

УДК 621.914

**ВИРОБНИЧА НЕОБХІДНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОДУКТИВНОГО
ТОРЦЕВОГО ФРЕЗЕРУВАННЯ ПРИ ОБРОБЦІ НЕЗАГАРТОВАНИХ
СТАЛЕЙ**

М.Л. Білявський, Д.П. Козира, С.С. Ємельяненко***

Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир;

**ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів», м. Львів;*

***Сумський державний університет, м. Суми*

Розглянуті причини виробничої необхідності застосування продуктивного торцевого фрезерування при обробці незагартованих сталей. Запропоновані шляхи удосконалення існуючого технологічного процесу обробки деталей типу «корпус» в умовах ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів».

ВСТУП

Сучасні умови роботи промислового комплексу визначають необхідність прийняття рішень, пов'язаних з використанням оптимальних технологій виробництва машин і устаткування при обмежених можливостях сировинної бази України. Багато в чому вирішити ці завдання можливо обґрунтованим вибором матеріалу деталей машин, а також пошуком шляхів його продуктивної обробки.

За умов гострого дефіциту легованих сталей та спеціальних сплавів важливу роль у машинобудуванні набувають поширені конструкційні матеріали, такі, як незагартовані сталі та чавуни.

Розширення обсягів використання в машинобудуванні важкооброблюваних матеріалів вимагають удосконалення існуючих технологічних процесів їх обробки. Одним з ефективних шляхів інтенсифікації процесу різання м'яких матеріалів інструментом, оснащеним полікристалічним надтвердим матеріалом (НТМ), є реалізація процесу різання з випереджаючим поверхневим деформуванням.

Полікристалічні надтверді матеріали мають значну перевагу порівняно з твердим сплавом, перевершують його за твердістю та термостійкістю, що і визначає високу зносостійкість на високих швидкостях різання при безударному навантаженні.

АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ

Значний внесок у створення та розвиток сучасної інструментальної бази, конструювання та теорію розрахунку інструменту, дослідження механізмів зношування внесли Бакуль В.М., Новіков М.В., Карюк Г.Г., Клименко С.А., Родін П.Р., Малишко І.О., Равська Н.С., Коротченко В.Л., Солод В.Ю., Кравченко Ю.Г. та інші.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні необхідності впровадження продуктивного торцевого фрезерування при обробці незагартованих сталей у виробництво.

ЗВ'ЯЗОК РОБОТИ З НАУКОВИМИ ПРОГРАМАМИ, ПЛАНАМИ, ТЕМАМИ

Робота пов'язана з виконанням НДР між Житомирським державним технологічним університетом та ВАТ «Коростенський завод хімічного машинобудування» "Удосконалення процесів обробки плоских поверхонь деталей торцевим фрезеруванням" РК №01060013148 та ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів» "Прогресивні інструменти та технологічні процеси для виготовлення деталей верстатів" РК №01060013149.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Раніше у роботі [1] авторами був запропонований спосіб обробки плоских поверхонь із незагартованих сталей комбінованими торцевими фрезами, оснащеними НТМ.

У роботі [2] розглянуті проблеми при різанні незагартованої сталі інструментом, оснащеним НТМ, теоретично обґрунтовано представлений спосіб [1].

За наведеними теоретичними міркуваннями в роботі [1] авторами було проведено удосконалення існуючого способу обробки незагартованих сталей комбінованими торцевими фрезами шляхом зміни руху деформівного елемента з колового на прямолінійний, результати наведені у роботі [3].

Проведені авторами теоретичні [1-3] та експериментальні пошуки [4] потребують практичного обґрунтування та реалізації у виробничих умовах з метою пошуку раціональних режимів комбінованої обробки та шляхів удосконалення вже розробленого комбінованого інструменту.

Спосіб обробки незагартованих сталей комбінованими торцевими фрезами, оснащеними надтвердими матеріалами [1], полягає у тому, що початкове формування нагартованого поверхневого шару оброблюваної плоскої поверхні здійснюють шляхом поверхневого пластичного деформування за допомогою деформуючих елементів, які розташовані в радіальному напрямку на більшій відстані від осі фрези відносно різальних елементів, а кінцеве зняття частини зміцненого шару здійснюють різальними елементами, які розташовані в радіальному напрямку на меншій відстані від осі фрези стосовно деформівних елементів.

