

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 переривчатого 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 ковшів 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 свідчить 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 (ВК8, Т5К10, Т15К6) 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 (РІ) 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.

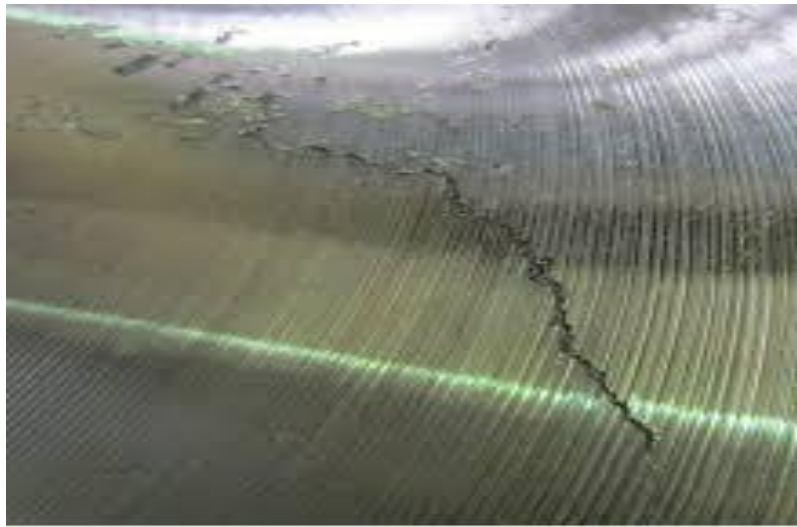
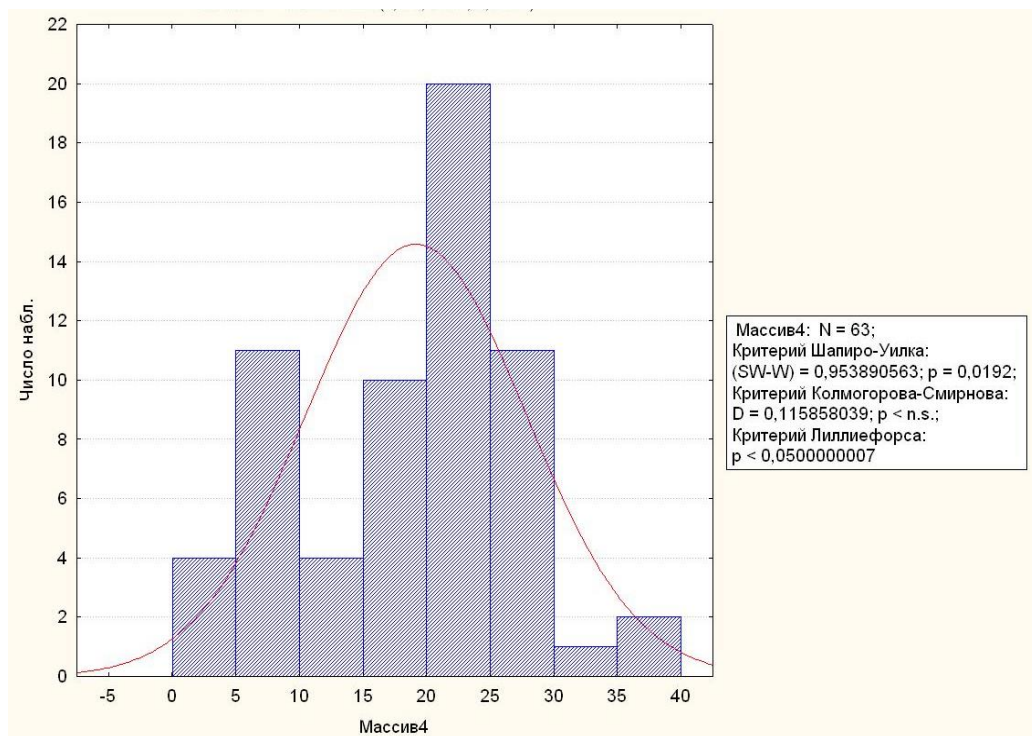


Рис.1. Дефекти поверхні заготовки, що створюють умови переривчатого різання при механічній обробці поверхні

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].



