3 \cdot 10^9$	1,5-6,0
на основі ВА	Адем-3 (Росія) Адем-2 (Росія) ВІМ-2 (Україна)	0,1-0,3	$5 \cdot 10^9$	0,8-1,5

Порівняльна характеристика дає можливість стверджувати, що мастики та покриття на основі епоксидних олігомерів відрізняються підвищеними вібропоглинальними властивостями (у 2-3 рази) та більшою адгезійною міцністю до сталі. При цьому вони мають меншу густину ($\sim 1,4$ г/см³ проти 1,7 г/см³) [12], що дозволяє зменшити кількість вихідних матеріалів та забезпечити більш економний режим їх використання.

Тому для досягнення вищезначеної мети були обрані полімерні вібропоглинальні композиції на основі епоксидіанового олігомеру марки ЕД-20 (кількість епоксидних груп – 20 %) та олігоефітрициклокарбонатного олігомеру (ОЦК) марки Лапролат-803 (кількість епоксидних груп – 2,2 %, циклокарбонатних груп – 27,1 %). Для твердіння композицій використовувався аліфатичний амінний твердник диетилентриамін марки ДЕТА. Відомо, що при твердінні цих композицій у співвідношенні ЕД : ОЦК = 20 : 80 в широкому температурному інтервалі зі стехіометричною кількістю ДЕТА утворюються зшиті епоксигідроксиуретанові композиції, які відрізняються високими значеннями адгезійної міцності та вібропоглинаючої здатності [18]. Попередніми дослідженнями було встановлено [3], що використання вібропоглинаючого покриття на основі даної мастики для зниження рівня локальної вібрації пневматичного молотка дозволяє знизити рівні віброприскорення та віброшвидкості в середньочастотному діапазоні на 25 % (20 дБ).

Для надання необхідних технологічних, фізико-механічних та демпфіруючих властивостей в епоксигідроксиуретанові композиції додавали дисперсні мінеральні наповнювачі з різною поверхневою активністю – гідрофільного кремнезему білої сажі марки БС-50 та гідрофобного технічного

вуглецю марки ПМ-234. Фізико-хімічні показники використовуваних наповнювачів представлені в таблиці 2.

Таблиця 2

**Фізико-хімічні показники наповнювачів /
Physical and chemical characteristics of fillers**

Марка наповнювача	Хімічний склад, мас %	Густина, г/см ³	Питома поверхня, м ² /г	pH водної витяжки
БС-50 ГОСТ 18307 – 78	SiO ₂ – 76; Fe ₂ O ₃ – 0,03; CaO – 7; Al ₂ O ₃ – 0,1; Na ₂ O – 1,8	2,45	45 – 50	9 – 10,5
ПМ-234 ГОСТ 7885 – 86	C – 97; H – 0,5; O – 1; S – 1,1	1,8	95	6 – 8

Для одержання ефективного вібропоглинаючого матеріалу необхідно створити полімерні композиції, які в необхідному температурному та частотному діапазоні мали б максимальні значення тангенса кута механічних втрат $\tan \delta$ або модуля механічних втрат, які є мірою розсіяння коливальної енергії. Максимальні значення $\tan \delta$ спостерігаються в області головного релаксаційного переходу, тобто в області переходу зі склоподібного у високоеластичний стан, де частота координованого руху сегментів ланцюгів полімеру (10 – 50 атомів вуглецю) має ту ж величину, що і частота механічної дії. Температура цього переходу є температура склування T_g полімеру.

Дослідження в'язкопружних властивостей полімерів проводились методом динамічної механічної спектроскопії, який був реалізований на крутильному маятнику – динамічному релаксометрі. Частота затухаючих крутильних коливань маятника складала 0,7 – 1 Гц, температурний інтервал від – 100 °C до + 100 °C, похибка вимірювань не перевищувала 10 %.

Фізико-механічні властивості визначались за стандартними методиками (табл. 3).

