

Список літератури

1. Турило А. М., Турило А. А., Короленко С. М. Фінанси підприємства та їх місце в його інвестиційно-витратній діяльності. *Вісник КНУ*. 2019. № 49. С. 64-69.
2. Андрушків Б. М., Кузьмін О. Є. Основи менеджменту. Львів: Світ, 1995. 307 с.
3. Ансофф И. Стратегическое управление. М.: Экономика, 1989. 405 с.
4. Бедринцев М. Д. Ефективність діяльності суб'єктів підприємництва в сучасних умовах господарювання. *Бізнес Інформ*. 2013. № 4. С. 183–190.
5. Будзан Б. Менеджмент в Україні: сучасність і перспективи. К.: Основи, 2001. 207 с.
6. Жук М. В. Міжнародні стратегії економічного розвитку: навч. посіб. К.: Паливода А. В., 2006. 245 с.
7. Турило А. М. Адаптація – об'єктивний економічний закон, парадигма і умова конкурентного розвитку. *Економіка та митно-правові відносини*. 2019. Вип. 13-14. С.45-49.
8. Турило А. М., Короленко Р. В. Людський капітал як основне джерело економічного зростання. Проблеми економічної освіти і науковий прогрес: матеріали міжвуз. наук.-практ. конф., 30 лист. 2007 р. Кривий Ріг, 2007. С. 111.
9. Турило А. А., Турило А. М. Оцінка результативності, ефективності, продуктивності, збитковості підприємства: монографія. Кривий Ріг: Етюд-Сервіс, 2009. 196 с.
10. Подєрьогін А. М. Фінанси підприємств: підручник. К.: КНЕУ, 2013. 460 с.
11. Шарко В. В. Шляхи, основні напрямки та інструменти механізму інтенсифікації виробництва промислового підприємства. *Економіка і управління*. 2012. № 4. С. 64–69.

Рукопис подано до редакції 07.04.2021

УДК 621.9.01

М.В. КІЯНОВСЬКИЙ, д-р техн. наук, проф., Н.І. ЦИВІНДА, канд. техн. наук, доц.,
Л.І. ЛАУХІНА, О.В. ЧЕРНЯВСЬКА, старші викладачі, І.О. ЗУЄВ, студ.
Криворізький національний університет

АНАЛІЗ ПРИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ ЗА ВИРОБНИЧНИМИ КРИТЕРІЯМИ

Мета – визначення можливості підвищення продуктивності механічної обробки деталей із високомарганцевих сталей за рахунок розробки оптимальних параметрів технологічної системи ВПД (верстат – пристосування – інструмент–деталь): жорсткості та власної частоти коливань елементів системи ВПД.

Методи дослідження – були використані теорія різання металів, статистичного аналізу, статистичних рішень, теорії ймовірності, математичного аналізу, теорії коливань, віброакустичної діагностики, теорії розпізнавання технічних станів.

Проведені дослідження обробки броней дробарок при обробці токарно-карусельних верстатах показали, що на жорсткість та вібростійкість системи ВПД впливають режими різання. Установлено, що критерієм оцінки режимів різання, що застосовуються на заводах, є коефіцієнт нормативної зміни швидкості різання. Визначені основні параметри технологічної системи ВПД, від яких залежить стійкість різального інструменту. Загалом статистичні дані спостережень на підприємстві показують, що майже 70% деталей виготовляють зі швидкостями різання нижче нормативних в 1,3...2,0 рази. При обробці на заводах броней, різноманітних за розмірами, коефіцієнт K_n нормативної зміни швидкості різання може знижуватись до 0,25, тобто допустима швидкість різання може бути в 4 рази менше нормативної. Це пояснюється не тільки специфічними властивостями високомарганцевої сталі, але й недостатньою жорсткістю і вібростійкістю технологічної системи ВПД. Це затруднює застосування різального інструменту з пластинами з Кубічного нітриду бору.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що за встановленою [11] сталюю діагностичною ознакою початку інтенсивного руйнування ріжучої частини інструменту з ПНТМ на основі КНБ в діапазонах технологічних параметрів обробки деталей, можливо визначити оптимальні режими різання.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що при впровадженні методу і технологій діагностичного контролю працездатності системи верстат-пристосування-інструмент-деталь при обробці деталей із високомарганцевих сталей вирішується задача запобігання процесам прискореного пошкодження інструментальних пластин і збільшення їх ресурсу.