Переменная	Описательные статистики (Таблица данных)																		
	набл.	N	Среднее	Геометр. Среднее	Гармонич. Среднее	Медиана	Мода	Частота моды	Сумма	Минимум	Максимум	Нижняя Квартиль	Верняя Квартиль	Дисперс.	Стд. откл.	Станд. Ошибка	Асимметрия	Стд. ош. Асимметрия	Эксцесс
Массив4	63	19,03810	16,30786	12,57912	21,00000	24,00000	6	1199,400	2,000000	36,00000	11,20000	25,00000	74,29175	8,619266	1,085925	-0,300325	0,301589	-0,811760	0,594841

Рис.2. Описові статистики масиву стійкості ріжучих пластин

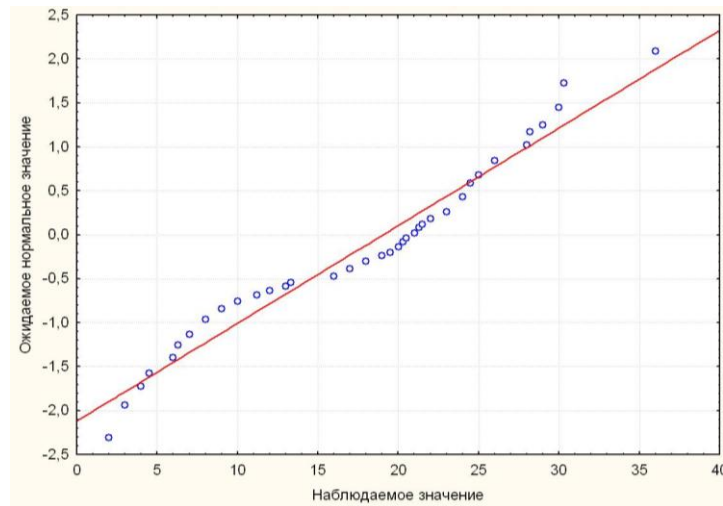


Рис. 3. Перевірка гіпотези про вид закону розподілу ймовірності значень стійкості.
Нормальний ймовірнісний графік масиву

Оцінивши 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 опрацювання даних отриманих по кожному з масивів, встановлена межа між двома процесами і здійснивши 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.

		Описательные статистики (Таблица данных1)															
Переменная	N набл.	Среднее	Геометр.	Гармонич.	Медиана	Сумма	Минимум	Максимум	Нижняя	Верхняя	Дисперс.	Стд.откл.	Станд.	Асимметрия	Стд.ош.	Эксцесс	Стд.ош.
		Среднее	Среднее	Среднее			Квартиль	Квартиль				Ошибка	Асимметрия	Эксцесс	Эксцесс		
Var1	18	7,500000	6,799963	5,962266	7,500000	135,0000	2,000000	13,00000	6,000000	10,00000	9,287059	3,047468	0,718295	0,016484	0,536278	-0,537078	1,037795

