

1. Гарбарук В.Н. Проектирование трикотажных машин / Гарбарук В.Н. – Л. : Машиностроение, 1980. – 472 с.
2. Мойсеєнко Ф.А. Проектування в'язальних машин / Мойсеєнко Ф.А.. – Харків : Основа, 1994. – 336 с.
3. Волощенко В.П. Эксплуатационная надежность машин трикотажного производства / Волощенко В.П., Пипа Б.Ф., Шипуков С.Т. – К. : Техніка, 1977. – 136 с.
4. Повышение надежности трикотажного оборудования / [Пипа Б.Ф., Волощенко В.П., Шипуков С.Т., Орлов В.А.]. – К. : Техника, 1983. – 112 с.
5. Хомяк О.Н. Повышение эффективности работы вязальных машин / О.Н. Хомяк, Б.Ф. Пипа. – М. : Легпромбытиздат, 1990. – 209 с.
6. Пипа Б.Ф. Динаміка механізмів в'язання круглов'язальних машин / Пипа Б.Ф. – К. : КНУТД, 2008. – 416 с.
7. Малков М.А. Расчет износа клиньев трикотажных машин / М.А. Малков, В.Л. Полухин. – ВНИИЛТЕКМАШ, научно-исследовательские труды, 1969. – № 15. – С. 13–22.

Надійшла 3.12.2011 р.
Рецензент: д.т.н. Пипа Б.Ф.

УДК 539.4.019.1: 684.4.04

Л.М. БОЙКО

Головний конструктор меблів ТОВ «Меркс груп»

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ДОВГОВІЧНОСТІ ЛИЧКОВАНИХ СТРУЖКОВИХ ПЛИТ У КОНСТРУКЦІЯХ КОРПУСНИХ МЕБЛІВ

В даній статті представлений метод дослідження довговічності матеріалів, що заснований на кінетичній теорії міцності. Базуючись на запропонованій методиці розроблений алгоритм дозволяє прогнозувати довговічність личкованих стружкових плит у конструкціях меблів залежно від виду фурнітури. Визначено фізичні параметри довговічності книжкової шафи залежно від типових видів з'єднувальних елементів (фурнітури).

In this article the presented method research of longevity of materials, which is based on the kinetic theory of durability. Based on the offered method the algorithm of evaluation of longevity of coated chip boards in the constructions of furniture depending on the type of accessories. Certainly physical parameters of longevity of bookcase is set depending of the typical forms of connecting elements (accessories).

Ключеві слова: личковані стружкові плити, прогнозування, довговічність, кінетична теорія.

Вступ. Довговічність може розглядатися у двох аспектах: фізична довговічність та споживча або функціональна довговічність. Перша – обмежується часом до її повного руйнування або руйнування одного з найбільш важливих елементів. Друга – функціональна довговічність, характеризує час, протягом якого меблі зберігають свої функціональні, споживчі якості (рис. 1).