Результат – подальші дослідження віброакустичних реакцій змін технічних станів елементів системи ВПД у процесах обробки броней з високомарганцевих сталей нададуть можливість розробити критерії стійкості різців та впровадити їх у виробництво.

Ключові слова: технологічна система ВПД, продуктивність процесу токарної обробки, броні, високомарганцева сталь, різальний інструмент, КНБ, режими різання, швидкість різання.

doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-52-54-58

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Підвищення ефективності механічної обробки різанням є традиційно важливою задачею машинобудування, де за останні роки збільшилися обсяги обробки деталей із високомарганцевих сталей, що входять до складу гірничо-металургійного обладнання [1].

Аналіз досліджень і публікацій. Найбільш актуальним на сьогодні є напрям наукових досліджень, направлений на вивчення і розробку оптимальних параметрів технологічної системи ВПД (верстат – пристосування – інструмент–деталь): жорсткості та власної частоти коливань [2-6].

Спостереження за роботою токарно-карусельних верстатів по обробці броней дробарок на підприємствах Кривого Рогу з дослідженням параметрів системи ВПД, що впливають на продуктивність, показують, що при вдосконаленні цієї системи продуктивність значного числа верстатів може бути підвищена на 20-30% (рис.1).

Постановка задачі. Вплив технологічної системи ВПД на продуктивність процесів різання полягає в тому, що дійсна швидкість різання в зоні різання безперервно змінюється з частотою коливання системи від нульового чи майже нульового її значення, в 5 разів більше окружної швидкості деталі. В нормативах режимів різання її називають швидкістю різання.

Зменшити границі зміни дійсної швидкості різання чи довести цю границю до стану, коли коливальний процес не впливає на стійкість різця і окружна швидкість деталі стане рівною швидкості різання, можна шляхом підвищення жорсткості системи ВПД. Жорсткість системи, яка практично не впливає на стійкість, називається оптимальною чи ідеальною жорсткістю.

Викладення матеріалу та результати. На режими різання, що призначаються на заводах, впливає жорсткість та вібростійкість системи ВПД. Нормативні режими, що устанавлюються при оптимальній жорсткості, завжди вище режимів, що використовуються, коли жорсткість системи ВПД нижче оптимальної.

Нормативні режими є максимально можливими для визначених різальних властивостей інструменту деталі, що оброблюється різанням. Такі режими є ідеальними, до них слід прагнути при виготовленні деталей шляхом забезпечення відповідних технологічних умов і по рівню цих режимів слід оцінювати доцільність режимів різання, що застосовуються на заводах і ступінь досконалості системи ВПД.

Тому критерієм оцінки на режими різання що застосовуються на заводах є коефіцієнт нормативної зміни швидкості різання

$$K_H = \frac{V_3}{V_H}, \quad (1)$$

де V_3 – швидкість різання, що застосовується; V_H – нормативна швидкість різання.

Значення швидкості різання V_3 устанавлюють технологи з врахуванням стійкості різця, а нормативне значення швидкості різання V_H визначають за формулою

$$V_H = \frac{C_v}{T_0^m \times s^x \times t^y} \times K_v, \quad (2)$$

де C_v – коефіцієнт, що враховує умови обробки; T_0 – період оптимальної стійкості інструменту, хв; s – подача, мм/об; t – глибина різання, мм; m , x , y – показники степені; K_v – узагальнений поправковий коефіцієнт, що враховує зміни умов обробки до табличних.

Оптимальну стійкість T_0 визначають за формулою

$$T_0 = T \times \delta o / \delta z, \quad (3)$$

де T – період стійкості інструменту, хв; δo – зношення різця, яке планується під час роботи; δz – реальне зношення різця під час роботи.

