

УДК 621.93.026.23

**ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ, ЗБЕРІГАННЯ ТА БЕЗПЕЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ  
АБРАЗИВНИХ АРМОВАНИХ КРУГІВ**

*Юрій Абрашкевич, Григорій Мачишин, Володимир Тишковець*

*Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА),  
03680, Повітрофлотський просп. 31, Київ, Україна, e-mail: abrashkevich@voliacable.com,  
ma4ichin@ukr.net*

**REQUIREMENTS FOR TECHNOLOGY PRODUCTION, STORAGE AND SAFE OPERATION  
REINFORCED ABRASIVE CIRCLES**

*Yuri Abrashkevych, Grygory Machyshyn, Volodymir Tyshkovets*

*Kyiv National University of Construction and Architecture,  
Povitroflotskyu prosp., 31, Kyiv, Ukraine, 03680, e-mail: abrashkevich@voliacable.com,  
ma4ichin@ukr.net, e23@ukr.net,*

*АНОТАЦІЯ. У роботі проведено аналіз технологій виготовлення абразивних армованих кругів і способів їх армування. Розглянуто питання впливу зв'язки на міцність та теплопровідність кругів, а також способів та методів їх формування. Наведено основні вимоги до безпечної експлуатації ручних та переносних відрізних машин, робочими органами яких є абразивні армовані круги.*

*Ключові слова: абразивний армований круг, склосітка, абразивне зерно, технологія виготовлення, безпечна експлуатація.*

*АННОТАЦИЯ. В работе проведен анализ технологий изготовления абразивных армированных кругов и способов их армирования. Рассмотрены вопросы влияния связки на прочность и теплопроводность кругов, а также способы и методы их формирования. Приведены основные требования к безопасной эксплуатации ручных и переносных отрезных машин, рабочими органами которых являются абразивные армированные круги.*

*Ключевые слова: абразивный армированный круг, стеклосетка, абразивное зерно, технология изготовления, безопасная эксплуатация.*

*ABSTRACT. Purpose. Analysis of key requirements related to the manufacturing technology of reinforced abrasive wheels, wheel-type choice to handle different materials and conditions of safe use and storage of wheels producer and consumer. Methodology/approach. Theoretical studies of the manufacturing process and safe operation. Findings. Theoretical studies of the manufacturing process and safe operation. Research limitations/implications. During the analysis of manufacturing technology of reinforced abrasive wheels, storage and operation found that the quality circle influenced by the following factors: reinforcement, grain size, binder, humidity. Originality/value. Use of materials of this work may be a presumption of research related to the research strength of the reinforced abrasive wheels.*

*Key words: reinforced abrasive wheel, reinforcing mesh, abrasive grain, manufacturing technology, safe operation.*

**ВСТУП**

Абразивні армовані круги масово застосовуються при виконанні будівельно-монтажних робіт. Виробники абразивного інструмента пропонують продукцію для обробки матеріалів з різними фізико-механічними властивостями, зокрема, металу, каменя, пластмас. Оптимальний вибір абразивного інструмента дозволяє не тільки забезпечити високу якість робіт, що виконуються, але і заощадити значні кошти [1, 2].

**МЕТА РОБОТИ**

Аналіз основних вимог, пов'язаних із технологією виготовлення абразивних армованих кругів, вибором типу круга для обробки різних матеріалів та умов його безпечної експлуатації та зберігання.

**ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ**

Абразивний армований круг аналогічний дисковій фрезі з множиною різальних зубців (зерен), що мають невизначену геоме-

трію. Абразивні зерна скріплені між собою зв'язкою, що містить пори, в які потрапляє стружка або продукти обробки. При різанні внаслідок періодичного силового та теплового впливу стираються вершини різальних кромки і з'являються місця зношення, викришуються мікрочастки та вириваються цілі зерна зі зв'язки круга [3]. Ці види зношення позитивно впливають на різання, забезпечуючи самозагострення інструмента (одна із основних відмінностей абразивних робочих органів від різцевих), тобто в результаті викришування та виривання з'являються нові гострі зерна, що дозволяє зберегти високу різальну здатність круга до його повного зношення. В контактній зоні з'являються високі миттєві температури, які підвищують пластичність матеріалу, що розрізують, чим і пояснюється легкість і швидкість різання. Частина утвореного тепла відводиться зі стружкою, інша переходить в матеріал, що розрізується, та зв'язку круга. Під час роботи необхідно вибрати такий режим роботи, щоб тепло відводилося із зони контакту та не викликало перегріву поверхні різання і зв'язки круга. При цьому поверхня різання виробів із вуглецевих і легованих сталей виходить чистою без структурних змін. Додаткових операцій з обробки кромки перед виконанням зварювальних робіт виконувати не потрібно [4 – 6].