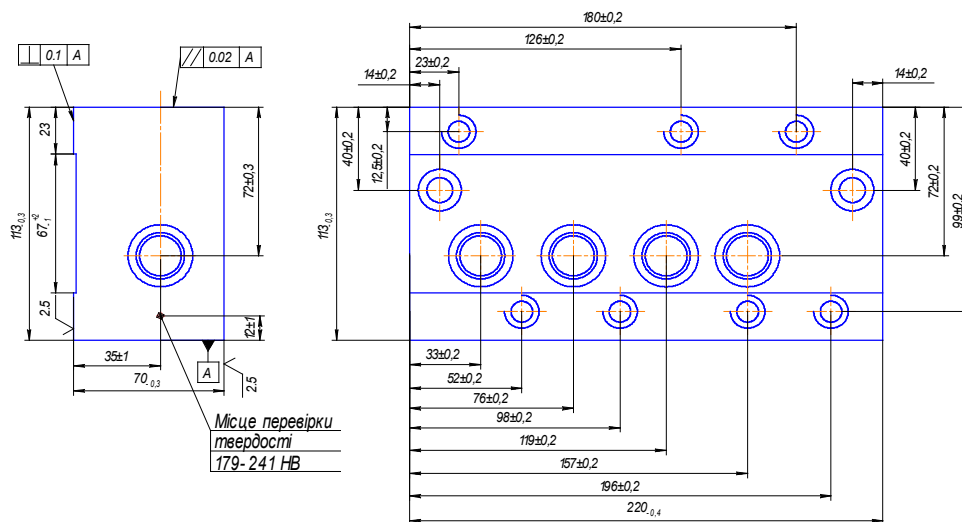


Рисунок 1 – «Корпус гідророзподільника» виробництва ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів»

Розроблений спосіб дає можливість в першу чергу зміцнити оброблювану поверхню та сформувати раціональні фізико-механічні властивості поверхневого шару оброблюваної деталі, як обґрунтовано у роботі [2], це дає можливість зменшити інтенсивність зношування інструменту, оснащеного НТМ. Зменшення інтенсивності зношування інструменту, впливає на напруженість процесу різання, а саме на сили різання та вібрації технологічної оброблювальної системи, що було доведено експериментальними даними у роботі [4]. Використання як інструментального матеріалу надтвердих матеріалів дає можливість реалізувати процес продуктивного торцевого фрезерування незагартованих сталей, разом з тим підвищити якість обробленої поверхні та мінімізувати основний час обробки деталі.

В умовах виробництва ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів» існує проблема: підвищення ефективності обробки деталей «корпус гідророзподільника» на замовлення ВПР ВАТ «Дрогобицький завод автомобільних кранів».

Розглянемо технологічний процес механічної обробки плоских поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» виробництва ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів», що поданий у табл. 1.

Таблиця 1 – Технологічний процес механічної обробки плоских поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» виробництва ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів»

№	Назва і зміст операції	Режими обробки	Кількість робітників/розряд робітника	Оперативний час T_o , (хв)
1	Фрезерно-відрізна			7 хв
2	Термічна. Заготовку піддати штучному старінню			25 хв (250 °С)
3	Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати верхню і нижню поверхні в розмір 70,6	$n=500 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{хв}}=250 \text{ мм/хв}$ $t=0,3 \text{ мм}$	1/4	2,7 хв
4	Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати бокові поверхні в розмір 113,6. Витримати допуск перпендикулярності	$n=500 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{хв}}=800 \text{ мм/хв}$ $t=0,3 \text{ мм}$	1/4	2,7 хв
5	Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати торці в розмір 215,6. Зачистити задирки	$n=500 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{хв}}=250 \text{ мм/хв}$ $t=0,3 \text{ мм}$	1/4	1,9 хв
6	Плоскошліфувальна. Шліфувати верхню і нижню поверхні	$V_k=25 \text{ м/с}$ $S_{\text{п.п}}=350 \text{ мм/хв}$ $t=0,025 \text{ мм}$	1/5	5,1 хв
7	Плоскошліфувальна. Шліфувати бокові поверхні.	$V_k=25 \text{ м/с}$ $S_{\text{п.п}}=550 \text{ мм/хв}$ $t=0,025 \text{ мм}$	1/5	4,3 хв
8	Плоскошліфувальна. Шліфувати торці	$V_k=25 \text{ м/с}$ $S_{\text{п.п}}=650 \text{ мм/хв}$ $t=0,025 \text{ мм}$	1/5	3,7 хв
9	Координатно-розточувальні та інші операції	-	1/4 1/6 1/2	30 хв