При обробці на заводах броней, різноманітних за розмірами, коефіцієнт K_H нормативної зміни швидкості різання згідно з (1) та (2) може знижуватись до 0,25, тобто допустима швидкість різання може бути в 4 рази менше нормативної. Статистичні дані спостережень на підприємстві показують (рис. 2), що майже 70% деталей виготовляють зі швидкостями різання нижче нормативних в 1,3...2,0 рази. Це пояснюється недостатньою жорсткістю і вібростійкістю технологічної системи ВПД.



Рис.1. Оброблення броні конусної дробарки на токарно-карусельних верстатах

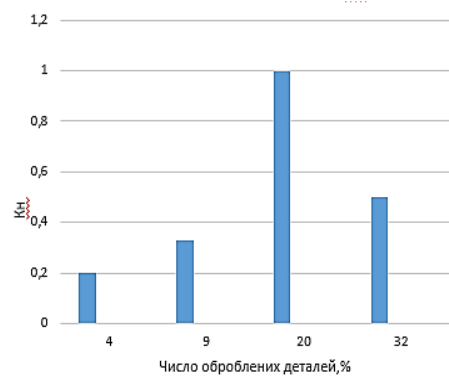


Рис. 2. Діаграма зміни коефіцієнту K_n

Раніше проблему можна було вирішити тільки шляхом розробки і впровадження технологічних режимів різання, тобто режимів з врахуванням технологічних умов обробки деталей і з застосуванням різноманітних методів і засобів підвищення жорсткості та вібростійкості системи ВПД.

