

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Луцький національний технічний університет

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Збірник наукових праць

Випуск 13
(грудень, 2018)

УДК 681.518

Цивінда Н.І., к.т.н., Кіяновський М.В., д.т.н., Іванова О.Р. магістрант
ДВНЗ "Криворізький національний університет" (Кривий Ріг, Україна)

ВПЛИВ ЯКОСТІ ЗАГОТОВОК НА ЕФЕКТИВНІСТЬ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ З ВИСОКОМАРГАНЦОВИХ СТАЛЕЙ

Показано вплив якості поверхонь заготовок з важкообробних матеріалів (високомарганцевих сталей) на стійкість високопродуктивного ріжучого інструменту з надтвердих матеріалів на основі кубічного нітриду бору та шляхи підвищення ефективності обробки таких матеріалів за рахунок використання вперше встановлених закономірностей збільшення в 5-6 разів характеристик стійкості інструменту із ПСТМ шляхом усунення умов переривчастого різання.

Ключові слова: високомарганцеві сталі, дефекти поверхні заготовки, ріжучий інструмент, стійкість.

Постановка проблеми. В останні роки збільшилися обсяги виготовлення деталей з високомарганцевих сталей для гірничо-металургійного устаткування. Це обумовлено планами збільшення до 2020 року видобутку на 50% і виробництвом близько 450 млн. т високоякісної залізної руди. Застосування високомарганцевих сталей зумовлено необхідністю збільшення ресурсу робочих органів обладнання (траки гусеничних машин, зуби і передні стінки ковпів екскаваторів, деталі шоківих і конусних дробарок, футерування млинів та ін.). Основним конструкційним матеріалом для виготовлення даного обладнання є високомарганцева сталь 110Г13Л [1].

Ефективність процесу механічної обробки визначається стійкістю ріжучого інструменту, від ресурсу якого залежить також трудомісткість обробки найбільш масових деталей гірничо-металургійного устаткування. Перспектива використання дорогих сучасних інструментальних матеріалів для підвищення стійкості ріжучого інструменту, а відповідно і ефективності обробки практично вичерпана в даний час, про що свідчать інформація отримана з матеріалів останніх досліджень і публікацій [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Обробка різанням деталей з важкооброблюваних марок сталей і чавунів є актуальною проблемою, яка інтенсивно розробляється і впроваджується на провідних машинобудівних підприємствах. Рівень швидкостей різання загартованих сталей і сплавів, схильних до наклепування (110Г13Л, 120Г18Х2МНЛ) при обробці традиційними інструментальними матеріалами (BK8, T5K10, T15K6) складає $V = 6-12$ м/хв., $t = 6-8$ мм, $s = 0,8-1,5$ мм/об, що стримує умови продуктивної обробки заготовок з висомарганцевих сталей.

Сьогодні в усьому світі зростає виробництво й застосування лезових ріжучих інструментів (PI) із синтетичних надтвердих матеріалів – полікристалічних алмазів і кубічного нітриду бору (КНБ). Лезовим інструментом із КНБ можна обробляти загартовані сталі й чавуни твердістю до 70 HRC, а також сталей і сплавів, схильних до наклепування (110Г13Л, 120Г18Х2МНЛ), тобто матеріалів які можна було обробляти тільки шліфуванням, попереднім нагріванням, тощо. Це мотивує встановити умови ефективності впровадженням нових технологій обробки [2].

Мета (завдання) дослідження. Використання ріжучих пластин з надтвердих матеріалів на основі КНБ на практиці зустрічає обмеження через схильність до швидкого руйнування при зміні умов різання, які можливі при обробці заготовок із дефектами литва (на рис.1.- раковини, залишки формувальних матеріалів), а також відносно висока вартість обробки, що стримує впровадженням нових технологій обробки і використання ріжучих пластин з надтвердих матеріалів на основі КНБ.

