

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ
КАФЕДРА «КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ,
ІНСТРУМЕНТ І ТЕХНОЛОГІЇ»

КРАВЧЕНКО АНАТОЛІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ

УДК 621.91

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ
ТОКАРНОЇ ОБРОБКИ НА ВАЖКИХ ВЕРСТАТАХ**

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

АВТОРЕФЕРАТ
магістерської роботи

Краматорськ – 2017

Робота виконана на кафедрі «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології» Донбаської державної машинобудівної академії Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Калініченко Володимир Васильович,
Донбаська державна машинобудівна академія,
доцент кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи,
інструмент і технології».

Захист магістерської роботи відбудеться 4 січня 2018 року о 9⁰⁰ годині на засіданні Державної екзаменаційної комісії Донбаської державної машинобудівної академії Міністерства освіти і науки України за адресою: 84313, Донецька обл., м. Краматорськ, бульв. Машинобудівників, 34, ауд. 3308.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Важливою проблемою вітчизняного машинобудування є ефективне використання енергетичних ресурсів у виробництві. Машинобудівному комплексу України притаманний високий рівень енерговитрат на одиницю продукції, що набагато перевищує рівень енерговитрат на одиницю продукції у провідних промислово розвинених країнах світу. Вказаний фактор справляє негативний вплив на конкурентоздатність продукції вітчизняного машинобудування, особливо з урахуванням тенденції неухильного зростання питомої частки вартості енерговитрат у загальній собівартості продукції, обумовленої постійним зростанням цін на електроенергію. Тому стратегічним напрямом забезпечення високої конкурентоздатності продукції машинобудівних підприємств України є підвищення енергоефективності процесів механічної обробки деталей, у структурі яких значну частку складають процеси токарної обробки. Особливого значення проблема підвищення енергоефективності токарної обробки деталей набуває для високоенергомісткого важкого машинобудування.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, виконані в магістерській роботі, пов'язані з тематикою держбюджетної науково-дослідної роботи кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструмент і технології» Донбаської державної машинобудівної академії Дк 01–2014 «Підвищення надійності та продуктивності комп'ютеризованих мехатронних верстатострументальних систем важкого машинобудування» (реєстраційний номер 0114U002757).

Мета та задачі дослідження. Мета дослідження – дослідження впливу умов процесу різання на енергоефективність токарної обробки на важких верстатах з метою розробки практичних рекомендацій з забезпечення енергоефективної обробки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1 Обґрунтувати вибір показників енергоефективності для оцінки раціонального використання енергії у зоні різання при токарній обробці деталей на важких верстатах та отримати розрахункові моделі для їхнього визначення.

2 Провести дослідження впливу умов процесу різання на показники енергоефективності токарної обробки на важких верстатах.

3 На основі результатів проведених досліджень сформулювати практичні рекомендації з забезпечення енергоефективності токарної обробки валків прокатних станів з великими діаметрами бочки на важких верстатах.

4 Визначити показники економічної ефективності запропонованих рішень з забезпечення енергоефективності токарної обробки деталей на важких верстатах.

5 Обґрунтувати необхідні заходи з охорони праці та захисту від надзвичайних ситуацій при токарній обробці деталей на важких верстатах.

Об'єкт дослідження – процес токарної обробки деталей на важких верстатах.

Предмет дослідження – енергоефективність процесу токарної обробки деталей на важких верстатах.

Методи дослідження. Методика виконання роботи базувалась на фундаментальних наукових положеннях теорії різання матеріалів, зокрема теорії енергетичних процесів у зоні різання. При дослідженні впливу умов процесу різання на показники енергоефективності токарної обробки на важких верстатах використовувались розрахункові моделі. Економічна частина роботи та розділ «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях» виконувались за стандартними методиками.

Наукова новизна отриманих результатів.

1 Отримані результати дослідження впливу подачі та швидкості різання на питому енергомідкість різання та коефіцієнт корисної дії процесу різання при чорновій та напівчистовій токарній обробці бочки прокатного валка зі сталі 50ХН, на підставі яких узагальнено систему факторів забезпечення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах.

2 Отримані результати дослідження питомої енергомідкості різання та енергетичного коефіцієнта корисної дії процесу різання при чорновому точінні сталі 50ХН за схемою електромеханічної обробки (ЕМО); встановлено, що точіння за схемою ЕМО забезпечує зниження питомої енергомідкості різання оброблюваної сталі за рахунок полегшення умов пластичного деформування сталі при нагріванні матеріалу заготовки, обумовленому проходженням електричного струму високої сили при низькій електричній напрузі.

Практична цінність.

1 Отримані розрахункові моделі залежностей питомої енергомідкості різання та енергетичного коефіцієнта корисної дії процесу різання при чорновій та напівчистовій токарній обробці циліндричної поверхні бочки валка прокатного стану $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН, в тому числі при чорновому точінні за схемою електромеханічної обробки.

2 Визначені енергоефективні режими різання для чоргової та напівчистової токарної обробки бочки валка прокатного стану $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН.

3 Запропоновано використання точіння за схемою електромеханічної обробки для підвищення енергоефективності процесів чоргової токарної обробки на важких верстатах.

4 Сформовано комплекс практичних рекомендацій з забезпечення енергоефективної чоргової та напівчистової токарної обробки валків прокатних станів з великими діаметрами бочки на важких верстатах.

Достовірність отриманих результатів забезпечується точністю постановки задач, використанням відомих та загальноприйнятих методик досліджень.

Особистий внесок здобувача полягає у проведенні аналізу проблеми енергоефективності токарної обробки на важких верстатах, участі у проведенні всіх етапів досліджень, формулюванні за результатами досліджень комплексу практичних рекомендацій з енергоефективної токарної обробки на важких

верстатах. Формулювання мети та задач дослідження, загальних висновків за результатами роботи здійснювалось спільно з керівником магістерської роботи. Внесок автора до друкованих наукових праць, виконаних у співавторстві, полягає у безпосередній участі у всіх стадіях підготовки публікацій, включаючи постановку задач, виконання досліджень, формулювання висновків за результатами досліджень та оформлення тексту праць.

Апробація результатів роботи. Наукові положення роботи доповідались на міжнародній науково-технічній internet-конференції студентів і молодих вчених «Молода наука. Прогресивні технологічні процеси, технологічне оснащення машинобудування» (квітень 2017 р., м. Краматорськ). За результатами досліджень підготовлені до публікації та опубліковані 2 наукові роботи, в тому числі 1 стаття у науковому виданні Донбаської державної машинобудівної академії та 1 стаття у збірнику наукових праць міжнародної науково-технічної internet-конференції.

Публікації. За результатами магістерської роботи опубліковано 2 наукові роботи, в тому числі 1 стаття у науковому виданні Донбаської державної машинобудівної академії та 1 стаття у збірнику матеріалів міжнародної науково-технічної internet-конференції студентів і молодих вчених:

1 Калініченко, В. В. Перспективні напрями забезпечення енергоефективності токарної обробки у важкому машинобудуванні / В. В. Калініченко, А. О. Кравченко // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. Краматорськ, 2017. – Вип. 40. – С. 319–323.