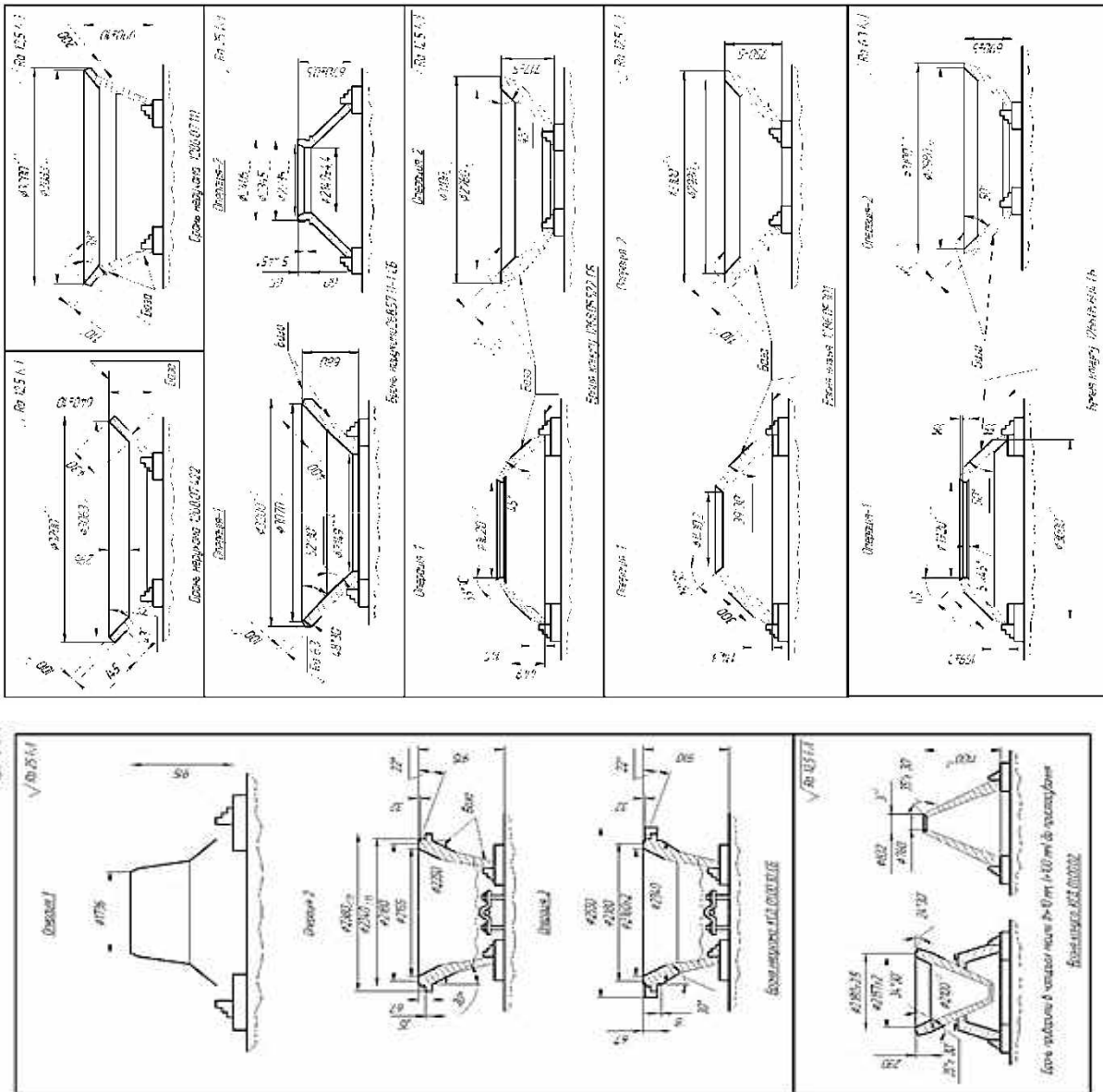


Рис. 3. Приклад установки броней на токарно-карусельних верстатах

Було досліджено технологічний процес обробки на токарно-карусельному верстаті 17-ти броней з високомарганцевої сталі (рис. 3). Границя міцності при розтягненні 110Г13Л у загартованому стані такі: $\sigma_b = 800-1000$ МПа. За Бетанелі опір оброблююмого матеріалу різанню характеризується дотичними напругами на умовній площині здвигання τ_{ϕ} . Величина τ_{ϕ} для сталі 110Г13Л дорівнює 1480 МН/м², тоді як для сталі Х18Н10Т тільки 592 МН/м². Значення коефіцієнту K_n за виробничими критеріями дорівнює $0,25$. При таких умовах роботи максимальна стійкість різців ВК8 відповідає швидкості різання 9 м/хв.

Вплив жорсткості на стійкість різців при точінні броней з високомарганцевої сталі така: з зміною жорсткості елементів системи токарно-карусельного верстату від 5000 до 25000 Н/мм стійкість інструменту підвищується в $8-10$ разів. Що особливо актуально при застосуванні пластин з КНБ для токарних різців [7]. Дослідження показали, що при точінні броні дробарки зі сталі 110Г13Л інструментом з пластинами, оснащеними ПНТМ на основі КНБ, зусилля різання майже на порядок нижче, ніж при обробці різцями ВК8, що збільшує строк служби унікальних металорізальних верстатів (при обробці твердим сплавом зусилля різання досягають $125\ 000$ Н, а при обробці пластинами ПНТМ на основі КНБ RNMN 190700Т - $8\ 000-10\ 000$ Н). Швидкість різання можна підвищити до $70-120$ м/хв [8,9].

Проблема полягає в тому, що основним недоліком ріжучого інструменту з КНБ є висока вартість та нездатність витримувати ударні навантаження. Тому питання стійкості ріжучого інструменту з КНБ, яка на пряму залежить від жорсткості верстату – основна причина обмеження застосування в виробничих умовах, що впливає на термін експлуатації інструменту і на собівартість виготовлення деталей.

Трудомісткість обробки броней дробарок, співставима з ресурсом інструменту. Зупинка процесу по причині зношення інструменту часто означає брак деталі високої вартості [10].

Висновок та напрямок подальших досліджень. На основі досліджень було виявлено, що вплив жорсткості та вібростійкості системи ВПД на рівень режимів різання пояснюється фізико-механічними якостями оброблююмих і інструментальних матеріалів, тобто залежністю сили різання від швидкості різання. Вплив фізико-механічних властивостей оброблююмих матеріалів на нестабільність процесу різання для можливості застосування високовартісних інструментальних матеріалів можливо повністю виключити, якщо забезпечити оптимальну жорсткість системи ВПД.