Рис. 4. Описові статистики масиву 1-1

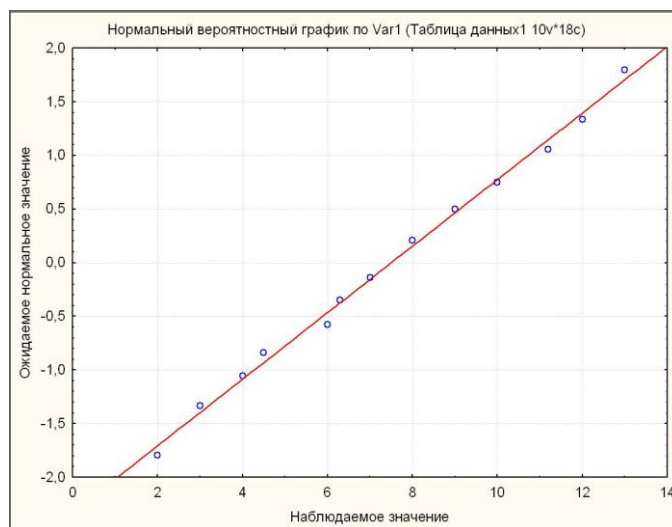


Рис. 5. Нормальний ймовірнісний графік масиву 1-1

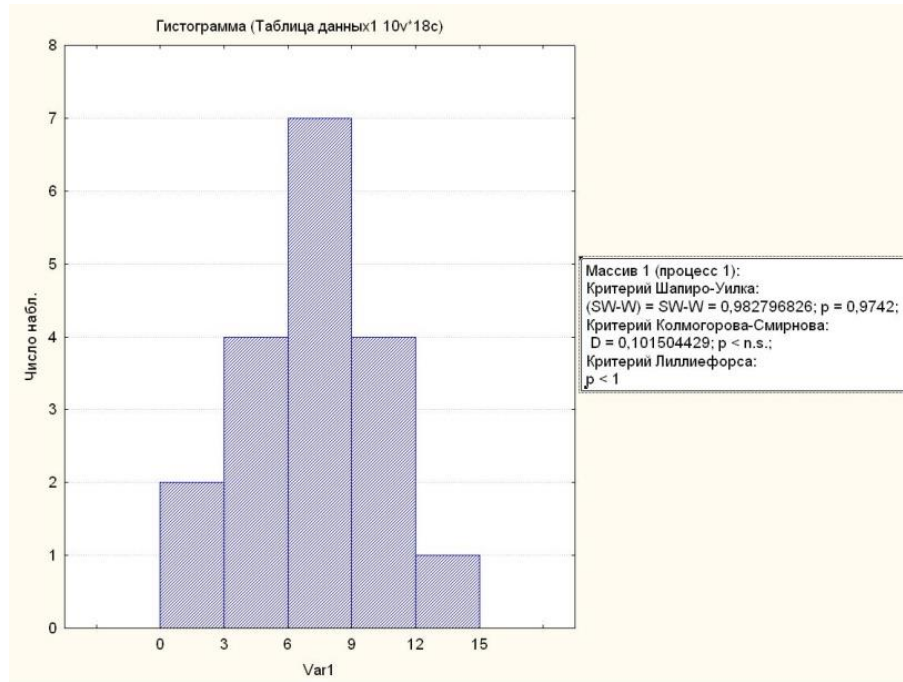


Рис. 6. Гістограма масиву 1-1

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

Переменная	Описательные статистики (Таблица данных1)																
	N набл.	Среднее	Геометр Среднее	Гармонич Среднее	Медиана	Сумма	Минимум	Максимум	Нижняя Квартиль	Верхняя Квартиль	Дисперс.	Стд.откл.	Станд. Ошибка	Асимметрия	Стд.ош. Асимметрия	Экцесс	Стд.ош. Экцесс
Var1	202	30,33787	29,77395	29,09122	31,00000	6128,250	13,30000	44,00000	30,00000	33,00000	28,94693	5,380235	0,378552	-0,913384	0,171084	1,195559	0,340544