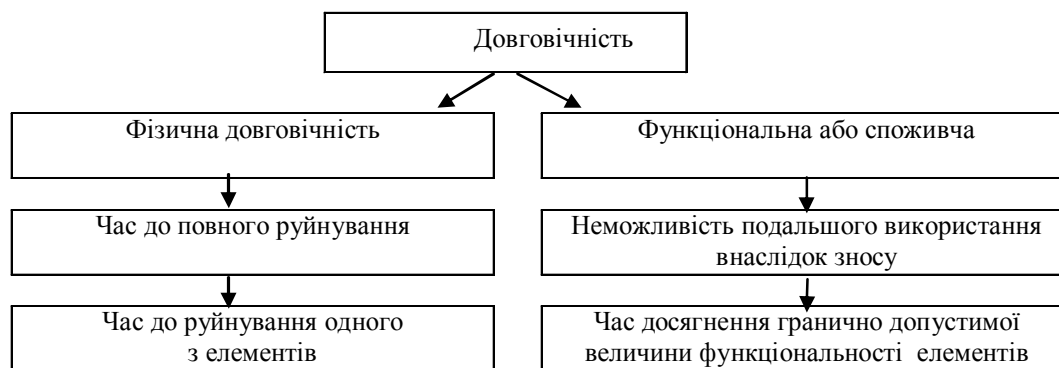


Рис. 1. Класифікація оцінки довговічності

Прогнозування функціональної довговічності полягає у визначенні часу, протягом якого формозмінність функціонально важливого параметра δ_{ψ} , наприклад прогину книжкової полиці, призведе до неможливості, або незручності використання даного виробу, тобто до досягнення гранично допустимої величини функціональності $[\delta_{\psi}]$.

Постановка задачі. Проведений аналіз літературних джерел показав, що на даний момент не існує чітких методів дослідження довговічність личкованих стружкових плит у конструкціях меблів. Із відомих методів найбільш достовірні значення довговічності матеріалів можливо отримати за допомогою кінетичної теорії міцності твердих тіл, що заснована на термоактиваційному механізмі руйнування [1]. Тому одним із

питань, що потребує вирішення, є розробка методики експериментальних досліджень довговічності личкованих стружкових плит. Для розв'язання цієї задачі у статті запропонований алгоритм оцінювання довговічності личкованих стружкових плит у конструкціях меблів.

Основна частина. Проведені дослідження показали, що на термоактиваційні параметри, що визначають довговічність за кінетичною теорією міцності впливають різні фактори, а саме: конструкція стружкових плит, вид личківки, вид і напрям дії навантаження, конструкція кутового меблевого з'єднання, а також зовнішні умови експлуатації (температура, вологість).

При аналізі результатів експериментів [2, 3] помічено, що всі результати мають достатній ступінь збіжності. Оскільки термоактиваційні параметри визначаються у логарифмічних координатах (рис. 2), то навіть якщо побудувати «прямий пучок» тільки за чотирма точками довговічності lgt_i , можна з достатньо високою збіжністю визначити положення полюса, а саме координати: τ_m – мінімальної довговічності (періоду коливання кінетичних одиниць – груп атомів, сегментів) та T_m – граничної температури існування твердого тіла (температури деструкції).

Властивість залежностей $lgt = f(1/T)$ і $lgt = f(\sigma)$ дозволила запропонувати експрес-метод визначення термоактиваційних параметрів для личкованих СП [4], що дає можливість проводити мінімальну кількість експериментів.

Для реалізації експрес-методу необхідно проводити експерименти за певним планом. На основі експериментальних даних визначити термоактиваційні параметри. При цьому, для визначення термоактиваційних параметрів личкованих СП, які знаходяться у плоскому або об'ємному напруженому стані, залежно від виду фурнітури, проводять чотири досліди за певних значень навантаження та температури (рис. 2).

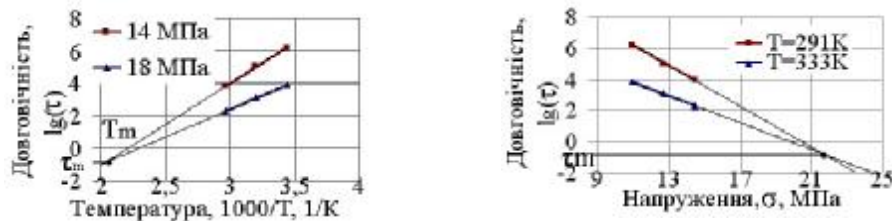


Рис. 2. Дослідження довговічності личкованих СП за кінетичною теорією міцності. Графіки залежності $lgt - 1/T$ і $lgt - \sigma$

Фіксують час до руйнування кожного зразка. Причому перше випробування проводять під час мінімальної температури та мінімального навантаження, друге – під час мінімального навантаження та максимальної температури, третє – під час максимального навантаження та мінімальної температури, четверте – під час максимальної температури та максимального навантаження. Причому температуру під час проведення випробувань призначають максимально можливою за даних умов, наприклад, максимальну – $T_2 = + 70$ °С, і мінімальну – $T_1 = - 10$ °С, а мінімальне навантаження призначають в межах 0,6...0,7 від руйнівного, тоді як максимальне – в межах 0,8...0,9 від руйнівного.