Все ще низька стійкість, а відповідно і ефективність використання пластин з ПНТМ на основі КНБ, пояснюється відсутністю достатніх засобів і технологій діагностування процесів різання, відсутністю методів запобігання руйнуванню інструментальних пластин при обробці високомарганцевих сталей, що стримує можливості адаптивного керування процесами обробки на верстатах з ЧПК і збільшення ресурсу інструментальних матеріалів. Подальші дослідження віброакустичних реакцій змін технічних станів елементів системи ВПД у процесах обробки броней з високомарганцевих сталей нададуть можливість розробити критерії стійкості різців та впровадити їх у виробництво [11].

Таким чином розробка і впровадження оптимальних режимів різання з врахуванням конкретних технологічних умов обробки високомарганцевих сталей та інших важкооброблююмих матеріалів, тобто технологічних режимів, має велике значення для виробництва та дозволить на $15-20\%$ підвищити продуктивність праці.

Список літератури

1. Цивінда Н.І., Цівко О.Ф. Визначення раціональних методів механічної обробки деталей гірничого обладнання з високомарганцевих сталей // Вісник КТУ: Збірник наукових праць. – Кривий Ріг.: Вип.5(15).– 2006. – С.85-89
2. Цивінда Н.І. Аналіз вибору інструментального матеріалу для обробки важкооброблююмих матеріалів гірничого машинобудування //Вісник КТУ Збірник наукових праць вип. 24, Кривий Ріг-2009р.-С. 70-73
3. Кіянновський М. В., Цивінда Н. І. Вибір найбільш інформативних методів діагностування процесів обробки марганцевих сталей // Вісник КТУ: збірник наукових праць. – Кривий Ріг, 2010. – Вип. 26. – С. 178–181.
4. Цивінда Н. І. Експериментальні дослідження віброакустичних реакцій змін технічних станів елементів інструментальних систем в процесах обробки високомарганцевих сталей / Н. І. Цивінда // Вісник КТУ : збірник наукових праць. – Кривий Ріг, 2011. – Вип. 29. – С. 153–157.
5. Цивінда Н. І. Вплив стійкості різців з пластинами з ПНТМ на основі КНБ на ймовірність завершення технологічної операції/ Н. І. Цивінда // Вісник КТУ : збірник наукових праць. – Кривий Ріг, 2012. – Вип. 30. – С.
6. Цивінда Н.І. Чернявська, О. В. Лаухіна Л.І., Федусов В.І Аналіз факторів, що впливають на стійкість різального інструменту при обробці марганцевих сталей/Актуальні проблеми технічних і електромеханічних систем,

будівельних комплексів та урбаністики – 2019, Міжвузівська науково-практична конференція молодих вчених та студентів, Кривий Ріг, 19 квітня 2019 р. С.20-22

7. **Клименко С. А.** Концепция повышения износостойкости и производительности инструмента, оснащенного ПСТМ на основе КНБ / С. А. Клименко, М. Ю. Копейкина // Процеси механічної обробки в машинобудуванні. – 2009. – Вип. № 6. – С. 119–129.

8. **Кіяновський М. В., Цивінда Н. І.** Виробничі дослідження стійкості інструментальних матеріалів при обробці деталей гірничо-металургійного комплексу // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем: збірник наукових праць. – Краматорськ : ДДМА, 2010. – Вип. 26. – С. 360–366.

9. **Цивінда Н. І.** Оцінка ефективності методів статистичного аналізу для діагностики станів ріжучої кромки пластин з КНБ при обробці високомарганцевих сталей / Н. І. Цивінда // Наукові нотатки. – Луцьк, 2011. – Вип. 32. – С. III Міжнародній науково-практичній конференції «Теоретичні і експериментальні дослідження в технологіях сучасного матеріалознавства та машинобудування» (м. Луцьк, ЛНТУ, 2011)

10. **Цивінда Н.І., Кіяновський М.В., Петров С.О.** Забезпечення розмірної стійкості інструмента при обробці великогабаритних деталей оболонкового типу з твердосплавним покриттям поверхонь підвищеної точності // Сучасні технології в промисловому виробництві. Науково-технічна конференція. Матеріали конференції, м. Суми, 2015р.- С.34-35.