2 Кравченко, А. О. Аналіз можливостей використання енергетичних критеріїв при оптимізації процесів токарної обробки деталей важкого машинобудування / А. О. Кравченко // Молода наука. Прогресивні технологічні процеси, технологічне оснащення машинобудування : збірник наукових праць міжнародної науково-технічної internet-конференції студентів і молодих вчених / за загальн. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук, проф. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – С. 62–64.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків та переліку посилань (75 найменувань). Текст роботи містить 24 рисунки та 21 таблицю. Загальний обсяг роботи складає 136 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми магістерської роботи, визначено мету, задачі, об'єкт, предмет та методи дослідження, наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів, наведено інформацію про апробацію результатів роботи, публікації за темою роботи, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** магістерської роботи наведено комплексний аналіз проблеми енергоефективності механічної обробки деталей, зокрема токарної обробки на важких верстатах.

Машинобудівному комплексу України в силу історичних особливостей розвитку притаманний високий рівень енерговитрат на одиницю продукції, що набагато перевищує рівень енерговитрат на одиницю продукції у провідних індустріально розвинених країнах світу. Питома вага вартості енерговитрат в загальній собівартості продукції машинобудування країн пострадянського простору становить 15–25 % і неухильно збільшується внаслідок постійного зростання цін на електроенергію. Вказаний фактор справляє негативний вплив на конкурентоздатність машинобудівної продукції. Тому стратегічним напрямом підвищення конкурентоздатності продукції вітчизняного машинобудування є підвищення енергоефективності технологічних процесів, в першу чергу процесів механічної обробки деталей. Особливої актуальності проблема забезпечення енергоефективності механічної обробки деталей набуває у високоенергомісткому важкому машинобудуванні.

Проблема забезпечення енергоефективності механічної обробки деталей та можливі шляхи її вирішення розглядались у роботах В. К. Старкова, С. С. Сіліна, Ж. А. Мрочка, В. М. Адаменка, А. В. Карпова, В. С. Гусарева, Д. Ю. Федориненка та інших вчених. Ціла низка робіт з цієї проблеми опублікована і у далекому зарубіжжі. Запропоновані в наукових публікаціях шляхи забезпечення енергоефективності механічної обробки деталей базуються як на виборі енергоефективних умов обробки, так і на проектуванні та використанні енергоефективного верстатного обладнання. У більшості з проаналізованих робіт проблема забезпечення енергоефективності механічної обробки розглядається з точки зору забезпечення енергоефективних умов та параметрів процесу різання. При цьому пропонується використовувати оптимізаційні моделі процесу різання, що базуються на використанні критеріїв оптимізації, пов'язаних з величиною енерговитрат при різанні, в тому числі питомих (питома енергомісткість різання, енергетичний коефіцієнт корисної дії процесу різання тощо).

Важке машинобудування, будучи основою машинобудівного комплексу України, забезпечує значну частку внутрішнього валового продукту держави та надходжень від експорту, тому підвищення ефективності технологічних процесів важкого машинобудування, і, в першу чергу, механічної обробки на важких верстатах є вкрай актуальною науково-практичною проблемою машинобудівної галузі. У структурі продукції підприємств вітчизняного важкого машинобудування значну питому частку складають деталі-тіла обертання (валки прокатних станів, ротори енергетичних установок тощо), обробка яких здійснюється на важких токарних верстатах.

Токарна обробка деталей на важких верстатах характеризується низкою особливостей, що зумовлюють високий рівень енерговитрат при різанні. Разом з тим, важкі токарні верстати відрізняються надзвичайно високою вартістю як самих верстатів, так і верстато-години роботи обладнання. Дуже дороге верстатне обладнання приносить економічний ефект тільки за умов

раціонального використання, що передбачає необхідність забезпечення високих показників енергоефективності обробки на таких верстатах.

До напрямів підвищення енергоефективності механічної обробки деталей на важких токарних верстатах належать: зниження витрат енергії на перебіг фізичних процесів у зоні різання; зниження втрат енергії у механічній частині приводу головного руху (ПГР) верстата; зниження втрат енергії у електричній частині ПГР верстата. Зниження втрат енергії у електричній та механічній частинах ПГР важких верстатів реалізується шляхом розробки нових або суттєвої модернізації наявних ПГР верстатів, що вимагає значних капітальних вкладень, не завжди забезпечуючи їхньої швидкої окупності.

Разом з тим, в ПГР сучасних важких токарних верстатів вже передбачені технічні рішення, які забезпечують високу ефективність перетворення електричної енергії на механічну та передачі механічної енергії від вихідного валу електродвигуна до шпинделю верстату. Тому найбільш перспективним напрямом підвищення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах є зниження витрат енергії на перебіг фізичних процесів у зоні різання за рахунок використання енергоефективних умов та параметрів процесу обробки.

Зниження витрат енергії на перебіг фізичних процесів у зоні різання при токарній обробці на важких верстатах може бути забезпечене за рахунок вибору раціональних геометричних параметрів різця, марки твердого сплаву, використання твердих сплавів зі зносостійким покриттям; оптимізації режимів різання за критеріями, пов'язаними з величиною енерговитрат при різанні; полегшення умов деформації оброблюваного матеріалу при введенні до матеріалу заготовки додаткової енергії.

За результатами проведеного аналізу проблеми енергоефективності токарної обробки на важких верстатах сформульовані мета та задачі досліджень.

У **другому розділі** магістерської роботи наведено методику досліджень.

Великі витрати матеріальних ресурсів та часу при експериментальних дослідженнях токарної обробки на важких верстатах обумовили максимально широке використання при визначенні показників енергоефективності обробки апріорної інформації у вигляді наявних математичних моделей.

Дослідження енергоефективності токарної обробки на важких верстатах здійснювалось на прикладі поздовжнього обточування циліндричної поверхні бочки валка прокатного стану $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН при чорновій та напівчистовій обробці. Приймалося, що обробка виконується на токарному верстаті з найбільшим діаметром встановлюваного виробу над станиною $D_c = 2000$ мм, що відповідає технічній характеристиці верстата 1А670; регулювання частоти обертання шпинделю та подачі різця приймались безступінчастими. У якості різальних інструментів приймались: різець токарний збірний з механічним кріпленням різальної пластини підвищеної міцності з Г-подібним уступом під прихоплювач з твердого сплаву Т5К10 з довжиною головної різальної кромки $l = 40$ мм та головним кутом у плані

$\varphi = 75^\circ$ (при чорновій обробці) та різець з механічним кріпленням гвинтом квадратної різальної пластини SCMT 380932-ХМ з головним кутом у плані $\varphi = 75^\circ$ з твердого сплаву GC 4325 зі зносостійким покриттям (для напівчистої обробки). Режими чорнкової токарної обробки: глибина різання $t = 15$ мм; подача різця $S = 1,3-1,65$ мм/об; швидкість різання $v = 40-60$ м/хв. Режими напівчистої токарної обробки: $t = 5$ мм; $S = 0,3-0,5$ мм/об; $v = 140-170$ м/хв.

В якості технологічного методу, що забезпечує підвищення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах за рахунок полегшення деформування оброблюваного матеріалу при різанні, і відповідно, зниження силового навантаження у зоні різання, у роботі запропоновано точіння за схемою електромеханічної обробки (ЕМО). Режими ЕМО: сила електричного струму $I = 100-200$ А, електрична напруга $U = 6-12$ В.

У якості показників енергоефективності токарної обробки на важких верстатах використовувались питома енергомісткість різання та енергетичний коефіцієнт корисної дії процесу різання з наступним встановленням залежностей цих показників від подачі різця та швидкості різання у досліджуваному діапазоні режимів різання. Визначення перерахованих показників енергоефективності токарної обробки здійснювалось за допомогою розрахункових моделей.