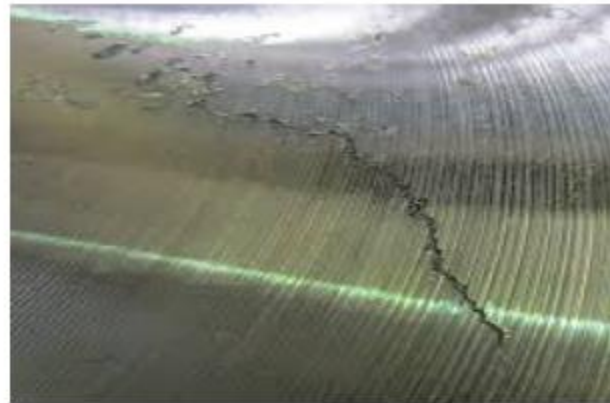
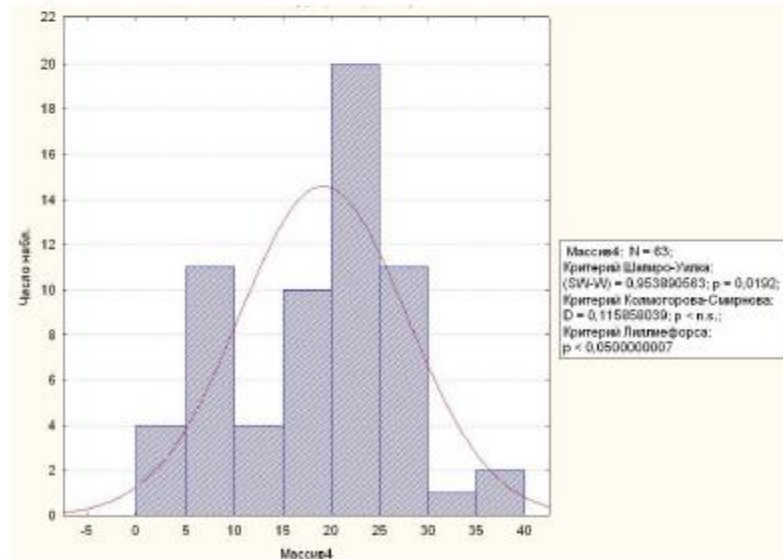


Рис. 1. Дефекти поверхні заготовки, що створюють умови переривчатого різання при механічній обробці поверхні

Основний матеріал дослідження. Вказані вище обмеження отримали визначення при проведенні експериментальних досліджень обробки броней конусних дробарок, де фіксувались граничні спрацювання ріжучих пластин з надтвердих матеріалів на основі КНБ [10].



Описові статистики (випередити таблицю даними)														
Параметр	Мінім.	Макс.	Середнє	Середнє	Модус	Мода	Частота	Середнє	Мінім.	Макс.	Висота	Висота	Висота	Висота
Масив4	0	40	12,5712221	12,5712221	20	20	6	11,400	2,00000	39,80000	11,20000	25,00000	14,31715	8,6112051185525

Рис. 2. Описові статистики масиву стійкості ріжучих пластин

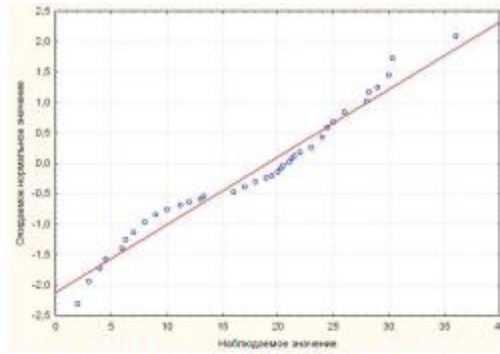


Рис. 3. Перевірка гіпотези про вид закону розподілу ймовірності значень стійкості.
Нормальний ймовірнісний графік масиву

Отримавши отримані результати, робимо висновки, що всі опрацьовані масиви підпорядковуються нормальному розподілу. Про це свідчать значення всіх визначених критеріїв, які використовуються для з'ясування та позначення нормальності. Однак S-подібні криві на нормальних ймовірнісних графіках (більш чітко виражені для одних масивів, та менш явні на інших) – вказують на те, що серед даних зведених до масивів чітко прослідковуються два окремі процеси, на розподіл яких і були направлені подальші дії [3, 4, 5, 6, 8].