Абразивні армовані круги становлять складну багатокомпонентну композицію, що складається із абразивного зерна, закріпленого в органічній зв'язці, до складу якої входить в'язуче та наповнювач. Для підвищення експлуатаційних показників міцності та забезпечення безпеки робітника круги армують склосітками.

Абразивні армовані круги для різання та зачищення металу виготовляють з об'ємним вмістом електрокорунда 48...52% та пор 10...15%, всі інше – зв'язка. Збільшення об'ємної кількості абразивного зерна в крузі обмежується неможливістю отримання інструмента із заданою геометрією.

Зернистість абразивного зерна істотно впливає на експлуатаційні показники круга. Зносостійкість відрізних кругів 400x4x32 із електрокорунда марки 14A зернистістю F22

(максимальний розмір зерна 800 мкм) у порівнянні з зернистістю F36 (максимальний розмір зерна 500 мкм) в середньому на 22% вища при різанні труб діаметром 89 мм з товщиною стінки 4 мм із вуглецевої сталі. Це пояснюється тим, що із збільшенням розмірів абразивного зерна зменшується негативний вплив температури на зв'язку круга. Разом з тим, збільшення зернистості обмежується висотою круга, яка повинна бути не менше сумарної товщини 5...6 абразивних зерен. Всі круги висотою до 3 мм включно виготовляють із абразивних матеріалів зернистістю F36, а більше 3 мм, в деяких випадках, зернистістю F30 чи F22. При виготовленні кругів висотою 3 мм із зерна більшої зернистості суттєво погіршує характеристики їх міцності.

Різання будівельних матеріалів, пластмас, що мають низький опір розриву, виконується кругами з карбиду кремнію чорного марки 54С. Карбід кремнію, в якому крихкість сполучається з високою твердістю, є поєднанням кремнію з вуглецем. При різанні матеріалів, наприклад, титанових сплавів, що мають низьку теплопровідність, зношення круга відбувається в основному внаслідок вигорання зв'язки та викришування абразивних зерен. Для їх різання доцільно використовувати також круги з карбиду кремнію, які мають більшу теплопровідність у порівнянні з електрокорундовими, що дозволяє покращити відведення тепла із зони різання.

Зв'язка поряд із маркою зерна та його зернистістю є найважливішою характеристикою круга і визначає галузь його застосування, різальну здатність, економічну ефективність. Експлуатаційні показники кругів залежать від структури, твердості, теплофізичних властивостей зв'язки. Вона повинна забезпечувати високу різальну здатність круга і найбільш повне використання абразивного зерна в інструменті. Її необхідно розглядати не тільки як засіб утримання різальних зерен, а і як самостійний фактор взаємодії з середовищем, що оброблюється, що суттєво впливає на процеси, які відбуваються в зоні різання. В результаті тертя зв'язки утворюється тепло, кількість якого залежить від її складу та фрикційних влас-

тивостей. Зв'язка повинна мати високу адгезію до поверхні абразивного зерна, забезпечувати розкриття нових різальних зерен і видалення затуплених, тобто постійну роботу круга із замозагостренням. В протилежному випадку зношенні зерна не будуть видалятися зі зв'язки, що призведе до засалювання різальної кромки та втрати кругом працездатності [6].