У **третьому розділі** магістерської роботи наведено результати дослідження енергоефективності процесу токарної обробки на важких верстатах.

У роботі отримані розрахункові моделі залежностей питомої енергомісткості e різання та енергетичного коефіцієнта K корисної дії процесу різання від подачі S різця та швидкості різання v для чорнкової та напівчистої токарної обробки циліндричної поверхні бочки валка прокатного стану $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН:

– для чорнкової токарної обробки:

$$e = \frac{8,89}{S^{0,25} \cdot v^{0,15}}; \quad K = 0,192 \cdot S^{0,25} \cdot v^{0,15};$$

– для напівчистої токарної обробки твердосплавним інструментом з покриттям та для чорнкової токарної обробки за схемою ЕМО з $I = 100$ А та $U = 12$ В:

$$e = \frac{7,55}{S^{0,25} \cdot v^{0,15}}; \quad K = 0,226 \cdot S^{0,25} \cdot v^{0,15};$$

– для чорнкової токарної обробки за схемою ЕМО з $I = 200$ А та $U = 6$ В:

$$e = \frac{6,66}{S^{0,25} \cdot v^{0,15}}; \quad K = 0,256 \cdot S^{0,25} \cdot v^{0,15};$$

Отримані за розрахунковими моделями залежності наведені на рисунках 1–8. Залежності $e = f(S)$ та $e = f(v)$ мають монотонно спадаючий характер, залежності $K = f(S)$ та $K = f(v)$ – монотонно зростаючий характер у всьому досліджуваному діапазоні режимів різання. У всіх досліджуваних

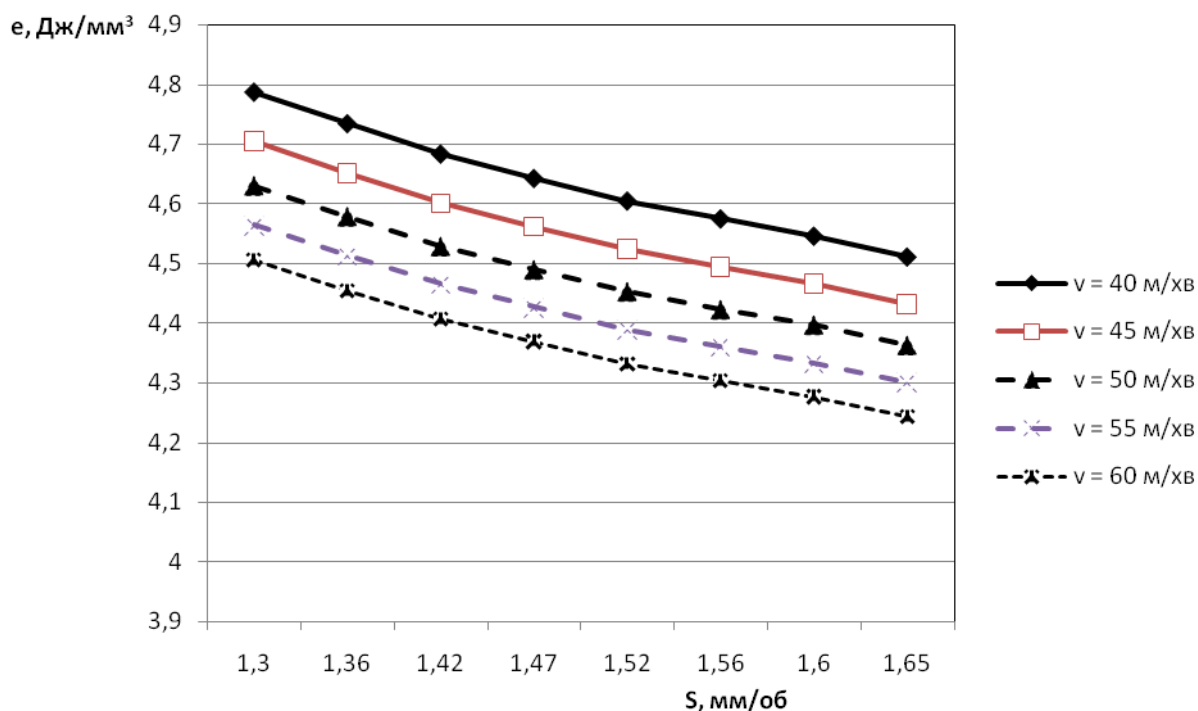


Рисунок 1 – Залежність питомої енергомості e різання від подачі S при чорновому обточуванні бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 15$ мм, $S = 1,3\text{--}1,65$ мм/об; $v = 40\text{--}60$ м/хв)

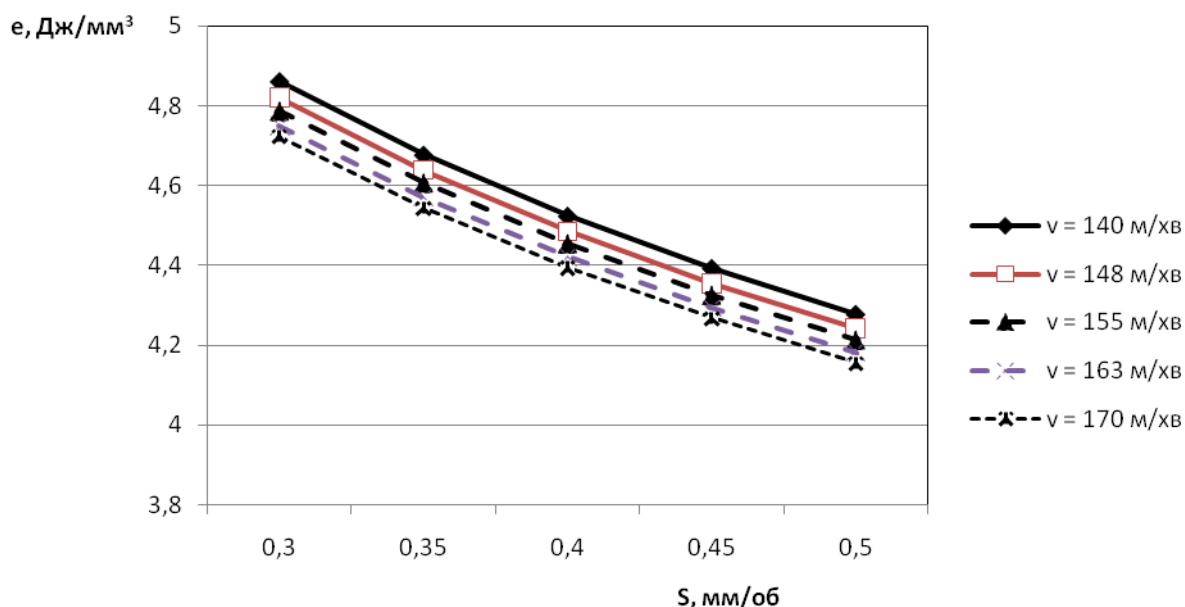


Рисунок 2 – Залежність питомої енергомості e різання від подачі S при напівчистовому обточуванні бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 5$ мм, $S = 0,3\text{--}0,5$ мм/об; $v = 140\text{--}170$ м/хв)