Таблиця 3

Методи визначення фізико-механічних показників / Methods for determining the physical and mechanical properties

Показник	ГОСТ
Руйнуюча напруга при рівномірному відриві	14760-69
Матеріали лакофарбові. Метод визначення міцності при ударі.	4765-73
Матеріали лакофарбові. Метод визначення еластичності плівки при вигині.	6806-73
Метод випробування на абразивне зношення.	11012-69
Водопоглинання.	4650-80
Стійкість до дії хімічних середовищ.	12020-72

Результати

Відомо, що додавання до полімерних композицій дисперсних мінеральних наповнювачів з активною поверхнею суттєво впливає на їх властивості. Найбільш інформативним щодо впливу природи та

вмісту наповнювачів є дослідження структурно-реологічних характеристик олігомер-олігомерних композицій. Динамічна в'язкість композицій визначалась за допомогою реовіскозиметра Хеплера при температурі 20 °C та напрузі зсуву 200 – 1300 Па. За допомогою реологічних кривих течії визначені структурно-реологічні характеристики: умовно статична межа текучості (τ_s) – малі значення напруги зсуву за яких структура починає руйнуватися, умовно динамічна межа текучості (τ_m) – значення напруги зсуву за яких композиція переходить у ньютонівську область, максимальна в'язкість незруйнованої структури (η_0), в'язкість зруйнованої структури при ньютонівському характері течії (η_n).

Досліджені криві течії для суміші обраних олігомерів ЕД-20 та ОЦК, наповнених мінеральними наповнювачами у вигляді залежностей в'язкості η від напруги зсуву τ . Результати розрахованих структурно-реологічних характеристик обраних епоксигідроксиуретанових композицій з додаванням наповнювачів представлені в таблиці 4.

Таблиця 4

Структурно-реологічні характеристики композицій / Structural and rheological characteristics of the compositions

Вміст наповнювача, мас. ч.	δ , мкм	τ_s , Па	τ_m , Па	τ_s/τ_m	η_0 , Па·с	η_n , Па·с	$\eta_{0/n}$
ЕД-20:ОЦК=20:80							
	-	200	350	1,75	6,3	3,5	-
ЕД-20:ОЦК:БС-50=20: 80:							
10	0,39	250	550	2,2	9,8	5,3	1,51
15	0,29	300	700	2,3	11,5	5,8	1,66
20	0,19	300	800	2,7	19,0	9,7	2,77
ЕД-20:ОЦК:ПМ-234=20: 80:							
4	0,44	200	400	2,00	6,2	3,6	1,03
6	0,29	200	410	2,05	6,6	4,3	1,23
8	0,22	250	520	2,08	7,5	5,0	1,43

Результати досліджень, представлені в таблиці 4, дозволяють оцінити ступінь структурування та міцність міжмолекулярних взаємодій в наповнених композиціях.

Встановлено, що аномальна поведінка досліджуваних композицій відповідає системам з тиксотропними властивостями. В таких системах в області малих градієнтів швидкостей та малих напруг зруйновані зв'язки встигають відновлюватись. Ці властивості дозволяють одержати матеріали (мастики), які можна наносити на різноманітні криволінійні поверхні, в тому числі і вертикальні.

Додавання білої сажі БС-50 у композицію призводить до зсуву τ_s у бік більших напруг зсуву з підвищенням у 1,5 – 2 рази у порівнянні з ненаповненою системою. При збільшенні вмісту наповнювача рівень структурування системи зростає на 25 – 54 % з одночасним підвищенням ньютонівської в'язкості у 1,6 – 2,8 рази та аномалії в'язкості у 1,5 – 3 рази. Очевидно, це пов'язано з наявністю на поверхні частинок дисперсної фази значної кількості полярних силанольних груп. Утворені в композиції структури за рахунок фізико-

В'язкопружні властивості композицій / The viscoelastic properties of the compositions

Вміст наповнювача, мас. ч.	Температура склування, $T_c, ^\circ\text{C}$	Тангенс кута механічних втрат, $\text{tg } \delta_{\text{max}}$	Параметр А
ЕД-20:ОЦК=20:80			
-	-45	0,97	-
ЕД-20:ОЦК:БС-50=20: 80:			
10	-40	0,78	-0,15
15	-35	0,72	-0,19
20	-24	0,70	-0,20
ЕД-20:ОЦК:ПМ-234=20: 80:			
8	-34	0,85	-0,09
ЕД-20:ОЦК:БС-50:ПМ-234 =20:80:			
20:8	-18	0,7	-0,16

Як видно з даних таблиці 5, додавання білої сажі ($\delta = 0,19$ мкм) в систему призводить до підвищення температури склування на $20 ^\circ\text{C}$, а також сприяє зниженню величини тангенса кута механічних втрат (з 0,97 до 0,7) відносно ненаповненої композиції. Додавання технічного вуглецю ($\delta = 0,2$ мкм) призводить до зміщення температури склування в область більш високих температур на $9 ^\circ\text{C}$ зі зменшенням максимального значення тангенса кута механічних втрат на 12 % (з 0,97 до 0,85). Ці дані корелюють з отриманими раніше та підтверджують утворення більш жорсткої структури в композиціях з білою сажею в порівнянні з композиціями, наповненими технічним вуглецем за рахунок утворення більшої кількості міжфазних зв'язків.