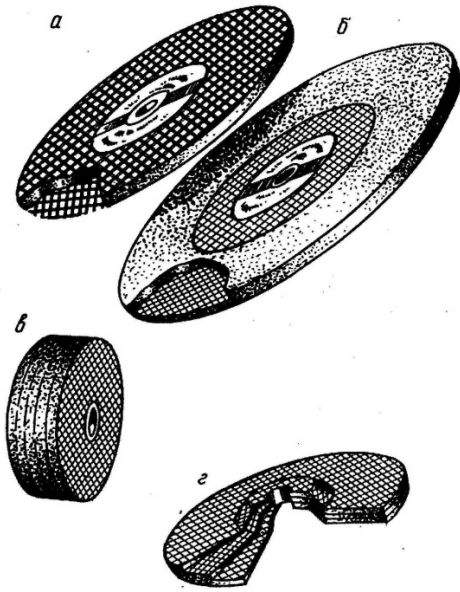
Абразивні армовані круги виготовляють на бакелітові зв'язці, яка має високу питому міцність, пружність, порівняно високі експлуатаційні показники. В її склад для підвищення фізико-хімічних властивостей кругів додають наповнювачі різного функціонального призначення. Вони можуть змінювати теплофізичні властивості зв'язки і твердість круга, сприяти його міцності та різальній здатності, забезпечувати змащення в зоні різання, чинити хімічну дію на матеріал, що обробляють, та інші параметри круга. Кріоліт – поєднання фтористого натрію та алюмінію, що застосовується в кругах як наповнювач, розкладається при температурах різання, поглинаючи тепло. Одним із продуктів термічної реакції є фтористоводнева кислота, яка створює агресивне середовище та чинить активний вплив на процес різання. Експериментальний матеріал, накопичений в процесі різання абразивними кругами із різними наповнювачами, практично не досліджений і носить, в основному, емпіричний характер. Питання, що пов'язані з вибором і впливом наповнювачів на процес абразивного різання, – таємниці фірм-виробників. Створення фізико-хімічних основ впливу наповнювачів різного функціонального призначення на зносостійкість абразивних армованих кругів є актуальним та потребує проведення серйозних наукових досліджень. Одним із напрямків є проведення систематичних досліджень з впливу наповнювачів на термічну поведінку зв'язки у широкому температурному діапазоні із застосуванням сучасних методів хімічного аналізу. В процесі досліджень необхідно визначити вплив кожного із компонентів зв'язки на композицію круга в цілому, що дозволить окреслити шляхи цілеспрямованого науково обґрунтованого підбору наповнювачів з ме-

тою створення абразивних армованих кругів для ефективного різання металевих та неметалевих матеріалів.

Введення у зв'язку круга активних наповнювачів може розглядатись як один із напрямків при створенні абразивних армованих кругів спеціального призначення, зокрема, для різання легованих сталей. При різанні легованих сталей порівняно з вуглецевими зносостійкість кругів зменшується в 2...2,5 рази, що пояснюється меншою теплопровідністю легованої сталі і відповідно більш інтенсивним нагріванням зв'язки під час роботи.

Працездатність круга залежить від конструкції та фізико-механічних властивостей матеріалу армуючої сітки. Так, для відрізних кругів можуть використовуватись сітки тільки з крупними отворами, тому що при армуванні їх по бічним поверхням сіткою з малими отворами внаслідок її щільності круги в процесі роботи нагріваються та засалюються. Внаслідок великого бокового тертя різання припиняється. При внутрішньому армуванні круга сіткою з малими отворами можливе його розшарування. Круги, армовані склосітками з рухомими нитками, не можуть використовуватись для різання будівельних матеріалів зі змочуванням водою, яка запобігає шкідливому пилоутворенню, що виникає в процесі роботи. Це пояснюється тим, що при різанні з водою коефіцієнт тертя знижується у 2...3 рази, що приводить до підвищення зносостійкості скловолокна. Відрізні абразивні круги діаметром до 300 мм армуються двома склосітками по бічним поверхням, відрізні круги 400x4x32 мм і 500x5x32 мм – трьома склосітками: однією внутрішньою по всьому діаметру всередині круга та двома сітками діаметром 180...230 мм по бічним поверхням. Зачисні круги 180x6x22 мм і 230x6x22 мм армуються чотирма склосітками по всьому діаметру: дві по бічним поверхням і дві всередині (рис. 1). Армування значно підвищує механічну міцність круга, забезпечуючи його безпечною роботою. Швидкість розриву відрізного круга 400x4x32 мм, армованого однією склосіткою, порівняно з неармованим, збільшується

ся в залежності від методу пресування у 1,4...1,6 рази [7].