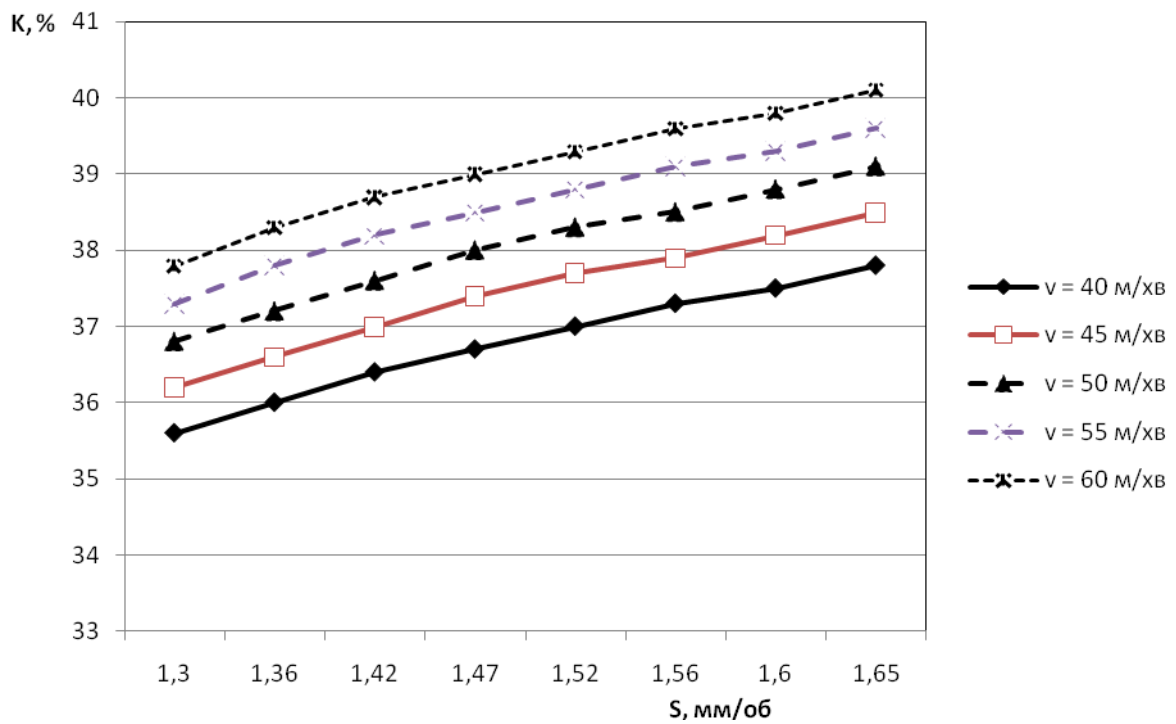


Рисунок 3 – Залежність енергетичного коефіцієнта K корисної дії процесу різання від подачі S при чорновому обточуванні бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 15$ мм, $S = 1,3\text{--}1,65$ мм/об; $v = 40\text{--}60$ м/хв)

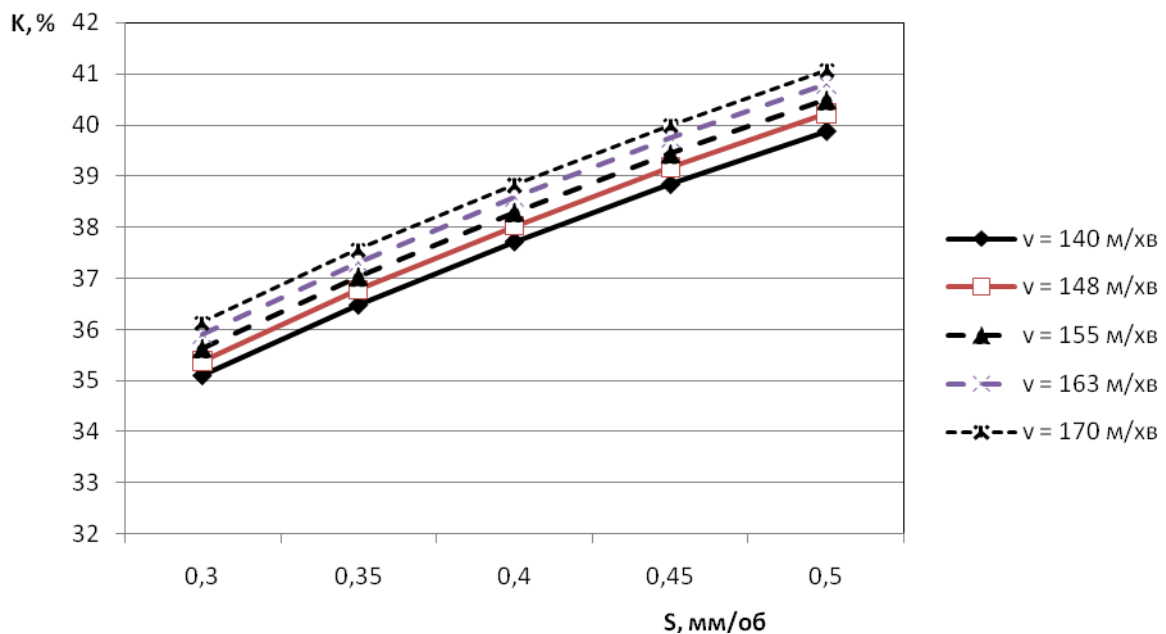


Рисунок 4 – Залежність енергетичного коефіцієнта K корисної дії процесу різання від подачі S при напівчистовому обточуванні бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 5$ мм, $S = 0,3\text{--}0,5$ мм/об; $v = 140\text{--}170$ м/хв)

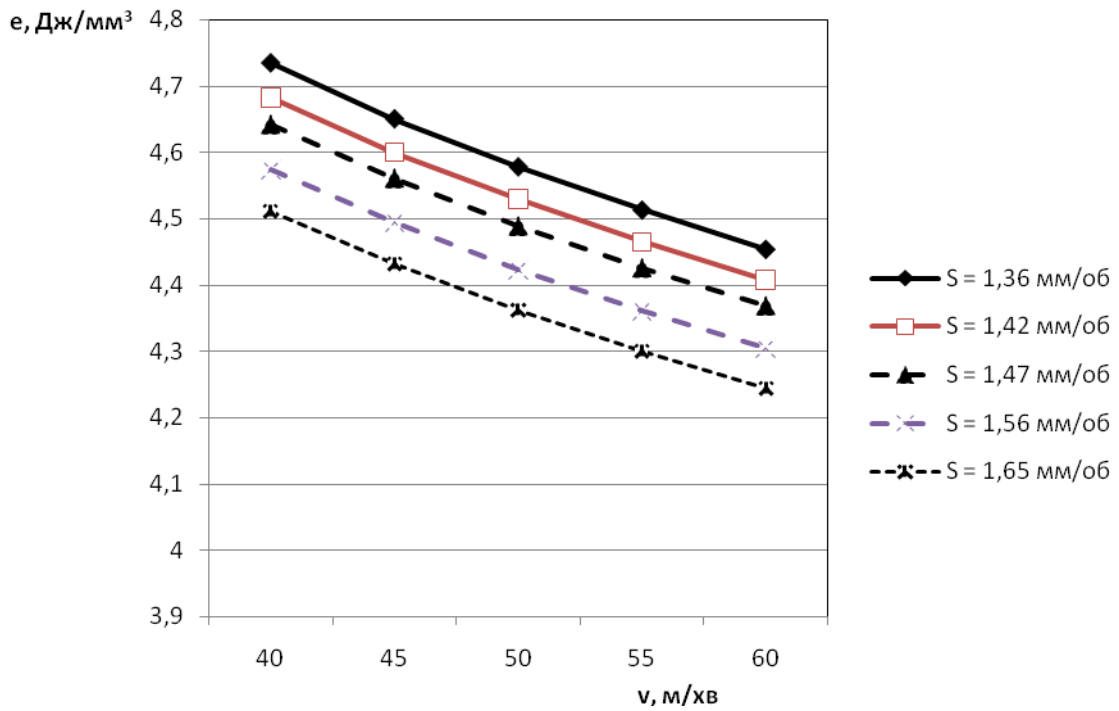


Рисунок 5 – Залежність питомої енергомосткості e різання від швидкості різання v при чорновому обточуванні бочки прокатного валка $\text{Ø} 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 15$ мм, $S = 1,36\text{--}1,65$ мм/об; $v = 40\text{--}60$ м/хв)

