

І. М. Подобєд, канд. техн. наук (ДУ «ННДПБОП»),
А. І. Биковський, канд. техн. наук (ІССіТ), В. М. Кобасов (ДУ «ННДПБОП»)

ПЕРСПЕКТИВНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ПРАЦІВНИКІВ ВІД ШКІДЛИВОЇ ДІЇ ВІБРАЦІЇ ТА ШУМУ НА РЕЙКОВОМУ ТРАНСПОРТІ

У статті розглянуто питання впливу двох травмонебезпечних фізичних чинників – шуму та вібрації на виникнення професійних захворювань у працівників міського, приміського, залізничного та технологічного рейкового транспорту.

Встановлено основні пріоритетні проблеми профілактики професійних захворювань у працівників рейкового транспорту та запропоновано напрями робіт, спрямованих на зниження рівня вібрації та шуму.

Ключові слова: професійні захворювання, охорона праці, шум, вібрація, профілактика, вібро- та шумопоглинальні матеріали, конструкції.

В статье рассмотрены вопросы влияния двух травмоопасных физических факторов – шума и вибрации на возникновение профессиональных заболеваний у работников городского, пригородного, железнодорожного и технологического рельсового транспорта.

Определены основные приоритетные проблемы профилактики профессиональных заболеваний у работников рельсового транспорта и предложены направления работ, направленных на снижение уровня вибрации и шума.

Ключевые слова: профессиональные заболевания, охрана труда, шум, вибрация, профилактика, вибро и шумопоглощающие материалы, конструкции

The aspects of influence of two injury physical factors – vibration and noise – on the occurrence of occupational diseases of the workers in rail transport are discussed in the article.

Priority problems of prevention of occupational diseases of workers in rail transport are defined and various activities focused on reducing the vibration and noise level are proposed.

Keywords: occupational diseases, labour protection, , noise, preventative measures, vibration-absorbing and noise-absorbing materials, constructions

Вступ. У працівників міського, приміського, залізничного та технологічного транспорту (далі – рейкового транспорту), найбільш вагоме місце серед професійних захворювань займають такі, що виникають від

впливу двох травмонебезпечних фізичних чинників – шум і вібрація. Медичні працівники беруть до уваги два види вібрації: ті що впливають на руки і зап'ястя та/або на все тіло. Якщо перший вид впливає на оператора віброуючого пристрою, то з іншим видом вібрації зустрічаються усі працівники, які знаходяться на будівельному чи виробничому майданчику, біля різноманітних оброблювальних станків та усіх видах обладнання, поблизу транспортних магістралей, доріг тощо.

До основних захворювань внаслідок шуму і вібрації належать: вібраційна хвороба, синдром «білих пальців», нейросенсорна туговухість, хронічний бронхіт, різноманітні пневмоконіози, алергічний дерматит, бронхіальна астма, а також захворювання, пов'язані з фізичними перевантаженнями та перенапруженням окремих органів і систем, підвищення діастолічного артеріального тиску, підвищення стомленості, пригнічення насторою водіїв наприкінці зміни, послаблення імунітету організму тощо. Також, у разі вібраційної хвороби виникають патологічні зміни спинного мозку, серцево-судинної системи, кісткових тканин і суглобів, змінюється капілярний кровообіг тощо [1].

Особливо небезпечними є вібрації з частотами, близькими до частот власних коливань тіла людини, більшість яких знаходяться у межах 6...27 Гц. Вплив на організм працівника зовнішніх коливань з такими ж частотами може викликати резонансні коливання внутрішніх органів, що є дуже небезпечним і може призвести до зміщення органів та/або до механічних пошкоджень. Місцеві вібрації можуть викликати порушення діяльності серця та центральної нервової системи. Але вкрай небезпечним для працівника є комбінована дія вібрації, шуму, високої та низької температури тощо [1].

Для самостійного встановлення працівником того чи іншого захворювання нагадаймо значення частот роботи окремих частин тіла людини.

Так, очі мають частоту 20...22 Гц; горло – 6...12 Гц; грудна клітка – 2...12 Гц; голова – 8...27 Гц; обличчя – 4...27 Гц; живіт – 4...12 Гц; руки і ноги – 2...8 Гц; хребет – 4...14 Гц [1].