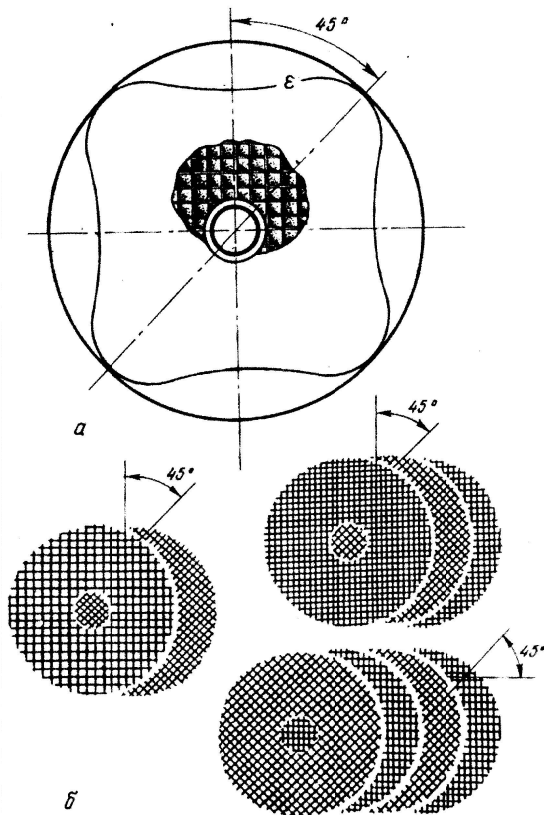
**Рис. 1.** Схеми армування абразивних кругів: *a* – відрізного типу 41 (дві сітки); *б* – відрізного типу 41 (три сітки); *в* – зачисного типу ПП; *г* – зачисного типу 27

**Fig.1.** Schemes reinforcement abrasive wheels: *a* – the cutting disc of type 41 (two nets); *б* – cutting disc of type 41 (three-mesh); *в* – Trimming wheel type ПП; *г* – Scraping disc type 27 round

Фізико-хімічні властивості армуючих матеріалів безпосередньо впливають на працездатність кругів. Встановлено, що в процесі роботи зношуються сітки, виготовлені із матеріалів, температура руйнування (плавлення) яких лежить в межах 433...523<sup>0</sup>К (віскоза, бавовна, полінозний корд). Сітки, виготовлені із матеріалів, температура плавлення та розм'якшення яких складає 413...523<sup>0</sup>К (анід, лавсан, нітрон, поліпропілен), наплавляються на різальну кромку, що може призвести до втрати працездатності круга. Температура плавлення скловолокна вища температури, що виникає в зоні різання, тому воно не плавиться, а стирається в процесі роботи. Таким чином, для абразивних армованих кругів можуть застосовуватися матеріали, які не плавляться в процесі роботи. Так як скловолокно найбільш міцне та має порівняно невелику стійкість до стирання, то воно масово використовується для армування кругів [8 – 15].

Між взаємним розташуванням армувальних сіток і розподілом деформацій в крузі є взаємозв'язок. Так, у напрямках, що співпадають з волокнами сітки, деформація в 1,6 рази менша ніж в напрямках, які складають з цими волокнами деякий кут, тобто абразивний армований круг є анізотропним тілом. Анізотропія властивостей круга може бути зменшена, якщо його армувати згідно з наведеними на рис. 2 схемами. В цьому випадку круги, армовані трьома і більше склосітками, можуть розглядатися як ортотропні тіла. Зносостійкість абразивних кругів в значній мірі визначається тепловими процесами, які виникають при різанні, тому що в результаті високошвидкісної взаємодії між кругом та об'єктом виникають високі температури, а бакелітова зв'язка має малу теплостійкість. У зв'язку з цим актуальним є питання, пов'язанні зі зменшенням температури круга, які вирішуються шляхом введення в зв'язку активних наповнювачів, а також збільшенням тепловіддачі з його бічних поверхонь. Найменш сприятлива тепловіддача з гладких поверхонь, тому що до них прилягає ламінарний прошарок повітря, тобто тепловіддача в навколишнє середовище мінімальна [11]. При рифлених поверхнях в місці рифлення ламінарний потік турбулізується, що дещо збільшує тепловіддачу. У випадку шорстких поверхонь абразивні зерна, що виступають, турбулізують ламінарний прошарок і тепловіддача збільшується приблизно у два рази. Крім того, порівняно з кругами, які мають гладкі поверхні, що деформують об'єкт обробки, шорсткі виконують мікрорізання зі зняттям стружки, а з нею з контактної зони видаляється тепло. Круги з шорсткими бічними поверхнями виготовляють в пресформах, на робочих плитах яких закріплюються поліуретанові прокладки. При пресуванні тверді абразивні зерна проникають у поліуретанову прокладку, а зв'язуюче втоплюється в тіло круга. Труднощі у виборі пружних прокладок полягають в тому, що вони повинні витримувати багаторазові навантаження при питомому тиску 30 МПа, повністю передавати зусилля пресування, надійно кріпитися до металевих робочих плит пресформи, не