Після опрацьовання даних отриманих по кожному з масивів, встановлена межа між двома процесами і здійснювали розподіл прийшли до наступних результатів.

1) Масив 1-1 – Кількість відпрацьованих годин пластин з КНБ, які використовувались лише при чорновій обробці броней із дефектами литва.

Описові статистики (Таблиця даних 1)																	
Параметр	Мінімум	Середнє	Геометр. Середнє	Гармоніч. Середнє	Модус	Сума	Мінімум	Максимум	Мінім. Варіант	Макс. Варіант	Дисперс.	Станд. Відхилення	Асиметрія	Ексіцес			
	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення	Значення			
Вік	18	7,50000	6,71698	5,85286	7,50000	135,000	2,00000	13,00000	6,00000	11,00000	0,28193	0,53146	0,73026	0,09494	0,53027	4,55378	1,83728

Рис. 4. Описові статистики масиву 1-1

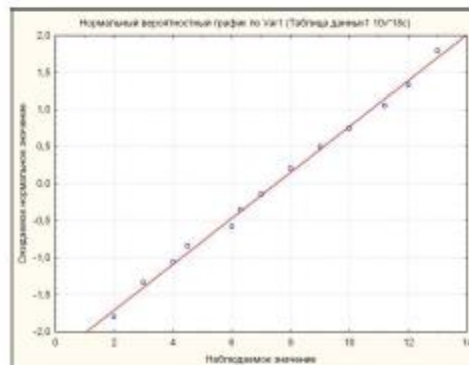


Рис. 5. Нормальний ймовірнісний графік масиву 1-1

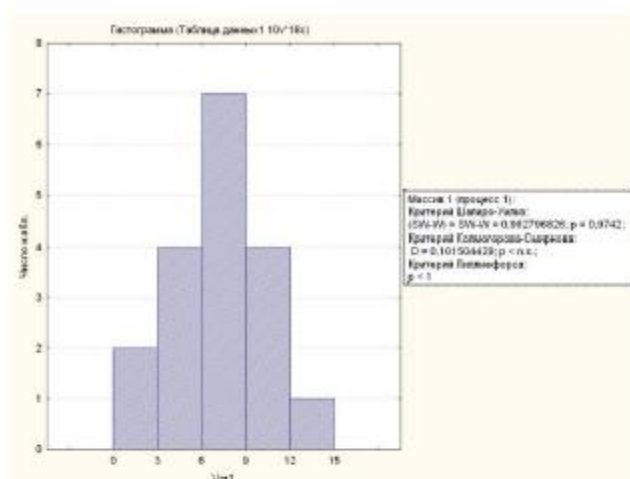


Рис. 6. Гістограма масиву 1-1

2) Масив 1-2 – Кількість відпрацьованих годин пластин з КНБ, які використовувались лише при чорновій обробці броней без дефектів литва.

Описові статистики (Таблиця даних: 1)																	
Параметр	Візит	Середнє	Товщина	Поворот	Мідиана	Сума	Мінімум	Максимум	Нижня квартиль	Верхня квартиль	Діапаз.	Середнє Схиб.	Асиметрія	Скід на Асиметрію	Скід на Ексцес	Скід на Ексцес	
Var1	202	10.32707	26.77996	26.09132	31.00000	4178.258	11.00000	41.00000	33.00000	31.00000	30.00000	5.380295	1.320852	-0.913384	0.171004	1.168959	0.340594