Зважаючи на те, що людина проводить значну частину свого життя на роботі, розглянемо, якої шкоди завдає «виробнича» вібрація. Вона належить до найпоширеніших і найшкідливіших фізичних чинників, які призводять до розвитку синдромів вібраційної патології зі стійким зниженням або повною втратою працездатності.

Встановлено, що однією з пріоритетних проблем профілактики професійних захворювань, які згодом призводять до нещасного випадку та/або аварії, є створення для працівників рейкового транспорту комфортних умов праці, що відповідають вимогам законодавчих та нормативних актів. Нині в Україні чинними є 282 нормативних документи стосовно шуму та вібрації, опрацьовані у період з 1970 по 2011 рік включно. Із вказаної кількості тільки 52 документи стосуються людей.

Встановлено, що з усієї кількості чинних документів щодо вібрації та шуму встановлено, що 135 державних санітарних правил і норм, санітарних норм, ГОСТів, Державних стандартів та інших нормативних актів стосуються вібрації, і лише 34 – відображають безпосередній вплив вібрації на людей. Аналогічна ситуація з нормативними документами стосовно шуму. Так загальна кількість згаданих документів становить 147 актів, з яких 18 – визначають дію на людей [2].

Зменшення дії вібрації та шуму на виробництві, транспорті та віброшумозахист будівельних споруд є одними із найактуальніших завдань, які надзвичайно важко вирішуються. Причиною цього є не тільки окремі конструкторські недоробки, підбір низькодемпфуючих матеріалів, малошумних двигунів, але і облицювання сучасних транспортних засобів і технологічного устаткування малоефективними різноманітними віброзвукопоглинальними покриттями.

У світовій практиці є кілька напрямів робіт щодо зниження рівня вібрації та шуму, до яких належать розробки, спрямовані на створення малошумних агрегатів, машин, двигунів і високоефективних вібро- та звукопоглинальних матеріалів і конструкцій на основі різних полімерних сполук і металосплавів з високим рівнем демпфірування і можливість їхнього застосування в діапазоні частот від 0 до 8000 Гц при температурах від 20 до +180⁰С в умовах агресивних середовищ [3,4].

Певна частка таких покриттів на бітумній, епоксидній, поліуретановій та інших основах випускаються окремими підприємствами в Україні. Дослідження в цій галузі продовжуються.

З вітчизняної та світової практики відомо, що зниженню вібрації та шуму приділяється особливе значення при проектуванні об'єктів нової техніки з метою дотримання санітарних норм і зменшення професійних захворювань.

Сьогодні всі рейкові транспортні засоби: потяги, трамваї, вагони метро створюють шум, який однаковою мірою шкідливо діє як на працівників (операторів), так і на пасажирів.

Боротьба з джерелом шуму і вібрацією вирішується за рахунок застосування спеціальних матеріалів і засобів віброізоляції. Створення вібропоглинальних матеріалів, які б зменшували енергію вібрації, а також сприяли зниженню тиску на колію безпосередньо на рейках і збільшенню строку експлуатації транспорту та прилеглих будівельних споруд, дозволить значно скоротити рівень професійних захворювань і нещасних випадків серед працівників цієї галузі.

Метою роботи є дослідження умов праці працівників залізничного (рейкового) транспорту та визначення засобів захисту від шкідливої дії шуму та вібрації.

Одним із заходів зменшення шкідливої дії шуму та вібрації на рейковому транспорті є облицювання нижньої частини шпал, напівшпал, фундаментів споруд, окремих приміщень тощо вібропоглинальним

матеріалом спеціальної конструкції (мастикою «Демпфішторм», «Бізон», «Вібробета», «Медуза», вібродемфіруючими еластомерами тощо). Окремі фрагменти нанесення вібропоглинального шару на напівшпалах і шпалах наведено на рис. 1–3.

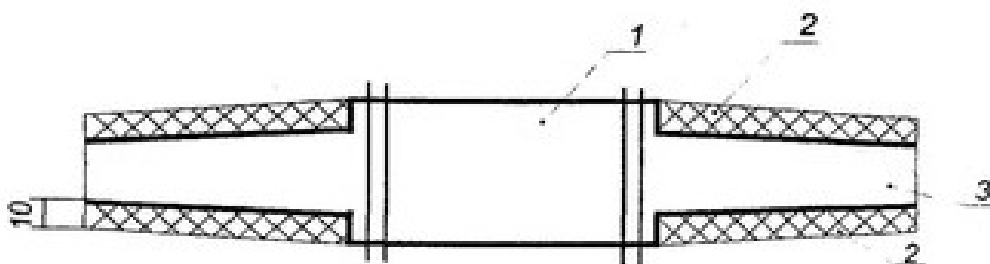


Рис. 1. Схематичне зображення вібропоглинальної бетонної напівшпала:
1 – напівшпала; 2 – віброшумопоглинальна мастика «Вібробета»;
3 – бетон