Недоліки процесу шліфування поверхонь, пов'язані зі складністю отримання їх гарантованої якості, а також порівняно низькою продуктивністю процесу і його шкідливістю для навколишнього середовища, вимагають підвищеної уваги до розроблення альтернативних технологічних процесів, тому в існуючому технологічному процесі

механічної обробки плоских поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» (табл. 1) авторами пропонується замінити операції шліфування на продуктивне торцеве фрезерування інструментом, оснащеним НТМ.

Оскільки запропонований спосіб обробки незагартованих сталей авторами У роботі[1] дає можливість одночасно обробити незагартовану сталь інструментом, оснащеним НТМ, та зміцнити частину поверхневого шару, тому є можливим відмовитися від операції штучного старіння (мета операції досягнення мікротвердості поверхневого шару 280 НВ).

Разом з тим заміна операції шліфування на продуктивне торцеве фрезерування дає можливість скоротити кількість задіяного технологічного обладнання та персоналу.

Вдосконалений технологічний процес механічної обробки плоских поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» поданий в табл. 2.

Таблиця 2 – Вдосконалений технологічний процес механічної обробки плоских поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» виробництва ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів»

№	Назва і зміст операції	Режими обробки	Кількість робітників/розряд робітника	Оперативний час T_o , (хв)
1	Фрезерно-відрізна			7 хв
3	Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати верхню і нижню поверхні в розмір 70,6	$n=500 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{хв}}=250 \text{ мм/хв}$ $t=0,3 \text{ мм}$	1/4	2,7 хв
4	Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати бокові поверхні в розмір 113,6. Витримати допуск перпендикулярності	$n=500 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{хв}}=800 \text{ мм/хв}$ $t=0,3 \text{ мм}$	1/4	2,7 хв
5	Поздовжньо-фрезерна. Фрезерувати торці в розмір 215,6. Зачистити задирки	$n=500 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{хв}}=250 \text{ мм/хв}$ $t=0,3 \text{ мм}$	1/4	1,9 хв
6	Поздовжньо-фрезерна. Фінішне торцеве фрезерування інструментом, оснащеним НТМ верхньої та нижньої поверхонь	$n=1450 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{п.п}}=290 \text{ мм/хв}$ $t=0,025 \text{ мм}$	1/5	1,4 хв
7	Поздовжньо-фрезерна. Фінішне торцеве фрезерування інструментом, оснащеним НТМ бокової поверхні	$n=1450 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{п.п}}=290 \text{ мм/хв}$ $t=0,025 \text{ мм}$	1/5	1,4 хв
8	Поздовжньо-фрезерна. Фінішне торцеве фрезерування інструментом, оснащеним НТМ, торців деталі	$n=1450 \text{ хв}^{-1}$ $S_{\text{п.п}}=290 \text{ мм/хв}$ $t=0,025 \text{ мм}$	1/5	1,1 хв
9	Координатно-розточувальні та інші операції	-	1/4 1/6 1/2	30 хв

Ресурси плоскошліфувального верстата ЗЛ722А обмежені діапазоном частоти обертання шпинделя (до 1450 хв^{-1}), тому неможливо підвищити ефективність обробки шліфуванням, за рахунок збільшення швидкості шліфування. Тому було прийнято рішення провести удосконалення технологічного процесу обробки деталі «корпус гідророзподільника», замінивши процес шліфування на продуктивне торцеве фрезерування, що дає можливість реалізувати процес продуктивного торцевого

фрезерування незагартованих сталей інструментом, оснащеним НТМ, на верстаті ІР320ПМФ4.