11. **Кіяновський М. В., Цивінда Н. І., Третяк В. В.** Експериментальні дослідження керування стійкістю ріжучої кромки інструментів із ПСТМ/ М.В. // ADDITION FOR PROCEEDINGS XXVIII INTERNATIONAL CONFERENCE «NEW LEADING TECHNOLOGIES IN MACHINE BUILDING» Научное издание. Труды Двадцать восьмой международной конференции «Новые технологии в машиностроении» KOBLEVO – KHARKOV, UKRAINE SEPTEMBER 2 – 8 2018 COLLECTION OF THE SCIENTIFIC PAPERS, KOBLEVO – KHARKOV, 2018– С.8-10.

Рукопис подано до редакції 05.04.2021

УДК 629.083:656.13

В.І. ПАХОМОВ, канд. техн. наук, доц., І.В. ГІРІН, ст. викл.,
В.Ю. ТИЩЕНКО, наук. співроб., О.А. ЖАЛДАЧЕНКО, студ.
Криворізький національний університет

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАР'ЄРНИХ АВТОСАМОСКИДІВ

Мета. Основною метою роботи є встановлення закономірностей, що пов'язують гірничотехнічні умови експлуатації кар'єрних автосамоскидів з організаційними заходами їх використання для обґрунтування методів управління їх ресурсом в екстремальних умовах ведення гірських робіт, що дозволить підвищити ефективність транспортних систем в процесі розвитку кар'єра.

Методи дослідження. У роботі використовувався комплексний метод досліджень, що включає аналіз і наукове узагальнення науково-технічної інформації. Застосовані програмно-цільовий метод, логічний і математичні методи, на яких базувалася методологія теоретичних досліджень роботи. На підставі аналізу досліджень розглянута ефективність використання нових технічних рішень, спрямованих на підвищення продуктивності кар'єрного автомобільного транспорту. Також застосовується ряд приватних методів: структурно-статистичний і програмно-цільовий аналіз, гіпотетичний і аксіоматичний методи, а також метод інтерпретації

Наукова новизна. Наукову цінність представляють: - запропонована класифікація умов експлуатації систем кар'єрного автотранспорту по комплексному критерію, заснована на структурному взаємозв'язку науково-технічних рішень щодо забезпечення ефективності системи кар'єрного автотранспорту глибоких кар'єрів; - методичні засади оцінки і формування якості кар'єрних самоскидів, а також вибору оптимальної моделі для конкретних гірничотехнічних умов експлуатації; - встановлені кількісні значення і закони розподілу показників надійності автосамоскидів, використання яких в методиці розрахунку продуктивності вантажно-транспортних комплексів дозволяє обґрунтовано визначати необхідну кількість обладнання і ймовірність виконання виробничої програми кар'єра при оперативному плануванні.

Практична значимість роботи полягає в тому, що розроблена методика збору та обробки інформації, що дозволяє враховувати працездатність кар'єрного автотранспорту в заданих гірничотехнічних умовах з урахуванням схеми розстановки і типу автомобілів-самоскидів. На підставі методики структурно-статистичного аналізу виявлено деталі і вузли, що лімітують надійність кар'єрних автосамоскидів.

Результати: розроблені алгоритмічне забезпечення та методика оптимізації ефективності експлуатації великовантажних автосамоскидів і якості організації транспортного процесу, впровадження яких в умовах ПрАТ «Північний ГЗК» дозволять скоротити до мінімуму втрати робочого часу на виконання допоміжних операцій і зменшити в 1,2 рази загальне число постів ТО і ТР, а також збільшити коефіцієнт використання календарного фонду часу на 14-17%.

Ключові слова: великовантажні автосамоскиди, організація допоміжних робіт, внутрішньокар'єрний пункт.

doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-52-58-64