Для оцінки ступеня взаємодії полімеру з поверхнею наповнювача використовується параметр А [13], який розраховується за формулою:

$$A = \{ 1 / (1 - \varphi_n) \} \cdot (\text{tg } \delta_K / \text{tg } \delta_{\text{П}}) - 1, \quad (2)$$

де φ_n – об'ємна доля наповнювача; $\text{tg } \delta_K$ та $\text{tg } \delta_{\text{П}}$ – тангенс кута механічних втрат відповідно наповненої та ненаповненої композиції (табл. 5).

В результаті досліджень встановлено, що більш інтенсивні взаємодії між поверхнею наповнювача та полімером на міжфазній границі обмежують молекулярну рухливість полімерних ланцюгів поблизу поверхні наповнювача в порівнянні з об'ємом матриці, що призводить до зменшення $\text{tg } \delta$ та відповідно, параметра А. З'ясовано, що найбільший вплив на в'язкопружні властивості полімерної матриці має додавання білої сажі БС-50 – наповнювача з гідрофільною поверхнею. На рис. 1 представлені температурні залежності тангенса кута механічних втрат досліджуваних композицій в залежності від вмісту наповнювача.

Аналіз представлених даних свідчить, що при збільшенні ступеня наповнення білою сажею температура склування T_c (пік $\text{tg } \delta$) композицій поступово підвищується відносно ненаповненої, спостерігається розширення піку $\text{tg } \delta$ та зменшення його максимального значення.

хімічних зв'язків між поверхневими функціональними групами білої сажі та активними полярними групами рідкої олігомерної частини є вельми міцними, руйнуються під дією великих напруг зсуву, при цьому ефективна енергія активації складає 28 – 37 кДж/моль.

В системах, наповнених технічним вуглецем ПМ-234, границя текучості τ_c спостерігається при однакових напругах зсуву, але на відміну від систем, наповнених білою сажею, при менших значеннях максимальної в'язкості на 5 – 11 Па·с та ефективної енергії активації на 7 – 15 кДж/моль. При збільшенні вмісту технічного вуглецю ньютонівська в'язкість композиції монотонно зростає з незначним зростанням ступеня структурування. При цьому спостерігається зниження величини аномалії в'язкості до 17 %. Ці композиції мають менші значення енергії активації в'язкої течії, ніж системи, наповнені білою сажею БС-50, що пов'язано з нижчим рівнем міжфазної взаємодії олігомерної частини композиції з поверхнею наповнювача внаслідок невеликої кількості полярних оксигенвмісних функціональних груп (карбонільних, карбоксильних, ефірних) на поверхні технічного вуглецю.

Таким чином, за результатами проведених досліджень встановлено, що вплив наповнювачів на комплекс структурно-реологічних властивостей у великій мірі залежить від хімічної природи, а значить, від активності та полярності функціональних груп їхньої поверхні. Також можна стверджувати, що за допомогою дисперсних мінеральних наповнювачів білої сажі БС-50 та технічного вуглецю ПМ-234 на основі олігомер-олігомерної епоксигідроксиуретанової композиції можна отримати мастики з необхідними тисотропними властивостями.

Враховуючи виявлені закономірності, для одержання композицій, необхідно знайти оптимальне співвідношення наповнювачів з різною поверхневою функціональністю. Порівняльна оцінка ефективності взаємодії поверхні наповнювача з полімерною матрицею різних за дисперсністю наповнювачів здійснюється за умов забезпечення приблизно однакової товщини олігомерного прошарку між частинками дисперсної фази, яка розраховується за формулою

$$\delta = \frac{2m_1}{m_2 \cdot S \cdot \rho}, \quad (1)$$

де m_1 , m_2 – масовий вміст олігомерної частини та наповнювача відповідно; ρ – густина олігомеру; S – питома поверхня наповнювача.

Вміст комплексного наповнювача у композиції обрано з урахуванням однакової товщини олігомерного прошарку (δ) між частинками дисперсної фази (табл. 4), а саме, ЕД-20:ОЦК:БС-50:ПМ-234 = 20:80:20:8.

Результати дослідження в'язкопружних властивостей епоксигідроксиуретанових композицій представлені в таблиці 5.