липнути до запресованого круга та мати високу зносостійкість, тобто без заміни витримувати значну кількість пресувань.



**Рис. 2.** Схеми армування круга: *a* – розподіл деформацій в крузі; *b* – раціональні схеми армування

**Fig.2.** Schemes reinforcing circle: *a* – the distribution of strains in a circle; *b* – rational schemes reinforcement

Зносостійкість кругів з шорсткими поверхнями на 17...32% вища ніж кругів з гладкими поверхнями. При цьому зі збільшенням глибини різання ефективність їх використання збільшується. Вони також безпечні при різанні ручними кутошліфувальними та переносними машинами, тому що мають у порівнянні із гладкими кругами меншу площу контакту з об'єктом обробки, що дозволяє практично виключити заклинювання абразивного робочого органа [9].

Технологія виготовлення абразивних армованих кругів містить наступні основні операції: вхідний контроль та підготовка компонентів, приготування абразивної маси, формування, термічна обробка (бакелізація) і перевірка якості кругів.

Компоненти абразивної маси круга в лабораторії перевіряють на відповідність но-

рмативним документам. Всі компоненти, що надходять на змішувальну ділянку, повинні бути сухими, тому що вологі погіршують якість круга та є причиною напливів і здуттів на його поверхні.

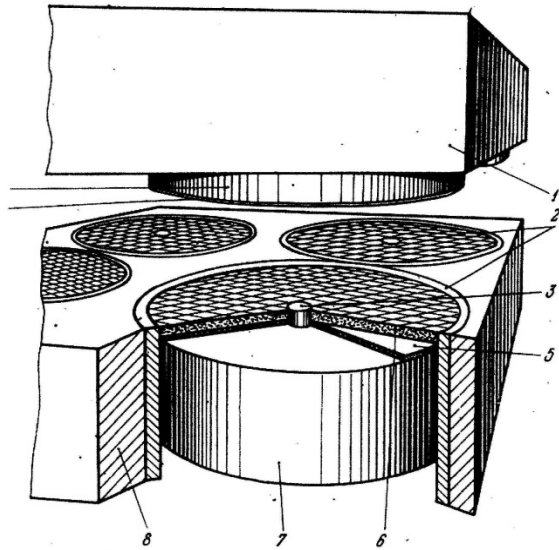
На змішувальній дільниці зважені у відповідності із заданим рецептом компоненти завантажуються у змішувач. Після змішування повинна бути одержана суха, сипуча, без грудок та пилу абразивна маса, яка при стискуванні в руці матиме достатню липкість.

Абразивна маса після просіювання на механічному ситі подається до постів пресування. В залежності від технологічних можливостей пресового обладнання здійснюється формування одночасно декількох кругів або одного круга на багатопозиційних пресах, а об'ємне дозування – шляхом вагового або об'ємного дозування абразивної маси. Пресформа складається із кільця, двох робочих плит (верхньої та нижньої) та керна, розміри якого відповідають діаметру посадкового отвору круга. Для виготовлення кругів із шорсткими бічними поверхнями на робочих плитах встановлюються поліуретанові прокладки (рис. 3).

Переважає більшість абразивних армованих кругів виготовляється методом холодного пресування, тобто формування відбувається при кімнатній температурі, питомий тиск складає 30 МПа, а час пресування 15...30 с. Сформовані круги виштовхуються із пресформи пневмовиштофхувачами, укладаються в пакети між силуміновими плитами, які встановлюються в тунельний бакелізатор або бакелізатори періодичної дії, де відбувається термічна обробка кругів. Вона здійснюється за спеціальною програмою в інтервалі температур 293...458<sup>0</sup>К. Тривалість термообробки складає від 18 до 24 годин в залежності від розмірів круга [12].