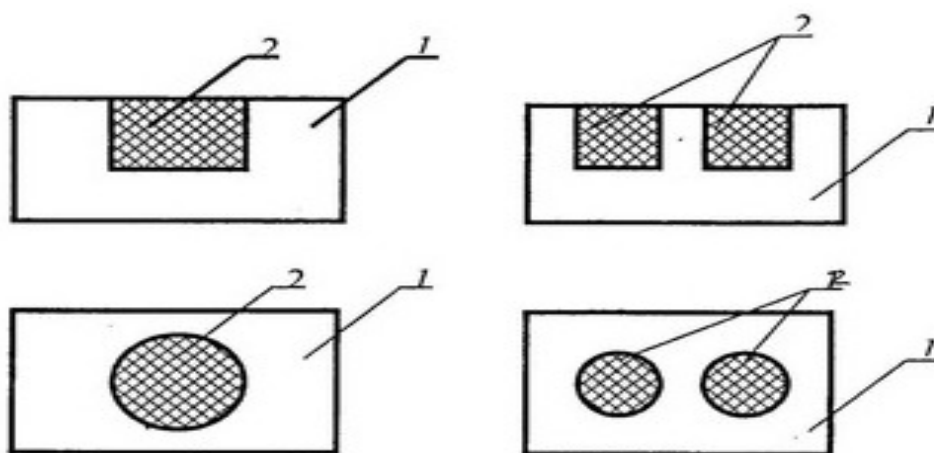


Рис. 2. Схематичне зображення місць нанесення шумо- та вібропоглинальної мастики на бетонну напівшпалу, де:
1 – напівшпала; 2 – мастика «Демпфішторм»

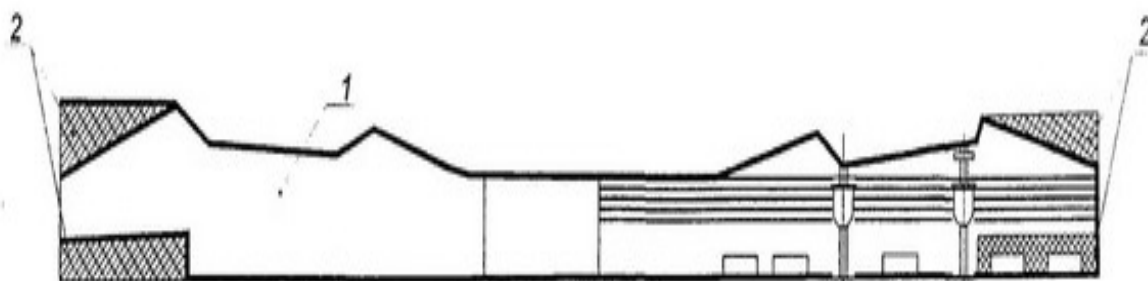


Рис. 3. Схематичне зображення вібропоглинальної бетонної шпала обробленої віброшумозахисним покриттям, де:
1 – бетонна конструкція; 2 – вібропоглинальний шар

Запропоновано «ноу-хау», в основу яких покладено розробки унікального покриття для шпал, ідеї використання в'язкопружних властивостей в'язких та різноманітних наповнювачів лускатої будови з екологічно чистих складових.

У процесі експлуатації бетонних шпал оброблених віброшумозахисним покриттям виникають зсувні деформації. Через значне поглинання енергії вібрації рівень шуму та тієї ж вібрації зменшується майже на порядок. Внаслідок цього, значно зменшується вібрація в елементах корпусних металевих конструкцій, тобто матеріал поєднує в собі вібро- та шумопоглинальні властивості. Схему розподілу амплітуди коливань до і після вібропоглинальної перегородки наведено на рис. 4, тобто яка створюється в ґрунті від шпали під час руху потягу до вібропоглинальної перегородки A_1 після неї A_2 .

Відносна різниця між ними становить $A_1 > A_2 = 40 \dots 60 \%$.