Рис. 7. Описові статистики масиву 1-2

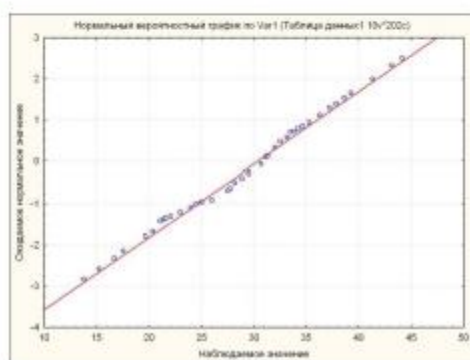


Рис. 8. Нормальний ймовірнісний графік масиву 1-2

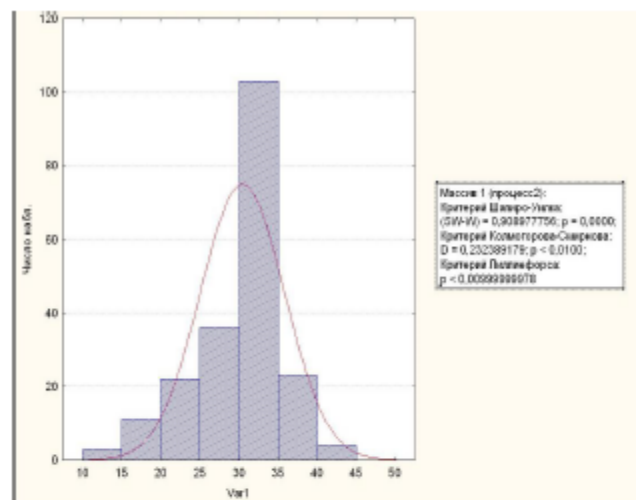


Рис. 9. Гістограма масиву 1-2

Висновки. На сьогодні для підприємства потрібно встановити наскільки допустимим є використання заготовок із дефектами литва (раковини, залишки формувальних матеріалів) тому, що стійкість інструменту при обробці заготовок із дефектами литва знижується до 5-6 разів.

Таким чином можливості інструменту стають значним резервом для підвищення ефективності обробки високомарганцевих сталей, що дозволяє вирішувати ряд технічних і економічних завдань: збільшення швидкості обробки до 70 ... 120 м / хв ; зниження трудомісткості обробки в 2 ... 6 разів; отримання шорсткості обробленої поверхні $Ra = 3,2 \dots 1,6$ мкм; виключення використання плазмового підігрівання при обробці; скорочення часу обробки в 3 рази; збільшення продуктивності в 2 рази; поліпшення екології процесу обробки.

Застосування змінних різальних пластин з надтвердих матеріалів на основі КНБ дозволяє ефективно вирішити ряд технічних і економічних завдань:

1) Значно збільшити швидкість різання, довівши її до рівня 80-120 м/хв, (тобто мінімум в 10 разів). При цьому трудомісткість обробки знижується в 2-6 разів.

2) Отримати шорсткість обробленої поверхні $Ra 3,2 - 1,6$ (рівень шліфування). При цьому дотримується стабільність отриманих геометричних розмірів, що є найважливішим чинником отримання деталей дробарок.

3) При гочінні або фрезеруванні високомарганцевих сталей інструментом на основі КНБ (завдяки негативній геометрії передніх кутів) в поверхневому шарі обробленого матеріалу глибиною до 50-70 мкм створюється стискаюча напрута, що підвищує експлуатаційні властивості деталі. При високих швидкостях різання ($V=80-120$ м/хв) в поверхневому шарі обробленої деталі не відбувається структурних змін, оскільки велика частина тепла поглинається стружкою.

4) Токарна обробка інструментом з КНБ дозволяє виключити застосування плазмового підігріву при обробці броней, що знижує загальні витрати на механічну обробку, зменшує витрати електроенергії, виключає витрати на придбання і ремонт плазмотронів.

5) Застосування різального інструменту, з механічним кріпленням змінних поворотних пластин, дозволяє значно скоротити допоміжний час, куди зокрема входить: зняття інструменту з верстату, заточування інструменту, розмірне підналагодження.

6) Високошвидкісна обробка пластинами з КНБ на порядок знижує зусилля різання, що запобігає передчасному зношуванню дорогих верстатів [9,11].