Бакелізація – процес перетворення сиров'язки абразивного круга у затверділу, що має високу міцність і теплостійкість.

Після термообробки зовнішнім оглядом перевіряється відсутність тріщин, здуттів, а також здійснюється контроль на відповідність вимогам стандартів.



**Рис. 3.** Схема формування кругів: 1 – пуансон преса; 2 – кільце пресформи; 3 – kern; 4 – верхня робоча плита; 5 – поліуретанові прокладки; 6 – абразивний круг; 7 – нижня робоча плита; 8 – робочий стіл преса

**Fig. 3.** The scheme forming circles: 1 - punch press; 2 - ring mold; 3 - core; 4 - upper working plate; 5 - polyurethane gasket; 6 - abrasive wheel; 7 - lower working plate; 8 - desktop press

Виготовлені круги повинні відповідати вимогам техніки безпеки відповідно до діючих стандартів, що гарантує безпеку праці. На основі цих стандартів організації, що використовують в роботі абразивні армовані круги, повинні розробити та затвердити детальні інструкції з техніки безпеки при виконанні різноманітних робіт абразивними кругами.

При використанні ручних та переносних машин, робочими органами яких є абразивні армовані круги, необхідно керуватися інструкціями, що додаються до відповідної машини, а також виконувати наступні основні вимоги:

до роботи допускати тільки осіб, що пройшли спеціальне навчання та мають посвідчення;

категорично забороняється працювати на машині при знятому захисному кожусі та без наявності захисних окулярів на робітнику;

працювати необхідно в рукавицях та ретельно заправленому робочому спецодязі, який надійно захищає від іскр;

виконувати заміну робочого органа дозволяється тільки при відімкненні від мережі, що живить машину;

забороняється використовувати затискні фланці, які відрізняються за формою та розмірами від тих, якими комплектує машину завод-виробник;

перед виконанням робіт необхідно перевірити надійність закріплення круга та захисного кожуха, а також наявність еластичних прокладок між затискними фланцями і кругом;

вмикати машину тільки при встановленому захисному кожусі;

при роботі в закритих приміщеннях, замкнутах ємностях і інших подібних умовах необхідно користуватися засобами, які знижують рівень шуму;

якщо при запуску двигун не обертається, провертати його вручну при увімкненому пусковому пристрої забороняється;

не допускати при роботі попадання іскр на робітника та оточуючих, а також на кабелі чи шланг привідної машини;

після увімкнення машини зупиняти круг руками категорично забороняється;

забороняється працювати у вибухонебезпечних приміщеннях та поблизу легкоплавких та легкозаймистих матеріалів.

Для забезпечення безпечного виконання робіт абразивні армовані круги необхідно зберігати в сухому приміщенні при температурі повітря не нижче 5<sup>0</sup>С; зберігання у вологих (при вологості більше 65%) приміщеннях забороняється.

Абразивні армовані круги необхідно зберігати у горизонтальному положенні на складах або в складових кімнатах, які обладнані стелажми, полицями, ящиками, що забезпечить збереження кругів різних форм та розмірів. Комірочки металевих стелажів повинні бути обшиті матеріалом (деревом, волоком і тощо), щоб при контакті з кругом він не пошкоджувався. Перевезення кругів в контакт з металевими деталями не допускається.

Відрізні круги необхідно зберігати стовпчиками, висота яких при зберіганні та транспортуванні не повинна перевищувати 600 мм – для кругів діаметром 150...300мм,

1000 мм – для кругів діаметром більш 300 мм.

При цьому стовпчик з кругами необхідно укласти між спеціальними металевими дисками з поверхнями, які повинні бути ретельно очищені та мати товщину не менше ніж 2 мм. Діаметр металевого диска повинен відповідати діаметру круга. Для запобігання короблення круги типу 41 повинні знаходитися під постійним навантаженням не меншим 2...3 кг.

Круги типу 42 та зачисні круги типу 27 необхідно зберігати на спеціальних піддонах із стрижнем, який повинен проходити крізь посадочний отвір круга. При цьому круги повинні укладатися стовпчиками висотою не більше 300 мм.