Металорізальний верстат марки ІР320ПМФ4 відповідно до технічного паспорта можна експлуатувати в діапазоні частот обертання шпинделя від 50 до 4000 хв⁻¹.

Розраховуємо оперативний час обробки комбінованою торцевою фрезою, оснащеною НТМ, плоских поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» на верстаті ІР320ПМФ4, результати розрахунку наведені на рис. 2.

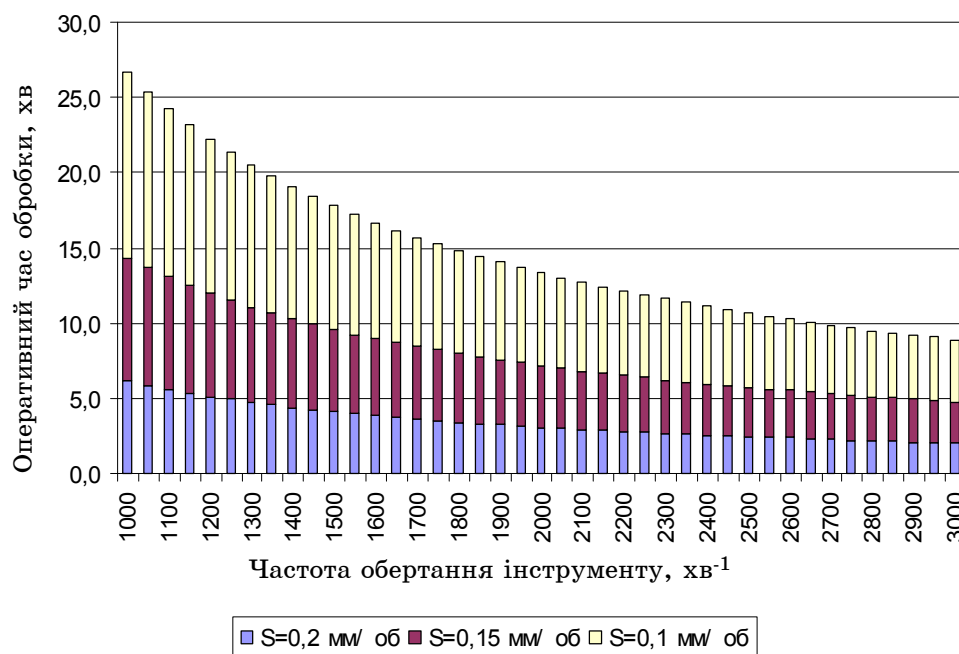


Рисунок 2 – Графік залежності оперативного часу, хв, при різних подачах від частоти обертання інструменту, хв⁻¹, при фінішній обробці поверхонь деталі «корпус гідророзподільника», матеріал: сталь 20 (200 НВ), комбінованою торцевою фрезою, оснащеною НТМ, D=125 мм

Провівши аналіз впливу подач та частоти обертання комбінованої торцевої фрези на оперативний час фінішної обробки деталі «корпус гідророзподільника», встановлено, що раціональними режимами фрезерування є: $t=0,025-0,1$ мм, $S=0,2$ мм/об; $V=320-800$ м/хв.

Таким чином, запропоновані нововведення дають можливість скоротити оперативний час обробки за рахунок збільшення швидкості різання та робочої подачі інструменту, а також забезпечити виконання операцій щодо механічної обробки плоских поверхонь на одному робочому місці, одним робітником.

З метою оцінки ефективності запропонованого методу обробки порівнюємо оперативний час обробки поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» шліфуванням та продуктивним торцевим фрезеруванням інструментом, оснащеним НТМ, розрахувавши за математичною залежністю:

$$O = \frac{\sum_{i=1}^n T_o^{III} - \sum_{i=1}^n T_o^{m.\phi.}}{\sum_{i=1}^n T_o^{III}} \times 100\%, \quad (1)$$

де T_o^{III} - оперативний час при шліфуванні плоских поверхонь, хв; $T_o^{m.\phi.}$ - оперативний час при торцевому фрезеруванні плоских поверхонь інструментом, оснащеним НТМ, хв; n - кількість поверхонь.

Результати розрахунків відсотка підвищення ефективності обробки плоских поверхонь з незагартованих сталей після заміни шліфування на продуктивне торцеве фрезерування наведені на рис. 3.