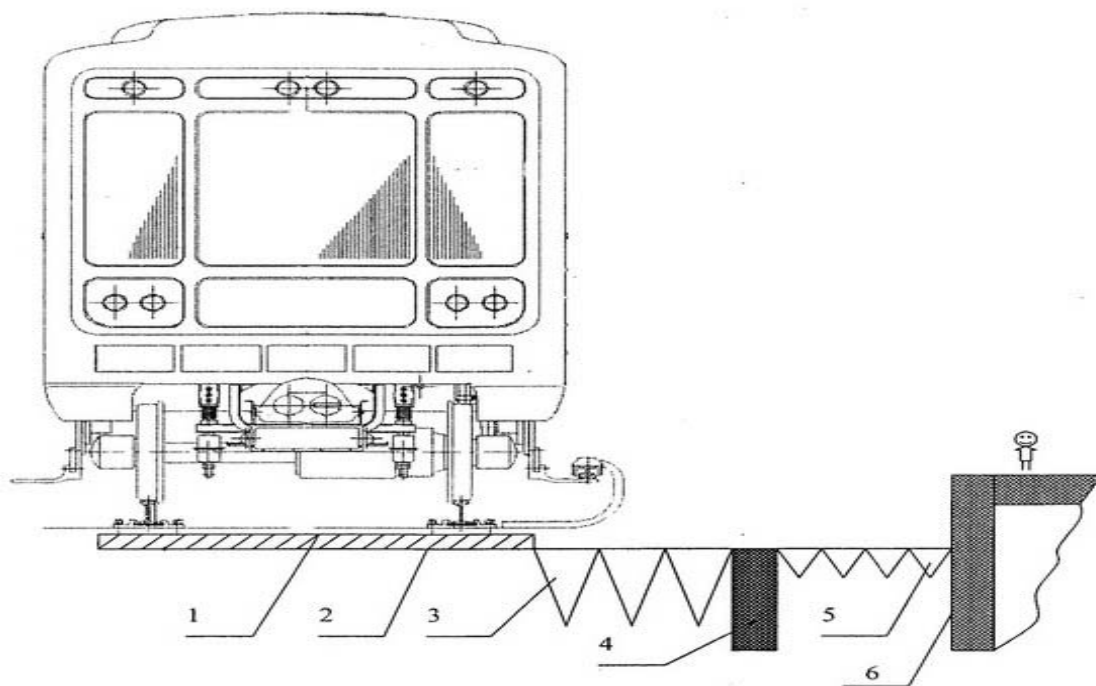


Рис. 4. Схema розподілу амплітуди коливань до і після вібропоглинальної перегородки:

- 1 – шпала (бетонна підкладка); 2 – ґрунт; 3 – амплітуда коливань A_1 ;*
- 4 – вібропоглинальна перегородка; 5 – амплітуда коливань A_2 ;*
- 6 – фундамент споруди*

Розрахунки та численні експерименти довели доцільність використання тришарової вібропоглинальної перегородки. Схему розподілу шарів у вищезазначеній перегородці наведено на рис. 5.

Згадаємо, як у попередні часи вирішували проблему зменшення шкідливої дії коливання (вібрації) споруд і шуму на працівників. Практично єдиним був метод підвищення бетонометалевої маси споруди,

обладнання, транспортних засобів тощо. Зважаючи на те, що вказаний метод вже застарілий, нині в Україні розпочато окремі роботи з віброзахисту фундаментів споруд для зменшення їх впливу на працюючих.

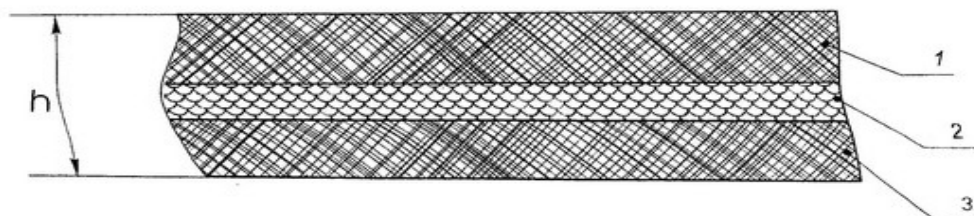


Рис. 5. Схема розподілу шарів у вібропоглинальній перегородці
 1, 3 – вібропоглинальний шар; 2 – звукопоглинальний армувальний шар

З появою нових матеріалів віброшумозахисту з'явилися ефективні шляхи створення конструкцій з високим рівнем віброшумопоглинання, які наведено на рис. 6 і 7.