На основі отриманих даних термоактиваційні параметри визначають за формулами:

$$lgt_p = (lgt_3(lgt_2 - lgt_4) - lgt_4(lgt_1 - lgt_3)) / (lgt_2 - lgt_4 - lgt_1 + lgt_3); \quad (1)$$

$$1000/T_m = x_2 + (x_1 - x_2)(lgt_m - lgt_3) / (lgt_1 - lgt_3); \quad (2)$$

де $x_1 = 1000 / T_1$, $x_2 = 1000 / T_2$;

$\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4$ – час до руйнування кожного зразка, с;

$$g = (U_1 - U_2) / (s_1 - s_2);$$

$$U_1 = 2,3R(lgt_1 - lgt_2) / (T_1^{-1} - T_2^{-1});$$

$$U_2 = 2,3R(lgt_3 - lgt_4) / (T_3^{-1} - T_4^{-1});$$

$$U_0 = gs_2 + U_2. \quad (3)$$

Довговічність з урахуванням кліматичних факторів має вигляд:

$$\tau = \tau_p / \Delta\Sigma, \quad (4)$$

де τ – довговічність з урахуванням кліматичних факторів ($\sigma = \text{var}$; $T = \text{var}$; $W = \text{var}$); τ_p – довговічність під час стаціонарних умов експлуатації ($\sigma = \text{const}$; $T = \text{const}$; $W = \text{const}$); $\Delta\Sigma$ – сумарна поправка, що враховує кліматичні фактори (вологість, коливання температури повітря та навантаження) [5].

Методика оцінки довговічності личкованих стружкових плит у конструкціях корпусних меблів може бути подана у вигляді алгоритму (рис. 3), який складається із наступних етапів:

Призначення гранично допустимої величини параметра функціональності $[\delta_\psi]$. Для цього використовують відповідні стандарти, технічні умови тощо на певний виріб.

2. Призначають середнє навантаження P_{cp} , та визначають поправку коливань навантаження у процесі експлуатації $\Delta\sigma$. Для визначення величини поправок можна користуватися таблицями наведеними у роботі [5], що розраховані на основі експериментальних даних.

2.1. Визначення гранично допустимої величини параметра функціональності $\delta_{\psi\text{max}}$, виходячи із умов втрати міцності у момент руйнування.

2.2. Розрахунок початкового значення величини параметра функціональності δ_{ψ} виконується шляхом визначення величини абсолютної пружної деформації $\delta_{\psi mp}$.

2.3 Визначення величини внутрішніх напружень $\sigma_{вн}$ за формулами механіки твердого тіла.

2.4. Визначення величини внутрішніх напружень $\sigma_{вн}$ за методом кінцевих елементів.

Визначення виду кутового меблевого з'єднання: стяжка, шкант, конфермат. Залежно від матеріалу і виду напруженого стану при умові, що група матеріалів, вже досліджена, то:

3 Термоактиваційні параметри (ТАП) можна вибрати за таблицями, що наведені у роботі [2, 3]; якщо ТАПи для даного матеріалу не визначені, то їх можна: дослідити, користуючись методом, згідно з патентом України № 46493 [4].

3.1 Призначення умов експлуатації, а саме температуру, вологість навколишнього середовища.

4. Призначення середньої температури експлуатації T_{cp} та визначення поправки ΔT за таблицями поправок наведені у роботі [5].

4.1. Призначення середньої вологості експлуатації W_{cp} і визначення поправки ΔW за таблицями поправок наведені у роботі [5].

5. Визначення теоретичної довговічності τ можна по діаграмах довговічності, за якими задавши два параметра, наприклад напруження та температуру, можна визначити третій – довговічність [2, 3], або за формулами (1 – 3).