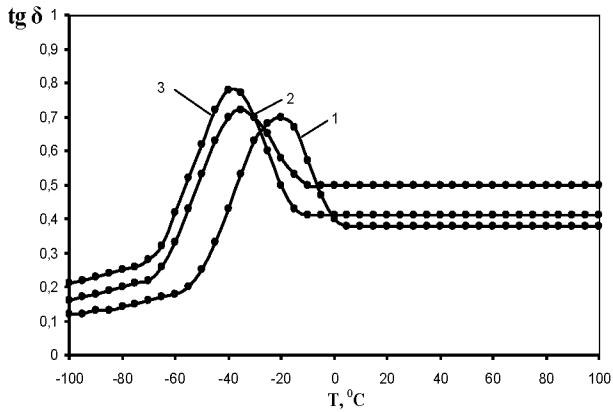


Рис. 1. Температурні залежності тангенса кута механічних втрат в залежності від вмісту наповнювача БС-50 з товщиною прошарку між частинками дисперсної фази: 0,39 мкм (1), 0,26 мкм (2), 0,19 мкм (3) / The temperature is determined by the mechanical loss tangent, depending on the filler content of the BS-50 with a thickness layer between the particles of the dispersed phase: 0,39 m (1), 0,26 m (2), 0,19 m (3).

При цьому найбільший рівень $tg \delta$ у високоеластичному стані характерний для композиції, наповненої 15 мас. ч. та складає 0,5. Результати показують, що в низькотемпературній області (- 100 до - 60 °С), в якій полімери знаходяться у склоподібному стані, з підвищенням кількості наповнювача БС-50 в композиції $tg \delta$ монотонно зростає, при цьому інтервал переходу з склоподібного стану до високо еластичного розширюється з 58 до 64 градусів.

Дослідження впливу комплексного наповнювача БС-50:ПМ-234 = 20:8 показало, що його додавання в систему призводить до вельми значного підвищення температури склування (на 27 °С) та сприяє зниженню величини $tg \delta$ на 28 % відносно ненаповненої композиції. При цьому встановлено, що це дозволяє розширити температурну область ефективного демпфірування з одночасно високими показниками $tg \delta$.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що додавання дисперсних мінеральних наповнювачів з різною хімічною природою поверхні дозволяє в широких межах регулювати демпфіруючі та в'язкопружні властивості епоксигідроксиуретанових композицій та за допомогою цих закономірностей створювати композиції для матеріалів з необхідними вібропоглинальними характеристиками.

Враховуючи умови експлуатації розробленої композиції у вигляді віброзахисного покриття або мастики для руків'я пневматичного ручного інструменту ударної дії, необхідно дослідити їх необхідні експлуатаційні характеристики. Це адгезій на міцність до сталі, адже руків'я, що вкриватиметься покриттям, виготовлено зі сталі. Враховуючи те, що на руків'я під час роботи здійснюється значне силове навантаження, необхідно визначити фізико-механічні характеристики віброзахисного покриття або мастики

(міцність при ударі, еластичність при згині, показник стирання). Виробничі умови передбачають вплив агресивних рідких середовищ – води, вуглеводнів, масил. Тому стійкість до цих агресивних середовищ також необхідно встановити.

Адгезійні властивості композицій визначались методом рівномірного відриву від сталльної поверхні. Досліджувались композиції, які тверділи при двох режимах: на протязі 7 діб при температурі навколишнього середовища та додатково з термообробкою (ТО) при температурі 80 °С на протязі 4 годин. Результати досліджень адгезійної міцності досліджуваних композицій до сталі марки Ст 3 представлені в таблиці 6.

Таблиця 6

Адгезійні властивості композицій / Adhesive properties of the compositions

Композиція	Вміст наповнювача, мас. ч.	$\sigma_{\text{відр.}}$ МПа	$\sigma_{\text{відр. (ТО)}}$ МПа
ЕД-20:ОЦК = 20:80	-	-	4,8
ЕД-20:ОЦК:БС-50 = 20:80:	10	2,1	3,2
	15	2,0	2,8
	20	3,0	3,8
ЕД-20:ОЦК:БС-50:ПМ-234 = 20: 80:	20:8	4,1	5,5

З представлених даних видно, що термообробка дозволяє підвищити адгезійну міцність композицій на 15 – 25 %. Додавання білої сажі у кількості 10 – 20 мас. ч. значно знижує адгезійний контакт полімеру зі сталлю та зменшує значення адгезійної міцності на 10 – 50 %. Тим не менше абсолютні значення адгезійної міцності мають достатньо високі показники. Додавання комплексного наповнювача в епоксигідроксиуретанову композицію сприяє незначному, приблизно на 15 %, підвищенню адгезійної міцності.