Запропоновані конструкції сприяють вирішенню великої кількості завдань конструкторсько-технологічного характеру, – забезпечують захист працюючих на рухомому складі від дії вібрації, а також мешканців прилеглих будівель, є універсальними і відрізняються технологічністю і нескладністю у застосуванні.

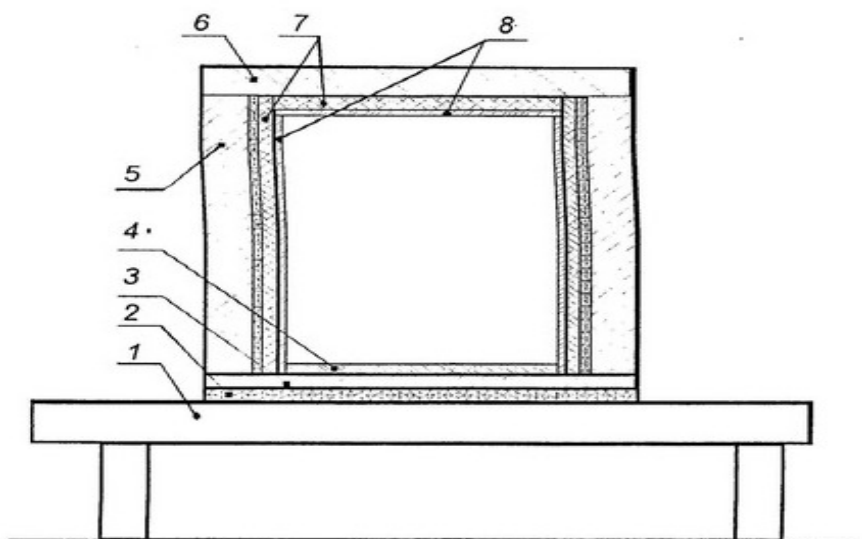


Рис. 6. Віброшумоізоляційна конструкція приміщення «Віброкон» у розрізі, де:
 1 – панель; 2 – шар віброшумопоглинальної мастики «Демпфішторм»;
 3 – цементна стяжка; 4 – декоративний шар; 5 – бокові стіни; 6 – перекриття;
 7 – базальтоволокнистий шар WAS25 (30-50 мм) з мастичним покриттям;
 8 – гіпсокартон