6. Визначення фізичної довговічності τ_p з врахуванням кліматичних факторів за формулою (4).

7. Визначення середньої швидкості втрати ресурсу за формулою:

$$v = (d_{y \max} - d_{yn}) / t_p, \quad (5)$$

де v – швидкість втрати ресурсу; $\delta_{\psi \max}$ – максимально допустима деформація; $\delta_{\psi n}$ – початкова деформація (пружна деформація в момент прикладання навантаження); τ_p – розрахункова фізична довговічності.

8. Визначення функціональної довговічності як часу, протягом якого матеріал досягне гранично допустимої величини параметра функціональності за формулою:

$$t = (d_{y \max} - [d_y]) / v. \quad (6)$$

Для прикладу, оцінимо довговічність книжкової шафи. У даному випадку полиця відрізняється від горизонтальної стінки тим, що не є скріпленою жорстко з бічними стінками корпусу, і має можливість змінювати своє розташування в книжковій шафі. Вона зв'язана з бічними стінками шафи за допомогою полкотримачів. Для розрахунку довговічності книжкової полиці приймемо матеріал – ламінована СП, виробництва ТОВ «Кроно-Україна». Заводські характеристики матеріалу: модуль пружності $E = 2600$ МПа, межа міцності на згин $[\sigma] = 14$ МПа, щільність 700 кг/м³.

Теоретична довговічність полиці, при даній схемі навантаження складе близько $\tau_p = 962$ років.

Фізична довговічність з врахуванням умов експлуатації

$$\tau = \tau_p / \Delta \Sigma = 962 / 1,08 = 890 \text{ (років)},$$

де $\Delta \Sigma = (\Delta W \cdot \Delta T \cdot \Delta \sigma)^{1/2} = 1,08$ [5].

Середня швидкість втрати ресурсу довговічності книжкової полиці визначаємо за формулою (5).

Для нашого прикладу: $v = (57,64 - 6,8) / 890 = 0,057$ (мм/рік). Визначення функціональної довговічності як часу, протягом якого матеріал досягне гранично допустимої величини параметра функціональності за формулою (6). Для нашого прикладу:

$$t = (10 - 6,8) / 0,057 = 56 \text{ (років)}.$$

Для порівняння впливу конструкції кутового з'єднання на довговічність скористаємося прикладом за умови кріплення полиці за допомогою конферматів, замість полкотримачів. На відміну від попередньої конструкції конфермат виконує одночасно функцію стягування та полкотримання. Решта параметрів, включаючи значення прогину полиці, що визначає функціональну довговічність $[\delta_{\psi}] = 10$ мм, залишаться тими, що і у попередньому прикладі.

Оцінку довговічності визначаємо за тим же алгоритмом. Теоретична довговічність полиці при даній схемі навантаження – близько 196,6 років.

Фізична довговічність з врахуванням умов експлуатації

$$\tau = \tau_p / \Delta \Sigma = 197 / 1,09 = 181 \text{ (років)},$$

де $\Delta \Sigma = (\Delta W \cdot \Delta T \cdot \Delta \sigma)^{1/2} = 1,09$ [5].

Середня швидкість втрати ресурсу довговічності книжкової полиці визначали за формулою (5):

$$v = (28,11 - 3,3) / 181 = 0,14 \text{ (мм/рік)}.$$

Визначення функціональної довговічності як часу, протягом якого матеріал досягне гранично допустимої величини параметра функціональності, визначали за формулою (6) і дорівнює:

$$t = (10 - 3,3) / 0,14 = 47 \text{ (років)}.$$

Таким чином, через 47 років книжкова полиця за даного навантаження буде мати прогин, що є максимально допустимим, виходячи зі споживчих вимог.