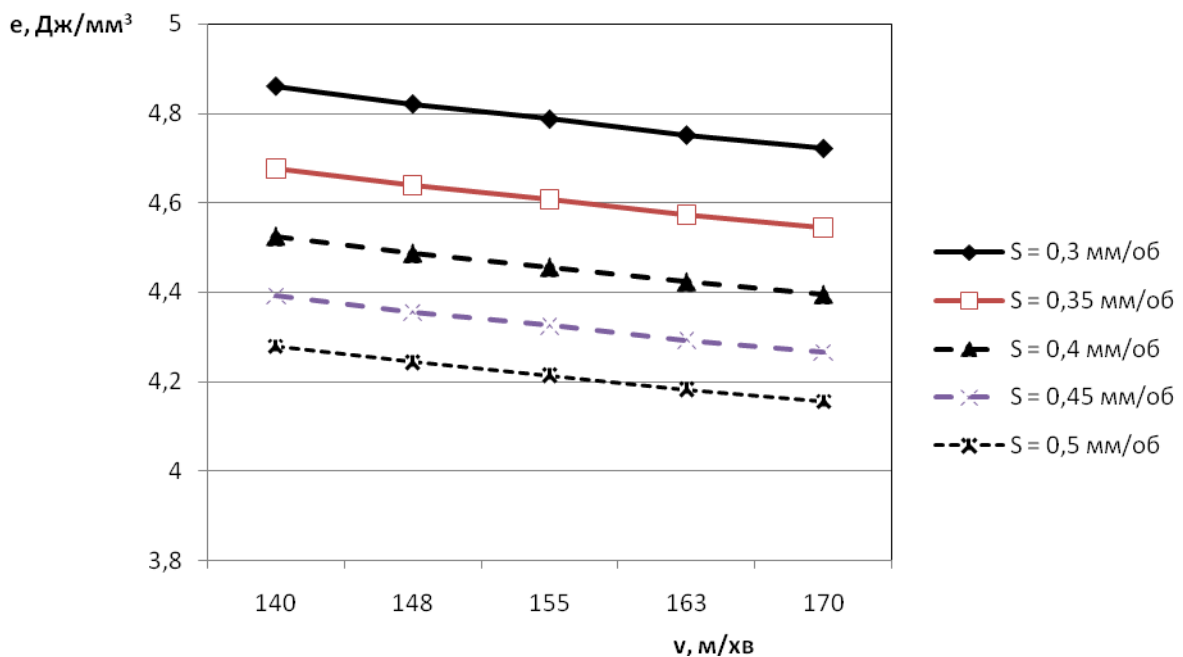


Рисунок 6 – Залежність питомої енергомосткості e різання від швидкості різання v при напівчистовому обточуванні бочки прокатного валка $\text{Ø} 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 5$ мм, $S = 0,3\text{--}0,5$ мм/об; $v = 140\text{--}170$ м/хв)

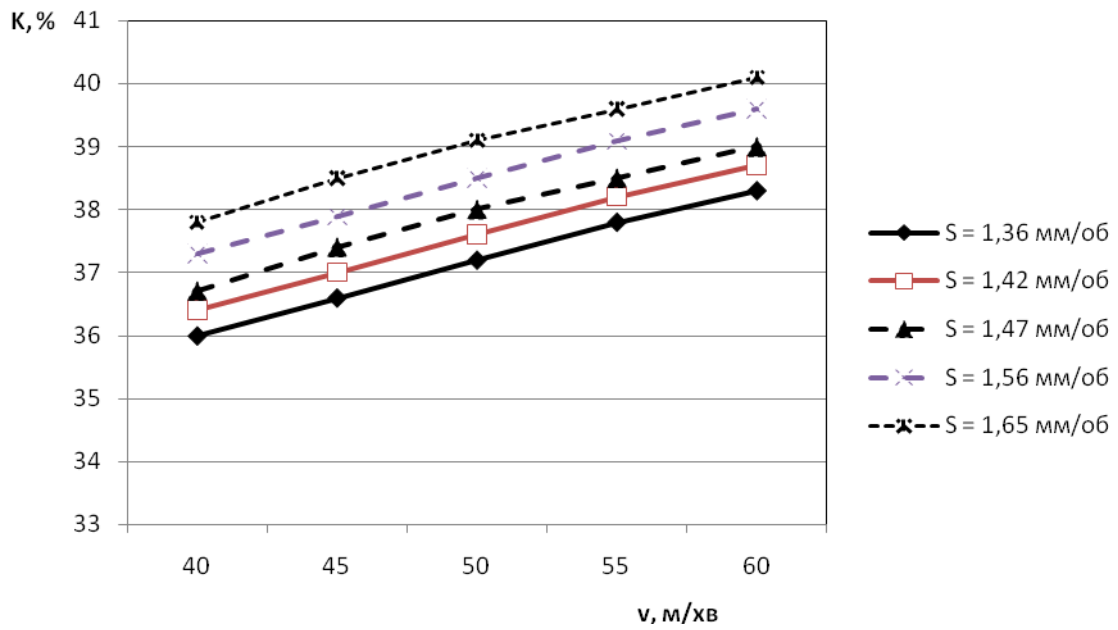


Рисунок 7 – Залежність енергетичного коефіцієнта K корисної дії процесу різання від швидкості різання v при чорновому обточуванні бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 15$ мм, $S = 1,36\text{--}1,65$ мм/об; $v = 40\text{--}60$ м/хв)