На кожній комірці стелажа або ящика повинна бути бирка чи наклейка із вказівкою повної характеристики абразивних робочих органів у відповідності з етикеткою виробника.

Термін зберігання кругів на бакелітові зв'язці не повинен перевищувати 12 місяців. При зберіганні кругів понад вказаний термін їх подальше використання можливе тільки після випробування на механічну міцність на спеціальних стендах згідно діючих стандартів

Особливу увагу необхідно звертати на зберігання кругів безпосередньо на робочому місці – необхідно мати запас кругів, який не перевищує потребу в них на одну зміну. Круги повинні бути складені у ізольовані комірки інструментальних ящиків та захищені від атмосферних осадів.

## ВИСНОВОКИ

В результаті аналізу технологій виготовлення абразивних армованих кругів, їх зберігання та експлуатації встановлено, що якість круга впливають наступні фактори, а саме: склосітка, розмір зерна, зв'язуюче, вологість.

Використання матеріалів даної роботи можуть бути покладені в основу досліджень, пов'язаних із міцністю абразивних армованих кругів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Обладнання для монтажних робіт* / Ю.Д. Абрашкевич, Л.Є. Пелевін, В.П. Рашківський. – Київ: КНУБА, 2016. – 238 с.
2. *Курносав А.П.* Абразивные инструмента и шлифование. – Челябинск: «Абразивы Урала», 2000. – 96 с.
3. *Мачишин Г.* Робочі органи машин та механізмів для очищення поверхонь будівельної техніки // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2014. – №83. – С. 69 – 79.
4. *Мачишин Г.М.* Застосування алмазного та абразивного інструменту для різання кам'яних матеріалів // Наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів КНУБА: тези доповідей. - в 2х частинах. – Ч.1. – К.:КНУБА, 2010.- 196с. – 84 с.
5. *Абрашкевич Ю.Д.* Исследования абразивного инструмента для резания горных пород: дис. на здобуття канд. тех. наук. / Ю.Д. Абрашкевич – Москва 1971 – 153 с.
6. *Оцінка застосування рукавів високого тиску за допомогою математичної моделі розрахунку розподілу навантажень між металевими обплетеннями* / Л.Пелевін, Г. Мачишин, Б. Марійонас, М. Карпенко // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2016. – №88. – С. 64 – 70.
7. *Абрашкевич Ю.* Вплив армування на безпеку експлуатації абразивних кругів / Ю. Абрашкевич, Г. Мачишин, В. Тишковець. // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – 2015. – №86. – С. 54 – 59.
8. *Абрашкевич Ю. Д.* Эксплуатация абразивных армированных кругов / Ю. Д. Абрашкевич, Л. Е. Пелевин, Г. Н. Мачишин. // Монтажные и специальные работы в строительстве. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. – 2016. – №4. – С. 30 – 32.
9. *Z. Bin Ahmad M. F. Ashby.* Failure-mechanism maps for engineering polymers. *Journal of Materials Science*, 23:2037-2050, 1988.
10. *Абрашкевич Ю. Д.* Влияние тепловых процессов на износостойкость абразивного инструмента. / Ю. Д. Абрашкевич, Л. Е. Пелевин, Г. Н. Мачишин. // Монтажные и специальные работы в строительстве. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. – 2016. – №3. – С. 29 – 31.
11. *Абрашкевич Ю.Д.* Абразивные армированные инструменты для строительно-монтажных работ. / Ю.Д. Абрашкевич, Г.А. Сотников. – М.: Стройиздат, 1983. – 110 с.

12. *Абрашкевич Ю.* Силові параметри машин з абразивним інструментом / Ю. Абрашкевич, В. Рашківський, А. Поліщук, О. Човнюк // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – Київ, 2015. – № 85. – С. 67-71.
13. *Добровольський О.* Абразивна зносостійкість аустенітних сталей в умовах зношування закріпленим абразивом / О. Добровольський, В. Косенко // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. — Київ, 2015. – №85. – С. 73-78.
14. *Абрашкевич Ю.* Вплив теплових процесів на роботоздатність відрізних інструментів / Ю. Абрашкевич, А. Поліщук // Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. – Київ, 2013. – № 81. – С. 37-42.