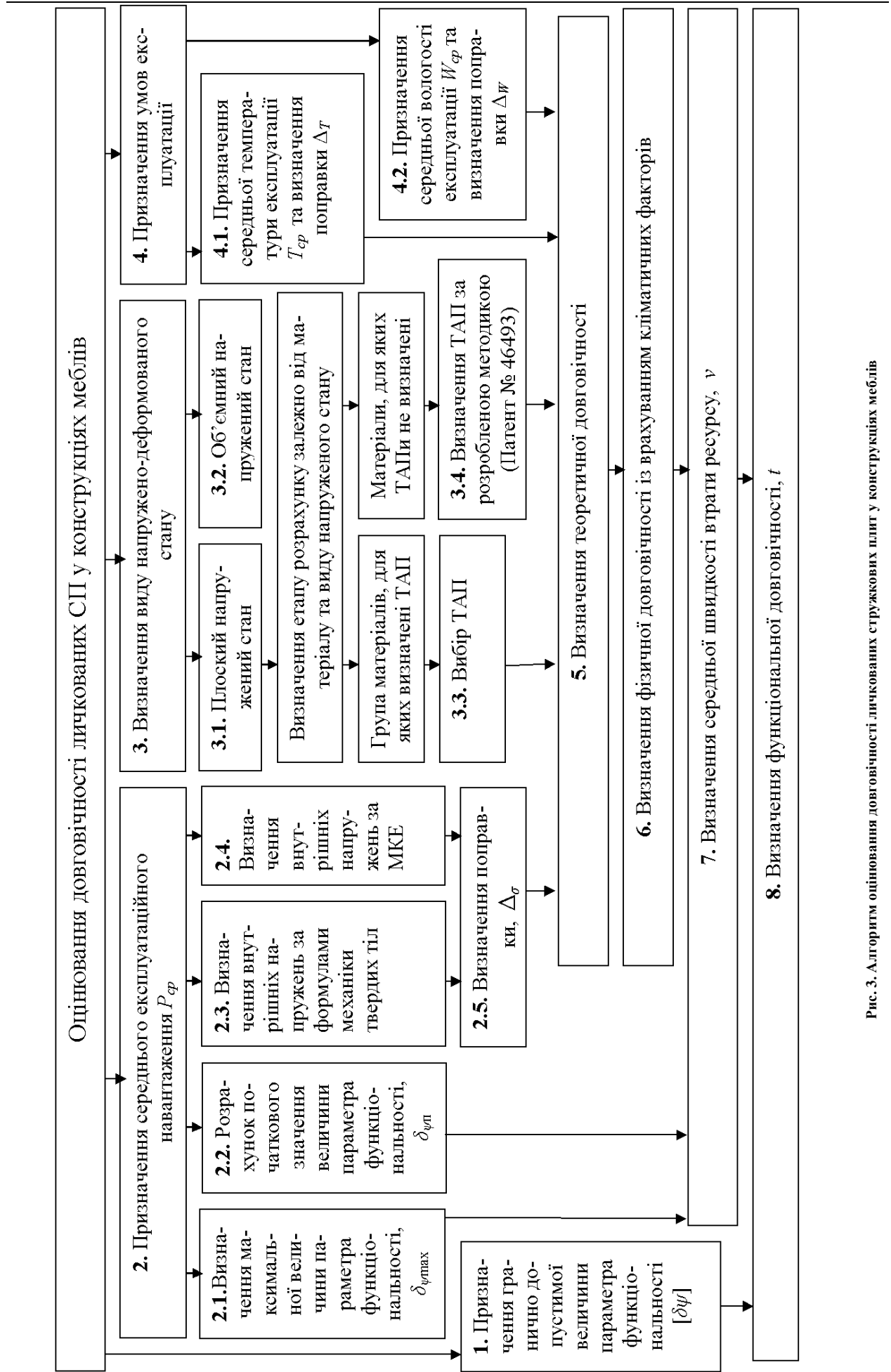


Рис. 3. Алгоритм оцінювання довговічності личкованих стружкових плит у конструкціях меблів

Отже, можна зробити порівняння результатів, отриманих у разі дослідження залежності працездатності полиці від виду кріплення її у конструкції шафи, а саме використання конфермата, для кутового меблевого з'єднання призводить до появи додаткового концентратора напруження. Це, у свою чергу, має вирішальне значення для працездатності всієї системи.