Рис. 7. Описові статистики масиву 1-2

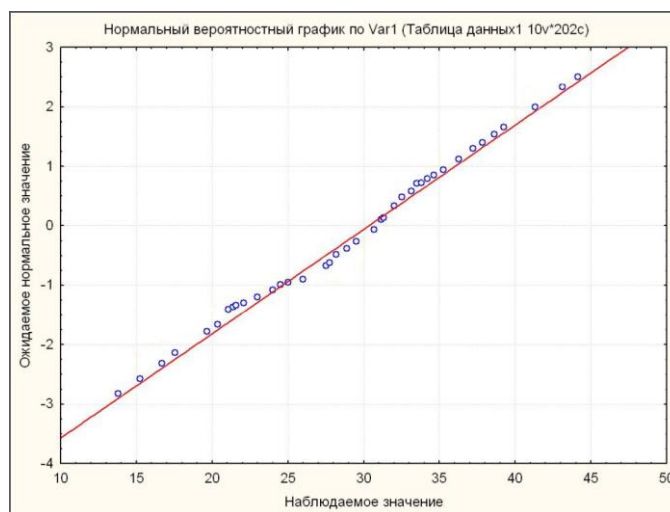


Рис. 8. Нормальний ймовірнісний графік масиву 1-2

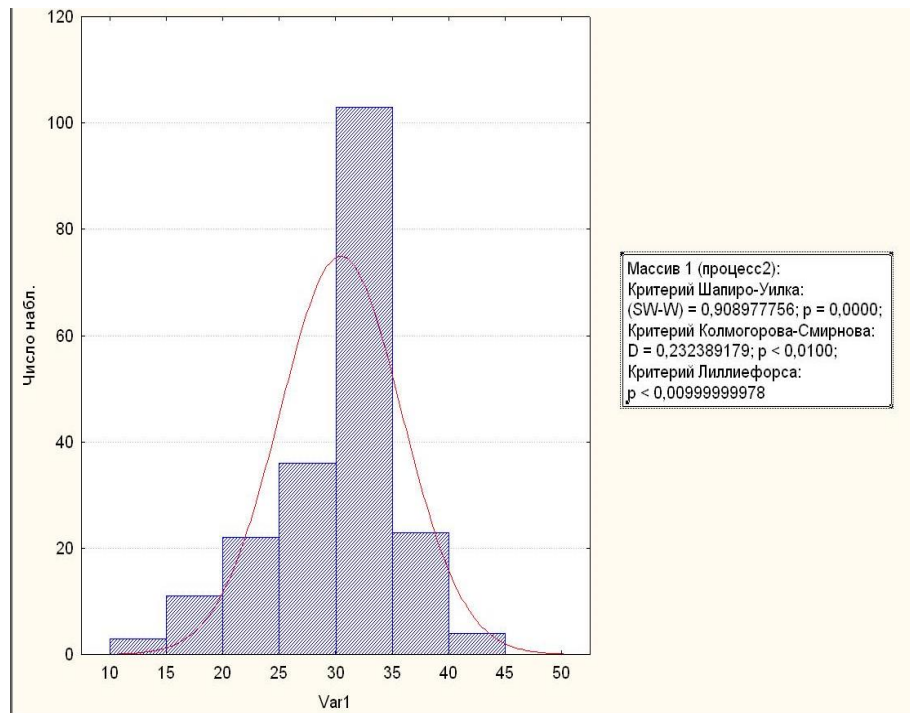


Рис. 9. Гістограма масиву 1-2

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 оброблюваної поверхні Ra = 3,2 ... 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 ріжучих 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 оброблюваної поверхні Ra 3,2 – 1,6 (рівень шліфування). При цьому дотримується стабільність отриманих геометричних розмірів, що є найважливішим чинником отримання деталей дробарок.

3) При точінні або фрезеруванні високомарганцевих сталей інструментом на основі КНБ (завдяки негативній геометрії передніх кутів) в поверхневому шарі оброблюваного матеріалу глибиною до 50-70 мкм створюється стискаюча напруга, що підвищує експлуатаційні властивості деталі. При високих швидкостях різання (V=80-120м/хв) в поверхневому шарі оброблюваної 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. Кіяннівський, М. В. Технологічні методи прискорення виготовлення запасних частин для конусних дробарок [Текст] / М. В. Кіяннівський, 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. Almehaiei // 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. Кіяннівський, М. В. Виробничі дослідження стійкості інструментальних матеріалів при обробці деталей гірничо-металургійного комплексу [Текст] / М. В. Кіяннівський, 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 //Metaltallurgical 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., Кіяннівський Н.В., д.т.н., Іванова О. Р. магістрант
ГВУЗ "Криворожский государственный университет" (Кривой Рог, Украина)

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

INFLUENCE OF QUALITY OF PREPARATIONS ON THE EFFICIENCY OF MECHANICAL TREATMENT OF DETAILS FROM HIGH-MANGANESE STEEL

The influence of the quality of the surfaces of workpieces from difficult-to-cut materials (high-manganese steels) on the durability of a highly productive cutting tool from PSTM and ways to improve the processing efficiency of such materials through the use of established for the first time 5-6 times increase in durability characteristics of a tool from PSTM by eliminating intermittent cutting conditions is shown.

Key words: *high-manganese steels, surface defects of the workpiece, cutting tool, durability.*

Стаття надійшла до редакції 19.11.2018