Результати дослідження фізико-механічних характеристик та стійкості до агресивних середовищ представлені в таблиці 7.

Таблиця 7

Фізико-механічні характеристики композицій / Physical and mechanical characteristics of the compositions

Композиція	Міцність при ударі, см	Показник стирання, мм ³ /м	Водопоглинання, %	Бензиностійкість, %	Мастилостійкість, %
ЕД-20:ОЦК	50	6,2	13,9	0,03	0,02
ЕД-20:ОЦК + біла сажа	30	4,9	12,3	0,02	0,01
ЕД-20:ОЦК + технічний вуглець	45	5,6	8,3	0,01	0,01
ЕД-20:ОЦК + біла сажа + технічний вуглець	40	5,1	8,7	0,01	0,02

З представлених даних таблиці витікає, що додавання в полімерні композиції дисперсних мінеральних наповнювачів призводить до зменшення

показника стирання на 10 – 20 % та водопоглинання на 15 – 40 % в порівнянні з ненаповненою композицією. Однак міцність при ударі зменшується на 30 % при додаванні білої сажі та на 10 % при додаванні технічного вуглецю. Еластичність покриття при вигині не змінюється і дорівнює 1 мм для усіх композицій. Також залишаються незмінними стійкість до вуглеводнів (бензину) та мастил. Найкращим поєднанням фізико-механічних властивостей характеризується композиція з комплексним наповнювачем, яка одночасно має високі міцнісні властивості, показник стирання та стійкість до рідких агресивних середовищ.

Визначені гранично допустимі концентрації (ГДК) та клас безпеки сировинних матеріалів мастики згідно з ГОСТ 12.1.005 (табл. 8).

Визначено, що сировинні матеріали не виділяють в повітря робочої зони шкідливі речовини в кількостях, що перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК), тому є гігієнічно безпечними.

Таблиця 8

Гігієнічні показники / Hygienic Indices

Найменування речовини	ГДК, мг/м ³	Клас безпеки
Біла сажа (кремній діоксид аморфний)	5	3
Смола епоксидна діанова ЕД-20 (за епіхлоргідрином)	1	2
Олігоэфирциклокарбонат марки Лапролат 803	10	4
Диетилентриамін	2	2
Технічний вуглець (сажа чорна промислова)	4	3

Наукова повизна та практична значимість

Встановлено, що в епоксигідроксиуретанових олігомер – олігомерних композиціях при додаванні дисперсних мінеральних наповнювачів утворюються різні за міцністю структури з тиксотропними властивостями, які утворені фізико-хімічними зв'язками між функціональними групами поверхні дисперсної фази та рідкої олігомерної частини

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Александрова Т. А. Полимерные вибропоглощающие мастики с ускоренной сушкой / Т. А. Александрова, И. В. Никитина, Б. А. Крипшевский, И. К. Пименов, В. М. Смолевский // Пластические массы. – 2004. – №3. – С.47-48.

Alexandrova T. A., Nikitina I. V., Krishnevsky B. A., Pimenov I. K., Smolevsky V. M. Polymernie vibropogloshaushie mastiki s uskorenoy sushkoю [Vibration absorber polymer sealant with fast baking]. Plasticheskie massi - Plastics mass, 2004, no. 3, pp. 47-48.

<http://mail.knutd.com.ua/cgi-bin>

2. Андронов В. А. Сучасні шляхи зниження рівнів професійної патології у робітників, які підлягають впливу локальної вібрації / В. А. Андронов, О. М. Бухман // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Механіко-технологічні системи та комплекси. – 2014. – №60(1102). – с. 167-173.

композиції. Показано, що найбільш міцні структури утворюються в системах, наповнених наповнювачами з гідрофільною поверхнею.

Розроблені епоксигідроксиуретанові композиції з комплексним наповнювачем, який є сумішшю гідрофільного – білої сажі та гідрофобного технічного вуглецю. Їх співвідношення, визначене з урахуванням товщини олігомерного прошарку між частинками дисперсної фази забезпечує високі демпфуючі, фізико-механічні, гігієнічні та інші експлуатаційні властивості.

Встановлені закономірності дозволяють в широкому діапазоні регулювати властивості епоксигідроксиуретанових наповнених композицій та використовувати їх для отримання віброзахисних покриттів та мастик.