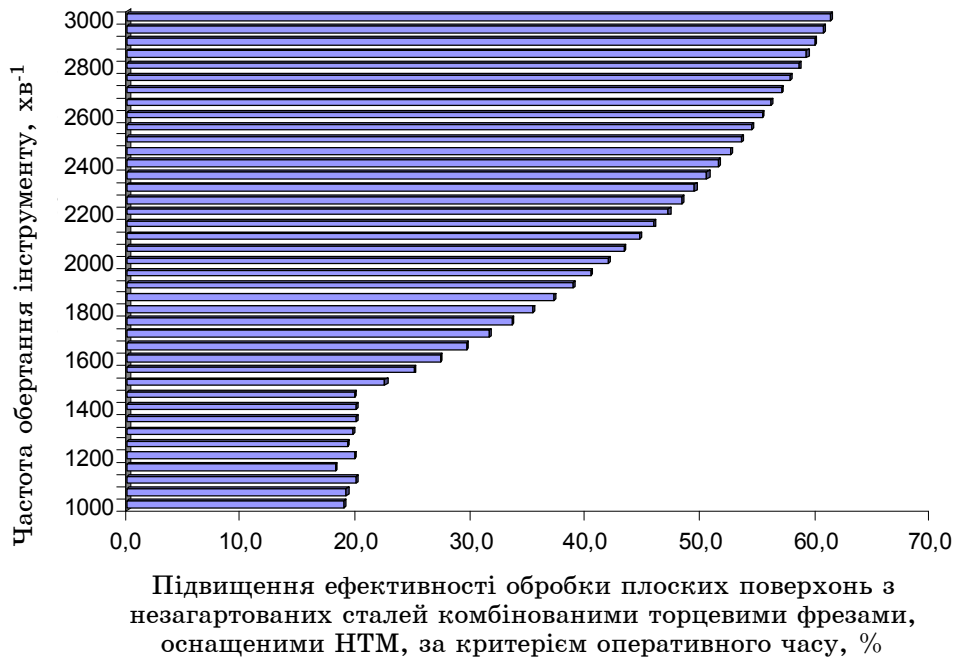


Рисунок 3 – Графік залежності відсотка підвищення ефективності фінішної обробки плоских поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» матеріал: сталь 20 (200 НВ) за критерієм оперативного часу в порівнянні зі стандартним шліфуванням залежно від частоти обертання інструменту, хв⁻¹

Отже, заміна шліфування на продуктивне торцеве фрезерування інструментом, оснащеним НТМ, в діапазоні частот обертання інструменту: 1000 – 1450 хв⁻¹, дає можливість підвищити ефективність обробки за критерієм оперативного часу на 21%. Збільшення частоти обертання комбінованої торцевої фрези до 3000 хв⁻¹ дає можливість підвищити ефективність обробки за критерієм оперативного часу на 70%, тому що на верстаті ЗЛ722А неможливо реалізувати частоту обертання інструменту 1500 хв⁻¹ та вище.

Провівши аналіз оцінки ефективності впровадженого нового технологічного процесу обробки деталі «корпус гідророзподільника» (рис. 4), можна визначити, що в середньому підвищення ефективності обробки, при впровадженні нового технологічного процесу, зростає на 43%.