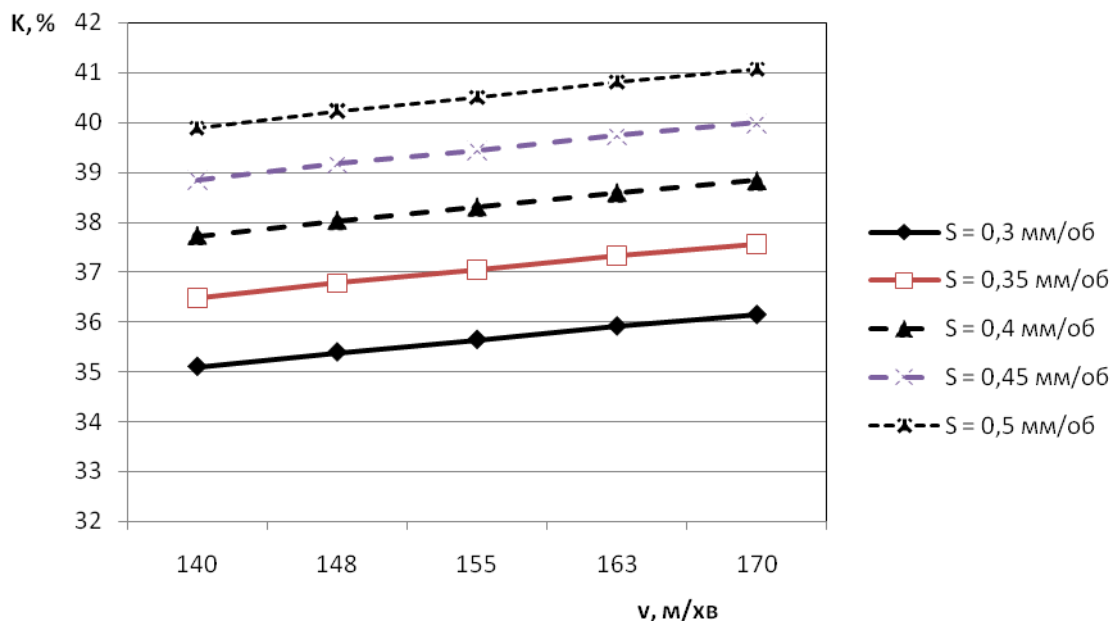


Рисунок 8 – Залежність енергетичного коефіцієнта K корисної дії процесу різання від швидкості різання v при напівчистовому обточуванні бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 5$ мм, $S = 0,3\text{--}0,5$ мм/об; $v = 140\text{--}170$ м/хв)

варіантах обробки подача справляє більший вплив на параметри енергоефективності процесу обробки, ніж швидкість різання.

Аналіз результатів досліджень впливу режимів різання на параметри енергоефективності обробки дозволив визначити у якості енергоефективних режими різання найвищої продуктивності (тобто режими різання з максимальними подачею та швидкістю різання) або (за умов неможливості підвищення швидкості різання) – режими з максимальною подачею при нормативній швидкості різання. Показники питомої енергомісткості e та продуктивності P_{piz} різання при токарній обробці бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН на нормативних та енергоефективних режимах різання наведені у таблиці 1. Найбільше зниження питомої енергомісткості різання у порівнянні з різанням на нормативних режимах забезпечується при обробці на режимах різання найвищої продуктивності. Використання енергоефективних режимів дозволяє суттєво підвищити продуктивність P_{piz} різання при ефективному використанні енергії у зоні різання. Так, перехід від нормативних режимів до режимів різання найвищої продуктивності забезпечує підвищення P_{piz} при чорновій токарній обробці бочки прокатного валка зі сталі 50ХН на 34,69 %, при напівчистовій обробці – на 43,58 %.

У роботі обґрунтовано використання точіння за схемою ЕМО для забезпечення високих показників енергоефективності чорнкової токарної обробки на важких верстатах. Зменшення питомої енергомісткості різання при точінні за схемою ЕМО базується на зниженні силового навантаження у зоні різання за рахунок полегшення пластичного деформування оброблюваної сталі при електроконтактному нагріванні матеріалу заготовки, обумовленому проходженням електричного струму високої сили при низькій електричній напрузі. Точіння за схемою ЕМО забезпечує суттєве зниження питомої енергомісткості e різання та підвищення енергетичного коефіцієнта K корисної дії процесу різання порівняно з точінням у звичайних умовах у всьому досліджуваному діапазоні режимів різання. Найбільше зниження e відзначалось при точінні за схемою ЕМО з силою електричного струму $I = 200$ А та електричною напругою $U = 6$ В та становило 24,97–25,07 % для різних режимів різання. Показники питомої енергомісткості e різання при чорновій токарній обробці бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН у звичайних умовах та за схемою ЕМО з різними режимами ($I = 100–200$ А; $U = 6–12$ В) на нормативних та енергоефективних режимах різання наведені у таблиці 2. Залежності $e = f(S)$ та $K = f(S)$ при чорновій токарній обробці бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН (з нормативною та максимальною швидкостями різання) у звичайних умовах та за схемою ЕМО наведені на рисунках 9–12.

Перехід від нормативних режимів чорнкової токарної обробки до режимів різання найвищої продуктивності у поєднанні з використанням технологічної схеми ЕМО з $I = 200$ А та $U = 6$ В дозволяє за рахунок раціонального використання енергії у зоні різання та полегшення деформування оброблюваної

Таблиця 1 – Показники питомої енергомості та продуктивності різання при токарній обробці бочки прокатного валка Ø 1300 мм зі сталі 50ХН на нормативних та енергоефективних режимах різання

| Досліджуваний параметр токарної обробки | Значення досліджуваного параметру токарної обробки | | | Зміна величини досліджуваного параметру при переході | |
|--|--|---|---|--|--|
| | при нормативних режимах різання | при режимах різання з максимальною подачею та нормативною швидкістю різання | при режимах різання найвищої продуктивності | від нормативних режимів різання до режимів різання з максимальною подачею та нормативною швидкістю різання | від нормативних режимів різання до режимів різання найвищої продуктивності |
| Чорнова токарна обробка ($t = 15$ мм; $S_{норм} = 1,47$ мм/об; $S_{макс} = 1,65$ мм/об; $v_{норм} = 50$ м/хв; $v_{макс} = 60$ м/хв) | | | | | |
| Питома енергомості e різання, Дж/мм ³ | 4,489 | 4,362 | 4,244 | -2,82 % | -5,46 % |
| Продуктивність $P_{різ}$ різання, 10 ³ ·мм ³ | 1102,5 | 1237,5 | 1485 | +12,24 % | +34,69 % |
| Напівчистова токарна обробка ($t = 5$ мм; $S_{норм} = 0,4$ мм/об; $S_{макс} = 0,5$ мм/об; $v_{норм} = 148$ м/хв; $v_{макс} = 170$ м/хв) | | | | | |
| Питома енергомості e різання, Дж/мм ³ | 4,486 | 4,243 | 4,156 | -5,42 % | -7,34 % |
| Продуктивність $P_{різ}$ різання, 10 ³ ·мм ³ | 296 | 370 | 425 | +25 % | +43,58 % |

12

Таблиця 2 – Показники питомої енергомості e різання при токарній обробці бочки прокатного валка Ø 1300 мм зі сталі 50ХН у звичайних умовах та за схемою ЕМО ($I = 100$ – 200 А; $U = 6$ – 12 В) на нормативних та енергоефективних режимах різання

| Значення питомої енергомості e різання, Дж/мм ³ | | | Зміна величини питомої енергомості e різання при переході | |
|--|---|--|---|--|
| при обробці у звичайних умовах | при обробці за схемою ЕМО з $I = 100$ А; $U = 12$ В | при обробці за схемою ЕМО з $I = 200$ А; $U = 6$ В | від обробки у звичайних умовах до обробки за схемою ЕМО з $I = 100$ А; $U = 12$ В | від обробки у звичайних умовах до обробки за схемою ЕМО з $I = 200$ А; $U = 6$ В |
| Обробка на нормативних режимах різання ($t = 15$ мм; $S_{норм} = 1,47$ мм/об; $v_{норм} = 50$ м/хв) | | | | |
| 4,489 | 3,813 | 3,364 | -15,06 % | -25,06 % |
| Обробка на режимах різання з максимальною подачею та нормативною швидкістю різання ($t = 15$ мм; $S_{макс} = 1,65$ мм/об; $v_{норм} = 50$ м/хв) | | | | |
| 4,362 | 3,71 | 3,273 | -14,95 % | -24,97 % |
| Обробка на режимах різання найвищої продуктивності ($t = 15$ мм; $S_{макс} = 1,65$ мм/об; $v_{макс} = 60$ м/хв) | | | | |
| 4,244 | 3,605 | 3,18 | -15,05 % | -25,07 % |