Висновки

Таким чином, в результаті комплексних досліджень було показано, що епоксигідроксиуретанові олігомери-олігомерні композиції, які містять дисперсні мінеральні наповнювачі з різною поверхневою активністю (комплексний наповнювач) в певному співвідношенні, яке забезпечує однакову товщину олігомерного прошарку між частинками дисперсної фази, виявляють високі експлуатаційні властивості та необхідні технологічні характеристики. Високі показники вібропоглинаючої здатності, стирання, адгезійної міцності, міцності при ударі та стійкості до рідких агресивних середовищ дозволяє використовувати досліджувані композиції у якості віброзахисних покриттів для руків'я пневматичного ручного інструменту ударної дії в жорстких умовах виробничого середовища. Виявлені тиксотропні властивості композицій дозволять без особливих технологічних вимог здійснювати обробку руків'я інструментів і після твердіння одержувати високоякісні віброзахисні покриття.

Andronov V. A., Bukhman O. M. Suchasni shlyakhi znizhennia rivniv profesiinoy patologiy u robitnikiv, yaki pidlyagayut vplivu lokalnoy vibratsiy [Modern ways to reduce levels of occupational pathology in the workers subject to influence local vibration]. Visnik Nacionalnogo tekhnichnogo universitetu "KHPI". Zbirnik naukovikh prats. Seriya: Mekhaniko-tekhnologichni systemy ta komplekxy - Herald of the National Technical University "KHPI". Collected Works. Series: Mechanical engineering systems and complexes, 2014, no. 60(1102), pp. 167-173.

<http://mtsc.khpi.edu.ua/article/view/43013>.

3. Андронов В. А. Эффективность использования вибропоглощающего полимерного покрытия для снижения локальной вибрации / В. А. Андронов, Ю. М. Данченко, А. В. Скрипинец, О. М. Бухман // Науковий вісник НГУ. – 2013. – №6(138). – С.85-91.

Andronov V. A., Danchenko Yu. M., Skripinets A. V., Bukhman O. M. Effektivnost ispolzovania vibropogloshaushogo polimernogo pokrytiya dlya snizheniya lokalnoy vibratsii [Efficiency vibration polymeric coating to

reduce the local vibration]. Naukovy visnik NGU - News of the NMU, 2013, no. 6(138), pp. 85-91.

<http://nvngu.in.ua/index.php/ru/arkhiv-zhurnala/po-razdelam/ekologiya/2383>.

4. Березовський А. І. Дослідження динамічних механічних і вібропоглинаючих властивостей епоксиретанових складів для вогневіброзахисту металевих виробів / А. І. Березовський, А. В. Скрипинець, Ю. В. Попов [та ін.] // Пожежна безпека: теорія і практика. Збірник наукових праць. – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2012. – №10. – С. 18 - 27.

Berezovsky A. I., Skripinets A. V., Popov Yu. V. et al. Doslidzhennya dynamichnikh mekhanichnikh i vibropoglinayuchikh vlastivostey epoksyuretanovykh skladiv dlya vognеvibroзахystu metalovykh vrobiv [Research of dynamic mechanical and vibration properties of epoxy urethane compositions fireproof of metal products]. Pozhezhna bezpeka: teoriya i praktyka. Zbirnyk naukovykh prats. Cherkassy: APB im. Geroiv Chornobylia, 2012, no. 10, pp. 18-27.

<https://docviewer.vandex.ua/r>.

5. Ванаев В. С. Методика определения параметров, характеризующих ручную машину как элемент динамической системы „оператор-машина-объект обработки“ / В. С. Ванаев, Ю. М. Васильев, А. Ф. Козьяков // Вестник машиностроения. – 2004. – №3. – С. 51-56.

Vanayev V. S., Vasilyev Yu. M., Koz'yakov A. F. Metodika opredeleniya parametrov kharakterizuyushikh ruchnyuyu mashynu kak element dynamycheskoy sistemy "operator-mashyna-obyekt obrabotky" [The methods will determin the parameters characteristics the manual machines as part of a dynamic system "operator-machine-object processing"]. Vestnyk mashinostroyeniya - Herald engineering, 2004, no. 3, pp. 51-56.

http://sevntu.com.ua/cgi-bin/irbis64r_72/cgiirbis_64.

6. Вибрационно-акустические воздействия на оператора и совершенствование импульсных машин: сб. науч. трудов. – Новосибирск: ИГД, 1990. – 74 с.

Vibratsionno-akusticheskiye vosdeystviya na operatora i sovershenstvovaniye impulsnykh mashyn [Vibration and acoustic impact on the operator and improves impulse of the machines]: sb. Nauchnykh trudov. Novosibirsk: IGD - Sat. scientific works, - Novosibirsk: IGD, 1990, 74 p.

http://library.gpntb.ru/cgi-bin/irbis64r_simple/site/cgiirbis.