Список використаних джерел

1. Кіянський, М. В. Технологічні методи прискорення виготовлення запасних частин для конусних дробарок [Текст] / М. В. Кіянський, Н. І. Цивінда // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. Гірничо-електромеханічна : зб. наук. праць. – Донецьк, 2010. – Вип. 18 (172). – С. 170–179.
2. Сверхтвердые материалы. Получение и применение [Текст] : в 6 т. / С. А. Клименко, А. А. Виноградов, Ю. А. Муковоз и др. ; под. общ. ред. Н. В. Новикова. – К. : ИСМ им. Бакуля; ИПЦ «Алкон» НАНУ, 2006. – Т. 5 : Обработка материалов лезвийным инструментом. – 316 с.
3. Стахнів, Н. Е. Моделирование силы резания при стационарном точении [Текст] / Н. Е. Стахнів // Мат. 8-й Международ. науч.-практ. конф. "Качество, стандартизация, контроль: теория и практика", Ялта. 23-26 сент. 2008 г. – К. : АТМ України. 2008. – С. 123–128.
4. Васин, С. А. Прогнозирование виброустойчивости инструмента при точении и фрезеровании [Текст] / С. А. Васин. – М. : Машиностроение, 2006. – 384 с.
5. Oraby, S. E. Quantitative and Qualitative Evaluation of Surface Roughness-Tool Wear Correlation in Turning Operations [Text] / S. E. Oraby, A. M. Alaskan, E. A. Almehaie // Kuwait Journal of Science & Engineering (KJSE), An Int. J. of Kuwait University. – 2004. – Vol. 31, Issue 1. – P. 219-244.
6. Jae-Woong, Youn A Study on the Relationships Between Static [Text] / Youn Jae-Woong, Yang MinYang // Dynamic Cutting Force Components and Tool Wear / Journal of Manufacturing Science and Engineering. – 2000. – Vol. 123, Issue 2. – P 196-205.
7. Кіянський, М. В. Виробничі дослідження стійкості інструментальних матеріалів при обробці деталей гірничо-металургійного комплексу [Текст] / М. В. Кіянський, Н. І. Цивінда // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем : зб. наук. праць. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – Вип. 26. – С. 360–366.
8. Oraby, S. E. Tool Life Determination Based on the Measurement of Wear and Tool Force Ratio Variation [Text] / S. E. Oraby, D. R. Hayhurst // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2004. – Vol. 44, Issues 12-13. – P.1261-1269.
9. Choudhury, S. K. Tool wear measurement in turning using force ratio [Text] / S. K. Choudhury, K. K. Kishore // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2000. – Vol. 40, Issue 6. – P. 899-909.
10. Kiyonovskiy, M. V. Influence of firmness of cutters with plates of polycrystal superhard material (PSHM) on the basis of cubic boron nitride (CBN) for probability of technological operation completion [Text] / M. V. Kiyonovskiy, N. I. Tsyvinda // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 1. – P. 70-78.
11. Kiyonovskiy, M. V. The increasing of fixed mining machines resource rates by diagnostic maintenance improving [Text] / M. V. Kiyonovskiy, E. V. Bondar // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 3. – P. 292-297.

Цивінда Н.І., к.т.н., Кіянський Н.В., д.т.н., Іванова О.Р. магістрант
ГВУЗ "Криворізький державний університет" (Кривий Ріг, Україна)

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЗАГОТОВОК НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ВЫСОКОМАРГАНЦЕВЫХ СТАЛЕЙ

Показано влияние качества поверхностей заготовок из труднообрабатываемых материалов (высокомарганцевых сталей) на стойкость высокопродуктивного режущего инструмента из ПСТМ и пути повышения эффективности обработки таких материалов за счет использования впервые установленных закономерностей увеличения в 5-6 раз характеристик стойкости инструмента из ПСТМ путем устранения условий прерывистого резания.

Ключевые слова: высокомарганцевистые стали, дефекты поверхности заготовки, режущий инструмент, стойкость.

N.I. Tsyvinda, assistant professor, N.V. Kiyonovsky, professor, Ivanova O. R. master student
Kryvyi Rih National University