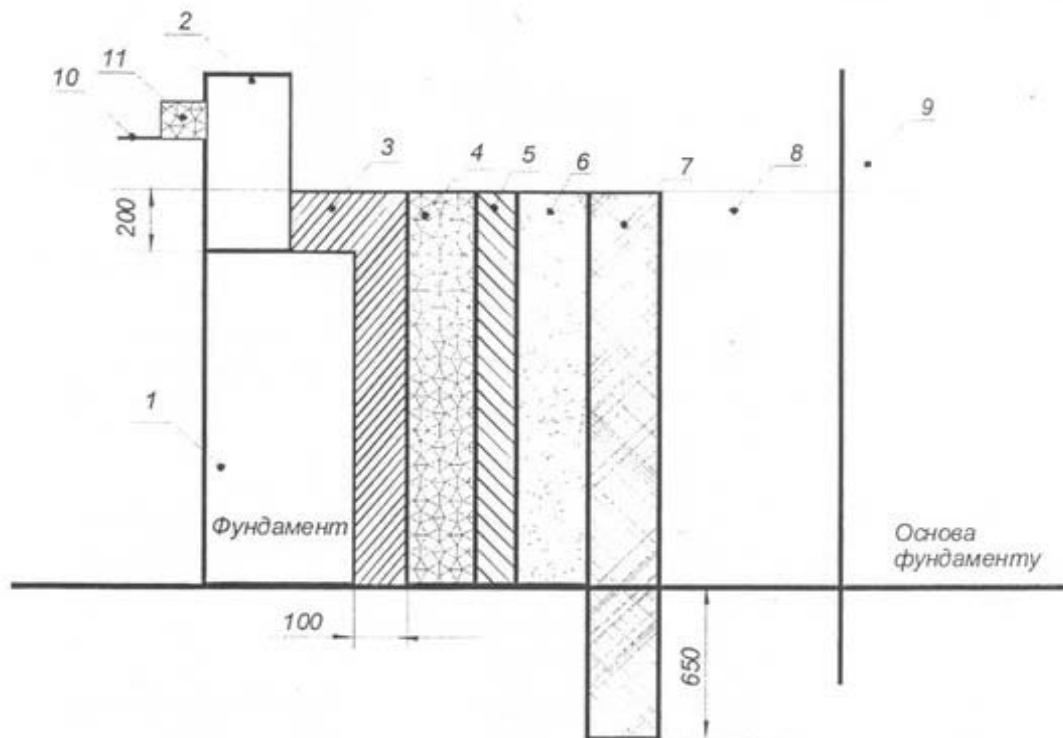


Рис. 7. Віброшумозахисна конструкція будівельних споруд і фундаментів «Дембас», де:

- 1 – фундамент споруди; 2 – стіна будівельної споруди;**
- 3 – мастика «Демфішторм», 100 мм; 4 – базальтова плита, 50 мм;**
- 5 – прошарок штукатурки, 2...3 мм; 6 – прошарок піску з керамзитом, 100 мм;**
- 7 – «Вібробета» (мастика з цементом), 100 мм; 8 – ґрунт;**
- 9 – тунельна стінка метрополітену; 10 – підлога приміщення споруди;**
- 11 – стяжка мастики «Демфішторм», 20x20 мм**

У разі якщо параметри вібрації не можна зменшити чи усунути, застосовують динамічне віброгасіння, віброізоляцію, засоби індивідуального захисту тощо.

Існує оптимальний підхід до критичного насичення облицювання, коли подальше збільшення товщини і площі покриття є малоефективним.

При застосуванні матеріалів необхідно знати спектр розподілу частоти джерела коливання і відстань його від об'єкта віброшумозахищення. Існують різні методи віброшумозахисту, одним з яких є капсулювання джерела шуму і його герметизація. Для одержання найбільшої ефективності варто застосувати комбіноване покриття, що має вібро- та звукопоглинальні властивості і поєднує у собі матеріали з різною густиною [3,4].

Ефективність матеріалів визначається такими показниками як коефіцієнт механічних втрат $\Pi \sim 0,1$; робоча температура використання (не менше 100°C) при частоті навантаження до 8000 Гц, коефіцієнтом звукопоглинання $\alpha > 0,08$, нетоксичність, негорючість,

маслобензостійкість, еластичність, тріщиностійкість при циклічному навантаженні, технологічністю при монтажі, модуль пружності E , густина $\rho > 7000$ кг/м³ тощо.

Вибір відповідних матеріалів сприятиме зменшенню професійних захворювань у працівників рейкового транспорту.

Висновки

За результатами проведеного дослідження стосовно впливу на працівника вібрації та шуму встановлено:

1. Шкідлива дія вібрації та шуму на організм працівника сприяє численні професійні захворювання, зміни фізіологічного та нервово-психічного стану.

2. Нормативна база потребує першочергового перегляду з урахуванням сучасного рівня розвитку науки та техніки.

3. Одним із ефективних способів зменшення рівня вібрації та шуму є застосування сучасних композиційних віброшумопоглинальних запатентованих екранів і матеріалів типу «Демпфішторм», «Бізон», «Медуза» тощо.

Список літератури

1. Білінський Б. О. Вібрація як фактор зниження працездатності людини / Б. О. Білінський, О. Л. Мірус, О. О. Тригуба // Матеріали міжнар. наук конф., 19–21 листопада 2008 р. : зб. наук. праць. – К. : НТУУ і ДУ «ННДПБОП», 2008. – С. 44–46.

2. Каталог нормативних документів 2011 : у 3-х т. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2011. – Т. 1–3.

3. Патент на корисну модель № 91358, Україна МПК (2014.01) А61Q 17/00, Н1Q 17/00 Екран поглинальний електромагнітний електромагнітоп / Подобєд І. М., Биковський А. І.; заявники та патентовласники; заявл. 13.03.2014, опубл. 25.06.2014; Бюл. № 12.

4. Патент на корисну модель № 90892, Україна МПК (2014.01) G12B17/00. Екрануючий комплект / Здановський В. Г., Осадчій Д. Б., Паньків Ч. В., Подобєд І. М.; заявники та патентовласники; заявл. 30.01.2014, опубл. 10.06.2014; Бюл. № 11.

Дата подання статті до збірника – 18.07.2014

Рецензент – д-р техн. наук Назаренко М.М. (ДУ «ННДПБОП»)