7. Горноста́й О. Б. Розвиток професійних захворювань в Україні / О. Б. Горноста́й // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.16. – С. 396-401.

Gornostay O. B. Rozvytok profesiynykh zakhvoryuvan v Ukraini [The development of occupational diseases in Ukraine]. Naukovy visnyk NLTU Ukrainy - Scientific news NLTU of Ukraine, 2013, pub. 23.16, pp. 396-401.

http://irbis-nbu.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbu/cgiirbis_64.

8. Исследования в области получения высокоэффективных вибропоглощающих материалов. [Электронный ресурс].

Issledovaniya v oblasti polucheniya vysokoeffektivnykh vibropogloshayushikh materyalov. Electronny resurs. [Studies in the field of highly effective vibration-absorber of materials. Electronic resource].

<http://www.plastpolymer.org/vibrodamping.htm>.

9. Kawasaki pneumatic tools. Совершенный пневматический инструмент для профессионалов. [Электронный ресурс].

Kawasaki pneumatic tools. Sovershenny pnevmaticheskyy instrument dlya professionalov. Electronny resurs. [Kawasaki

pneumatic tools. Perfect pneumatic tools for professionals. Electronic resource].

<http://prom52.ru/kawasaki>.

10. Отбойный молоток ТЕ 3000-AVR. Система активного поглощения вибрации. [Электронный ресурс].

Otboiny molotok TE 3000-AVR. Sistema aktyvnogo poglosheniya vibratsii. Electronny resurs. [Breaker TE 3000-AVR. An active vibration damping. Electronic resource].

https://docviewer.vandex.ua/r.xml?sk_hilti_perforator.pdf.

11. Офіційний сайт Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України. [Електронний ресурс].

Ofitsiyny sait Fondu sotsialnogo strakhuvannya vid neshasnykh vypadkiv na vyrobnytsvtvi ta professyynykh zakhvoryuvan Ukrainy. Electronny resurs. [Official website of the Social Insurance Fund of accidents and occupational diseases in Ukraine. Electronic resource].

<http://www.social.org.ua>

12. Скрипинець А. В. Использование виброзащитных материалов в машиностроении / А. В. Скрипинець, А. В. Антонов // Прикладні аспекти техногенно - екологічної безпеки: збірник тез Всеукраїнської науково-практичної конференції. – Х.: НУЦЗУ, 2013. – С. 86-88.

Skripinets A. V., Antonov A. V. Ispolzovaniye vibrozashitnykh materialov v mashinostroyenii [Used vibration isolation materials in mechanical engineering]. Priklyadny aspekty tekhnogenno-ecologichnoyi bezpeky: zbirnyk tez Vseukrayinskoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi. Kharkiv. NUCZU - Applied aspects of technogenic and ecological safety: a collection of abstracts of Ukrainian scientific conference. Kharkov. NUCZU, 2013, pp. 86-88.

<https://docviewer.vandex.ua/r.xml?sk=0033a836434c37f9a-ab744ec4a7d864e&url=http%3A%2F%2Fubgd.lviv>

13. Скрипинець А. В. Реологические свойства наполненных вибропоглощающих композиций / А. В. Скрипинець, Ю. В. Попов // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХНУБА ХОТВАБУ, 2013. – Вип. 72. – С. 247-253.

Skripinets A. V., Popov Yu. V. Reologicheskiye svoystva napolnennykh vibropogloshayushich kompozitsiy [Rheological properties of compositions filled with vibration-absorbing]. Naukovy visnyk budivnytstva. Kharkiv. KHNUCA - Scientific Bulletin construction. Kharkov. KNUCA, 2013, V. 72, pp. 247-253.

<http://korolenko.kharkov.com/cgi-bin/wcatalog/irbis>.

14. Стеценко А. А. Стандартизация в области вибрации, контроля технического состояния, диагностики и прогнозирования ресурса промышленных машин / А. А. Стеценко, О. А. Стеценко // Вибрация машин: измерение, снижение, защита. – 2006. – №2(5). – С. 34-43.

Stecenko A. A., Stecenko O. A. Standartizatsiya v oblasti vibratsii, kontrolya tekhnicheskogo sostoyaniya, diagnostiky i prognozirovaniya resursa promyshlennykh mashin [Standardization in the field of vibration control of technical condition, diagnosis and prognosis of the resource of industrial machines]. Vibratsiya mashin: izmereniye, snizheniye, zashita - Vibrations of machines: measurement, reduction, protection, 2006, no. 2(5), pp. 34-43.