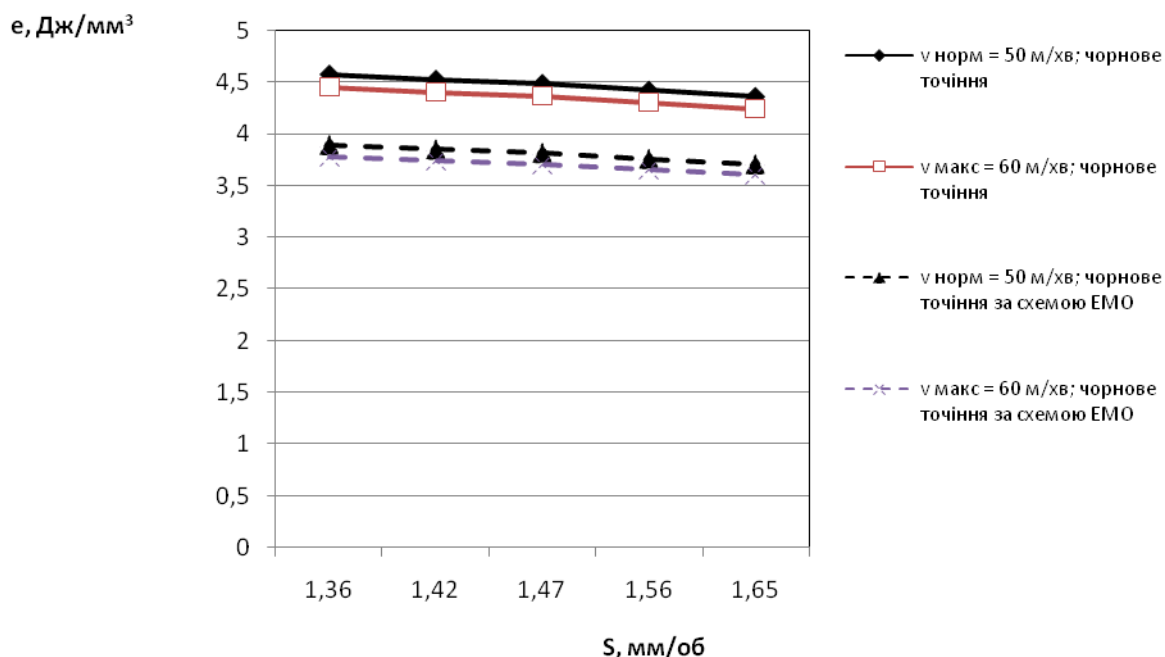


Рисунок 9 – Залежність питомої енергомiсткостi e рiзання вiд подачi S при чорновому обточуваннi бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зi сталi 50ХН ($t = 15$ мм, $S = 1,36$ – $1,65$ мм/об) у звичайних умовах та за схемою ЕМО ($I = 100$ А, $U = 12$ В)

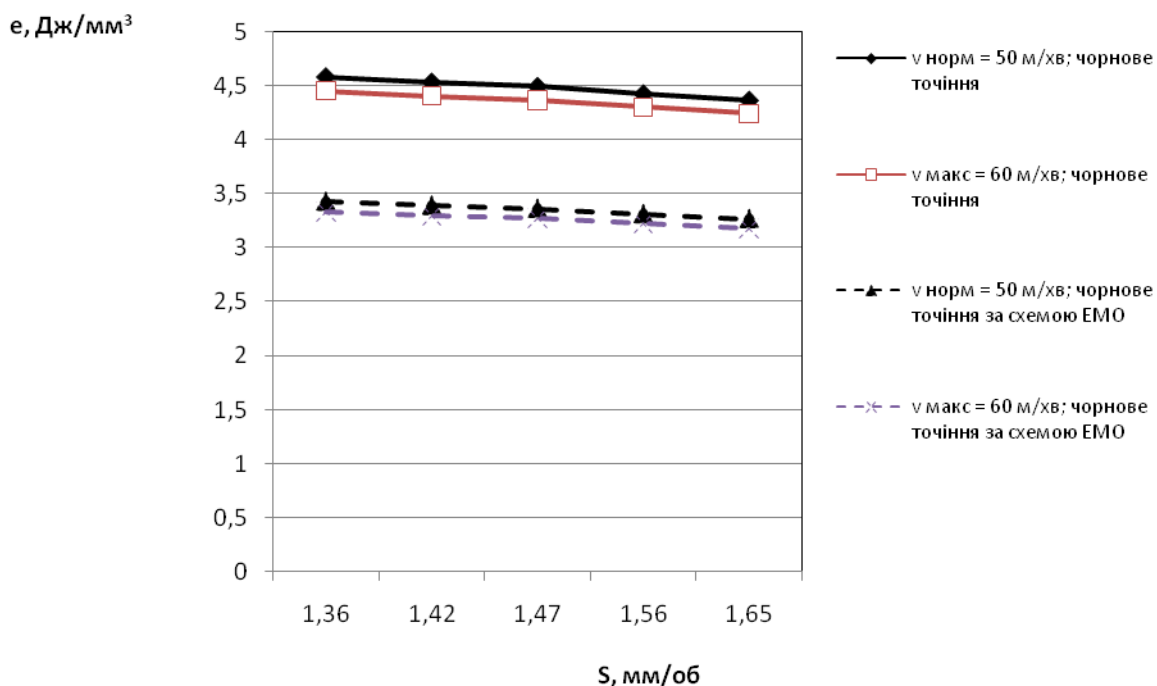


Рисунок 10 – Залежність питомої енергомiсткостi e рiзання вiд подачi S при чорновому обточуваннi бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зi сталi 50ХН ($t = 15$ мм, $S = 1,36$ – $1,65$ мм/об) у звичайних умовах та за схемою ЕМО ($I = 200$ А, $U = 6$ В)