## REFERENCES

1. *Abrashkevich Ju., Pelevin L., Rashkivs'kij V., 2016.* Obladnannja dlja montazhnih robot. [Obligated for mounting robots]. Kyiv KNUBA, 238. – (in Ukrainian).
2. *Kurnosov A., 2000.* Abrazivnye instrumenta i shlifovanie. [Abrasive tools and grinding]. Cheljabinsk, Abrazivy Urala Publ., 96.
3. *Machishin G., 2014.* Robochi organi mashin ta mehanizmiv dlja ochishhennja poverhon' budivel'noї tehniki [The dressing of the diamond and the abrasive tool for the plastering of stone materials]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini. [Mining, construction, road and meliorative machine], No. 83, 69-79. – (in Ukrainian).
4. *Machishin G., 2010.* Zastosuvannja almaznogo ta abrazivnogo instrumentu dlja rizannja kam'janih materialiv. [The use of diamond and abrasive tools for cutting stone materials]. Naukova konferencija molodih vchenih, aspirantiv i studentiv KNUBA: tezi dopovidej. [Scientific conference of young scientists and students KNUBA: Abstracts], Ch.1, Kyiv, 8.
5. *Abrashkevich Ju., 1971.* Issledovanija abrazivnogo instrumenta dlja rezanija gornyh porod. [Research of abrasive tools for cutting rocks]. Dis. Ph.D, Moscow, 153. – (in Russian).
6. *Pelevin L., Machishin G., Marijonas B., Karpenko M., 2016.* Ocinka zastosuvannja rukaviv visokogo tisku za dopomogoju matematichnoї modeli rozrahunku rozpodilu navantazhen' mizh metalevimi obpletennjami. [Evaluation of the use of high pressure hoses using mathematical model for calculating load distribution between the metal sheath]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini. [Mining, construction, road and meliorative machine]. No.88, 64-70. (in Ukrainian).
7. *Abrashkevich Ju., Machishin G., Tishkovec' V., 2015.* Vpliv armuvannja na bezpeku ekspluatacij abrazivnih krugiv. [The impact on reinforcing safety of abrasive wheels]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini. [Mining, construction, road and meliorative machine], No.86, 54-59. (in Ukrainian).
8. *Abrashkevich Ju., Pelevin L., Machishin G., 2016.* Jekspluatacija abrazivnyh armirovannyh krugov. [Operation of abrasive reinforced wheels]. Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve. [Assembly and special works in construction], No.4, 30-32. – (in Russian).
9. *Z. Bin Ahmad M. F. Ashby, 1988.* Failure-mechanism maps for engineering polymers. Journal of Materials Science, 23:2037-2050,
10. *Abrashkevich Ju., Pelevin L., Machishin G., 2016.* Vlijanie teplovyh processov na iznosostojkost' abrazivnogo instrumenta. [Effect of thermal processes on the abrasive tool wear resistance]. Montazhnye i special'nye raboty v stroitel'stve. [Assembly and special works in construction], No.3, 29-31.
11. *Abrashkevich Ju., Sotnikov G., 1983.* Abrazivnye armirovanye instrumenty dlja stroitel'no-montazhnyh robot. [Abrasive reinforced tools for construction and installation works]. Moscow Strojizdat, 110. – (in Russian).
12. *Abrashkevich Ju., Rashkivs'kij V., Polishhuk A., Chovnjuk O., 2015.* Silovi parametri mashin z abrazivnim instrumentom [Power of the machine's abrasive tool]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini [Mining, constructional, road and melioration machines], No.85, 67-71. – (in Ukrainian).
13. *Dobrovol'skij O., Kosenko V., 2015.* Abrazivna znosostijkist' austenitnih stalej v umovah znoshuvannja zakriplenim abrazivom [Abrasive wear resistance under austenitic steels are fixed abrasive wear]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashini [Mining, constructional, road and melioration machines], No.85, 73-78. – (in Ukrainian).
14. *Abrashkevych Y., Polishchuk A., 2013.* [Effect of thermal processes on workability detachable tools]. Girnichi, budivel'ni, dorozhni ta meliorativni mashiny [Mining, constructional, road and melioration machines], No.81, 37-42. – (in Ukrainian).