<https://docviewer.vandex.ua/r.xml?sk=0033a836434c37f9a-ab744ec4a7d864e&url=http%3A%2F%2Fessuir.sumdu.edu.ua.pdf>.

15. Суворов Г. А. Вибрация и защита от нее: монография / Г. А. Суворов, Л. В. Прокопенко – М.: Ред. Журн. «Охрана труда и социальное страхование», 2001. – 230 с.

Suvorov G. A., Prokopenko L. V. Vibratsiya i zashita ot neye: monografiya [Vibration and protection from it:

monograph]. Moscow. Ed. Zh. "Health and social insurance", 2001. 230 p.

<http://absopac.rea.ru/OpacUnicode/index.php?url=/notices/index/IdNotice:64269/Source:default>.

16. Тимофеева И. Г. Безопасность труда на виброопасных технологических процессах / И. Г. Тимофеева. – Улан-Уде: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 95 с.

Timofeeva I. G. Bezopasnost truda na vibroopasnykh tekhnologicheskikh processakh [Occupational safety in vibration technological processes]. Ulan-Ude. Publ. VSTU, 2003. 95 p.

https://docviewer.vandex.ua/r.xml?sk=0033a836434c37f9a_ab744ec4a7d864c&url=http%3A%2F%2Fwindow.edu.ru%2Fresource%2F971%2F18971%2Ffiles%2FUchpebj2.pdf.

17. Устранение вибрации, шума от работы оборудования. Виброзащита сооружения. [Электронный ресурс].

Ustraneniye vibracii, shuma ot raboty oborudovaniya. Vibrozashita sooruzheniya. Electronny resurs. [Elimination of vibration, noise from equipment operation. Vibration protection facilities. Electronic resource].

<http://vibroopora.ru/elastomer/>.

18. Филипович А. Ю. Особенности модификации эпоксидных полимеров олигоциклокарбонатами / А. Ю. Филипович, С. Н. Остапок, Н. А. Бусько, В. К. Грищенко [и др.] // Полимерный журнал. – 2009. – Т.31. – №3. – С. 251-255.

Filipovich A. Yu., Ostapuk S. N., Busko N. A., Gryshenko V. K. i dr. Osobennosti modifikatsii epoksidnykh polymerov oligociklokarbonatamy [Features modified polymers epoxy oligocyclocarbon]. Polimerny jurnal - Polymer Journal, 2009, v.31, no. 3, pp. 251-255.

<http://macromol.kiev.ua/2012/05/polimernyj-zhurnal-3-2009/>.

19. Яковлева Р. А. Вібропоглинальні матеріали на основі модифікованих епоксидних композицій / Р. А.

Яковлева // Хімічна промисловість України. – 1997. - №3. – С. 46-49.

Yakovleva R. A. Vibropoglynalni materialy na osnovi modyfikovanykh epoksyaminnykh kompozitsiy [Vibration-absorbes material based on modified tracks epoxy amine]. Khimichna promyslovist Ukrayiny - Chemical industry of Ukraine, 1997, no.3, pp.46-49.

<http://disser.com.ua/contents/25216.html>.

20. Aatola S. Dinamic characteristics of the hand, vibrotactile perception, and hand-grip force in the etiology of handarm vibration syndrome: diss./ S. Aatola / - Kuopio, 1993. – 55 p.

Aatola S. Dinamic characteristics of the hand, vibrotactile perception, and hand-grip force in the etiology of handarm vibration syndrome: diss., 1993. 55p.

http://library.gpntb.ru/cgi-bin/irbis64r/62/cgiirbis_64.exe.

21. Griffin M. The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton workshop 2000 / Michael Griffin, Massimo Bovenzi // International Archives of Occupational and Environmental Health. – 2002. – 75, №1-2. – p.1-5.

Griffin M., Bovenzi M. The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton workshop 2000. International Archives of Occupational and Environmental Health, 2002, v.75, no.1-2, pp.1-5.

<http://www.pubfacts.com/author/Michael+J+Griffin>

22. Lindsell C. J. Interpretation of the finger skin temperature response to cold provocation / C. J. Lindsell, M. J. Griffin // International Archives of Occupational and Environmental Health. – 2001. – 74, №5. – p. 325-335.

Lindsell C. J., Griffin M. J. Interpretation of the finger skin temperature response to cold provocation. International Archives of Occupational and Environmental Health, 2001, v. 74, no. 5, pp. 325-335.

<http://eprints.soton.ac.uk/10547/>.

Поступила в редколлегию 26.08.2015