Висновки

Розроблено метод визначення термоактиваційних параметрів (патент України на корисну модель № 46493).

Розроблена методика визначення довговічності личкованих стружкових плит у конструкціях меблів у широкому діапазоні експлуатаційних параметрів (навантаження, температури, вологості та часу їх дії).

Конфермат виконує дві функції, а саме утримування та стягування полиці та стінок, довговічність всієї системи полиця – конфермат – бічні стінки знижується у 4,5 рази порівняно з кріпленням за допомогою полкотримачів.

Експериментальна перевірка запропонованого методу оцінювання довговічності меблевих конструкцій на підприємстві показала задовільні результати, що свідчить про можливість її використання під час проектування та проведення сертифікацій меблевих виробів. Розрахунок економічного ефекту в умовах конкретного виробництва щодо використання розробленої методики показав зменшення собівартості виробу на 12 %.

Література

1. Ратнер С.Б. Физическая механика пластмасс. Как прогнозировать работоспособность? / С.Б. Ратнер, В.П. Ярцев. – М.: Химия, 1992. – 320 с.
2. Бойко Л.М. Прогнозування довговічності стружкових плит у конструкціях меблів / Л.М. Бойко // Науковий вісник НУБіП України / Серія “Лісівництво та декоративне садівництво. – 2011. – Вип. 164. – Ч. 1. – С. 231–238.
3. Грабар І.Г. Дизайн і методика прогнозування ресурсу та граничної міцності корпусних меблів / І.Г. Грабар, Л.М. Бойко, С.М. Кульман // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2008. – Вип. 18.10. – С. 81–89.
4. Пат. на корисну модель № 46493 Україна, МПК G01D 3/00. Спосіб випробовування довговічності кутових з'єднань корпусних меблів / С.М. Кульман, Л.М. Бойко; заявл. 30.06.2009; опубл. 25.12.2009, Бюл. № 24.
5. Бойко Л.М. Вплив коливань умов експлуатації на довговічність личкованих стружкових плит / Л.М. Бойко // XV Международный симпозиум «Современные строительные конструкции из металла, дерева и пластмасс». – Одесса, 2011.

Надійшла 26.11.2011 р.

Статтю представляє: к.т.н. Кульман С.М.

UDC 621

BOROWIECKA-JAMROZEK JOANNA

Kielce University of Technology, Faculty of Mechatronics and Machine Building, Poland

LACHOWSKI JAN

Kielce University of Technology, Faculty of Management and Computer Modelling, Poland

SHALAPKO YURIY

Khmelnytsky National University, Ukraine

ECONOMICAL ASPECTS OF PRODUCING OF DIAMOND IMPREGNATED TOOLS

У статті проведено аналіз динаміки видобутку, виробництва і цін на промислові алмази і кобальт за 1900-2010 роки. Кобальт, використовується в якості матеріалу основи для алмазного інструменту для різання натурального каменю та будівельних матеріалів. Інструмент проектування і склад її різання шар грають ключову роль в економічному обробки матеріалів, де високі вимоги виконані на термін служби інструменту.

Cobalt is characterizing a very special retention of diamond particles. Effective use of diamond grits in diamond impregnated tools strongly depends on interactions taking place at the diamond-matrix interface. The diamonds are held firmly by the matrix when it is characterised by good retentive properties. The retention properties are a complex function of the shape of diamond grits, chemical interactions occurring between the diamond and the metallic matrix, mechanical and thermal properties of the matrix, stress field around the working diamond particles, etc. First of all the diamond particle shape and the mismatch between thermal expansion coefficients of the matrix and diamond should be taken into account for selection of an appropriate matrix.

In the new millennium the market for diamond tools continues to grow rapidly. The possibility of substitution of cobalt with the other cheaper alloys was considered which as a matrix material gives similar utilizing properties.

Key words: industrial diamonds, cobalt, diamond impregnated tools, metallic matrix.