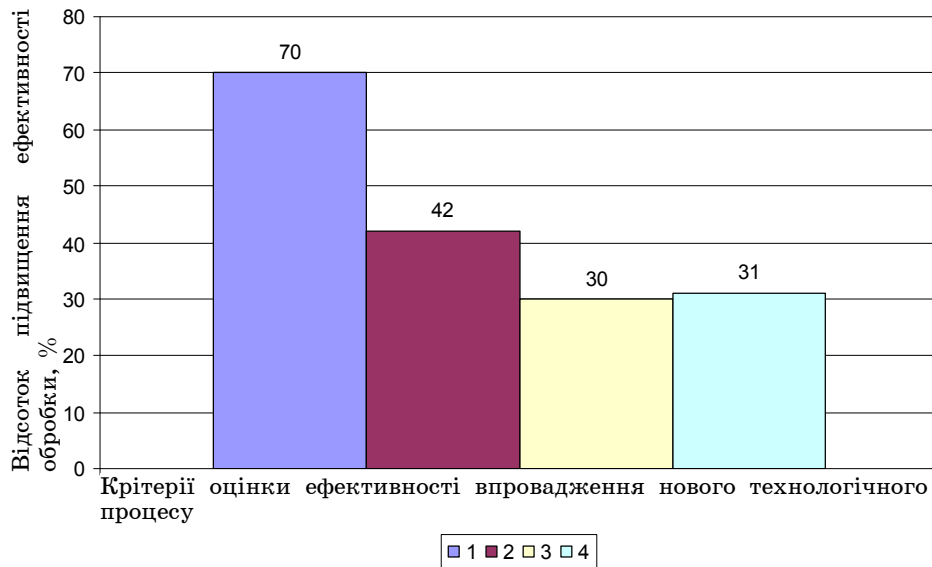


Рисунок 4 – Оцінка ефективності впровадження нового технологічного процесу обробки деталі «корпус гідророзподільника» за критеріями: 1 – оперативного часу обробки плоских поверхонь при заміні шліфування на продуктивне торцеве фрезерування; 2 – оперативного часу обробки деталі в цілому; 3 – витрат на заробітну плату робітникам; 4 – енерговитрат на обробку однієї деталі

ВИСНОВКИ

Запропонований варіант вирішення виробничої проблеми: підвищення ефективності обробки деталі «корпус гідророзподільника» шляхом заміни процесу шліфування на продуктивне торцеве фрезерування інструментом, оснащеним НТМ.

Встановлено, що заміна шліфування на продуктивне торцеве фрезерування при обробці плоских поверхонь деталі «корпус гідророзподільника» дає можливість підвищити ефективність обробки за критерієм оперативного часу обробки до 70%.

Розраховано, що виключення операції «штучного старіння» з технологічного процесу та заміна шліфування на продуктивне торцеве фрезерування дають можливість підвищити ефективність обробки деталі «корпус гідророзподільника» в цілому на 42%.

У подальших дослідженнях планується експериментальна перевірка ефективності процесу продуктивного торцевого фрезерування незагартованих сталей інструментом, оснащеним НТМ.

SUMMARY

INDUSTRIAL NECESSITY OF USE PRODUCTIVE FACE MILLING AT MACHINING NON – HARDENING STEELS

M.L. Biliavskiy, D.P. Kozyra, S.S. Emelyanenko
 Zhytomyr State Technological University
 *Public Corporation "Lviv Plant of Milling Machines"
 **Sumy State University

The industrial reasons of introduction of face milling are considered at processing of non-hardness steels. Ways of improvement existing technological process of machining «blok hidroway» are offered. At introduction new technological process there is an increase of efficiency at processing on 42 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Виговський Г.М., Громовий О.А., Білявський М.Л. Розширення області використання торцевих фрез, оснащених НТМ // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. – 2007. – Вип. 2.
2. Виговський Г.М., Громовий О.А., Білявський М.Л. Проблеми та шляхи підвищення ефективності різання незагартованої сталі інструментами, оснащеними надтвердими матеріалами // Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА. – 2008. – №22.
3. Виговський Г.М., Білявський М.Л. Удосконалення методу обробки незагартованих сталей комбінованими торцевими фрезами, оснащеними ПНТМ // Збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА. – 2008. – Вип. №23. – С.83-89.
4. Виговський Г.М., Громовий О.А., Степчин Я.А., Білявський М.Л. Дослідження вібрацій при різанні незагартованої сталі інструментом, оснащеним НТМ // Вісник СумДУ. Серія Технічні науки. – 2008. – №2.
5. Крайнев Д.В. Повышение эффективности процесса резания сталей перлитного и аустенитного класса путем использования предварительного пластического деформирования: Дисс. канд. техн. наук : 05.03.01. – Волгоград, 2006. – 167 с.

Білявський М.Л., асистент, ЖДТУ, м. Житомир;
Козира Д.П., гол. конструктор, ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів», м. Львів;
Ємельяненко С.С., канд. техн. наук, доцент, СумДУ, м. Суми

Надійшла до редакції 11 вересня 2008 р.