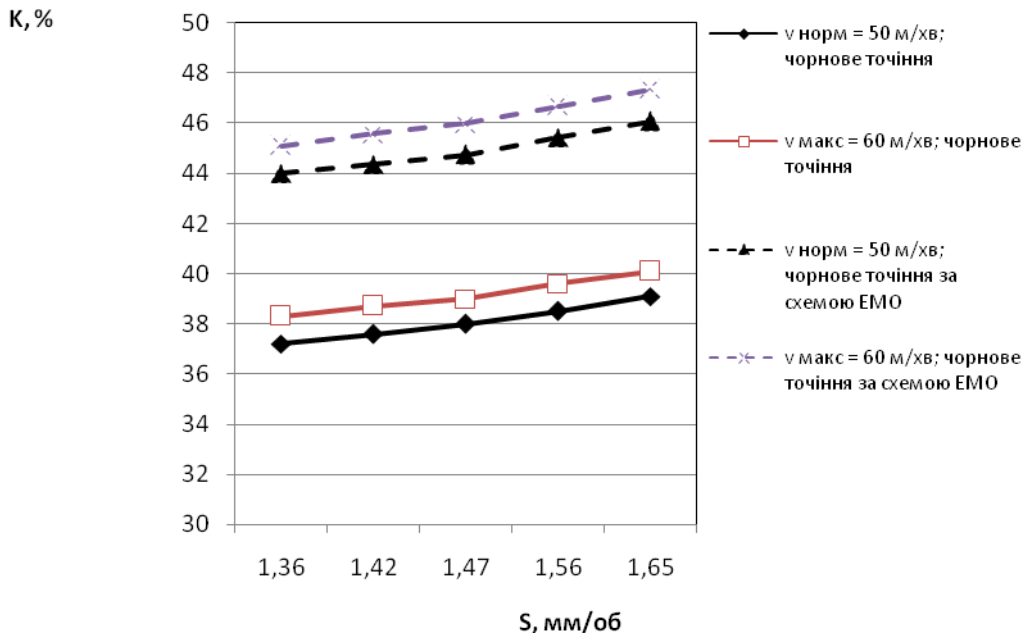


Рисунок 11 – Залежність енергетичного коефіцієнта K корисної дії процесу різання від подачі S при чорновому обточуванні бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 15$ мм, $S = 1,36\text{--}1,65$ мм/об) у звичайних умовах та за схемою ЕМО ($I = 100$ А, $U = 12$ В)

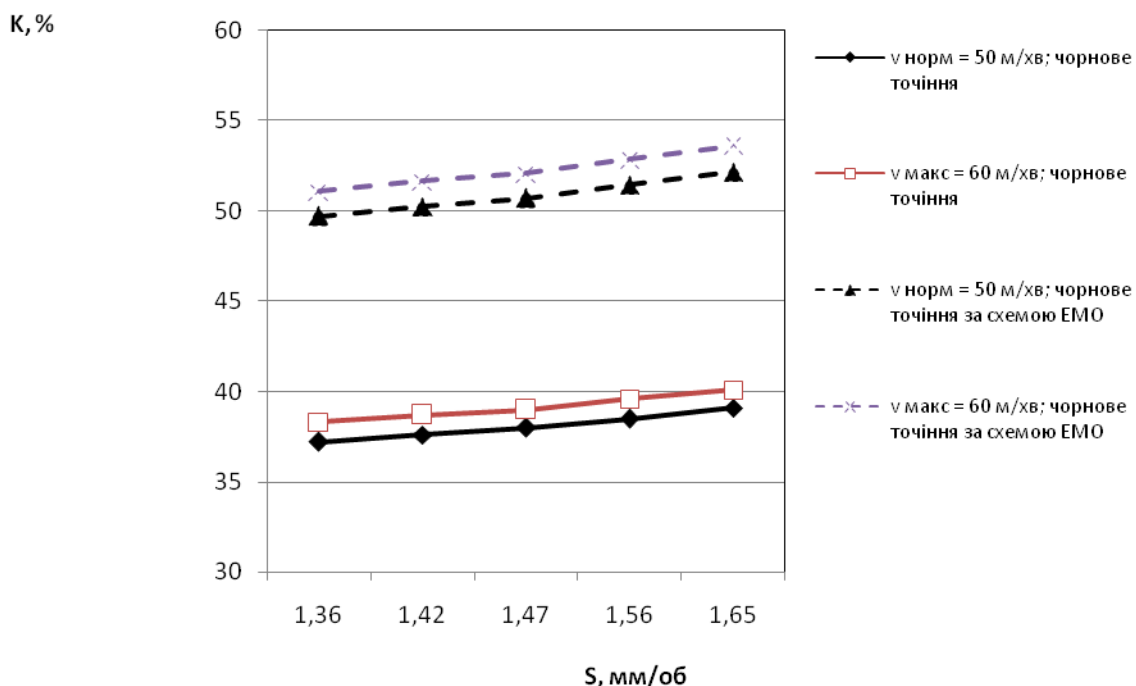


Рисунок 12 – Залежність енергетичного коефіцієнта K корисної дії процесу різання від подачі S при чорновому обточуванні бочки прокатного валка $\varnothing 1300$ мм зі сталі 50ХН ($t = 15$ мм, $S = 1,36\text{--}1,65$ мм/об) у звичайних умовах та за схемою ЕМО ($I = 200$ А, $U = 6$ В)

сталі при електроконтактному нагріванні підвищити енергетичний коефіцієнт корисної дії процесу різання з 37,4 % до 53,62 %, тобто у 1,43 рази. Значення енергетичного коефіцієнта K корисної дії при різних досліджуваних варіантах токарної обробки наведені у таблиці 3.

Таблиця 3 – Значення енергетичного коефіцієнта K корисної дії при різних досліджуваних варіантах токарної обробки

| Нормативні режими різання | Режими різання з максимальною подачею та нормативною швидкістю різання | Режими різання найвищої продуктивності |
|---|--|--|
| Чорнова токарна обробка ($t = 15$ мм; $S_{норм} = 1,47$ мм/об; $S_{макс} = 1,65$ мм/об; $v_{норм} = 50$ м/хв; $v_{макс} = 60$ м/хв) | | |
| 37,4 % | 39 % | 40,1 % |
| Чорнова токарна обробка за схемою ЕМО ($t = 15$ мм; $S_{норм} = 1,47$ мм/об; $S_{макс} = 1,65$ мм/об; $v_{норм} = 50$ м/хв; $v_{макс} = 60$ м/хв; $I = 100$ А; $U = 12$ В) | | |
| 44,75 % | 45,99 % | 47,34 % |
| Чорнова токарна обробка за схемою ЕМО ($t = 15$ мм; $S_{норм} = 1,47$ мм/об; $S_{макс} = 1,65$ мм/об; $v_{норм} = 50$ м/хв; $v_{макс} = 60$ м/хв; $I = 200$ А; $U = 6$ В) | | |
| 50,69 % | 52,09 % | 53,62 % |
| Напівчистова токарна обробка ($t = 5$ мм; $S_{норм} = 0,4$ мм/об; $S_{макс} = 0,5$ мм/об; $v_{норм} = 148$ м/хв; $v_{макс} = 170$ м/хв) | | |
| 38,03 % | 38,83 % | 41,06 % |

На основі аналізу особливостей токарної обробки на важких верстатах та результатів проведених досліджень узагальнено систему факторів забезпечення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах (рисунок 13). Енергоефективні керовані та вхідні параметри процесу різання мають забезпечувати мінімальні значення питомої енергомісткості різання та максимальні значення енергетичного коефіцієнта корисної дії процесу різання при дотриманні системи обмежень технологічного та техніко-економічного характеру, обумовлених вимогами до надійності різального інструменту та іншими особливостями обробки. Енергоефективна токарна робота на важких верстатах передбачає використання високопродуктивного та надійного різального інструменту, в тому числі зі зносостійким покриттям, та технологічних способів, що передбачають введення до матеріалу заготовки додаткової енергії з метою полегшення його пластичного деформування.

У **четвертому розділі** висвітлені практичні питання забезпечення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах.

За результатами проведених досліджень запропоновано комплекс практичних рекомендацій з забезпечення енергоефективності чорнкової та напівчистої токарної обробки валків прокатних станів з великими діаметрами бочки на важких верстатах. Обробка циліндричних поверхонь бочок прокатних валків $\varnothing 1250$ мм та більших діаметрів має здійснюватись

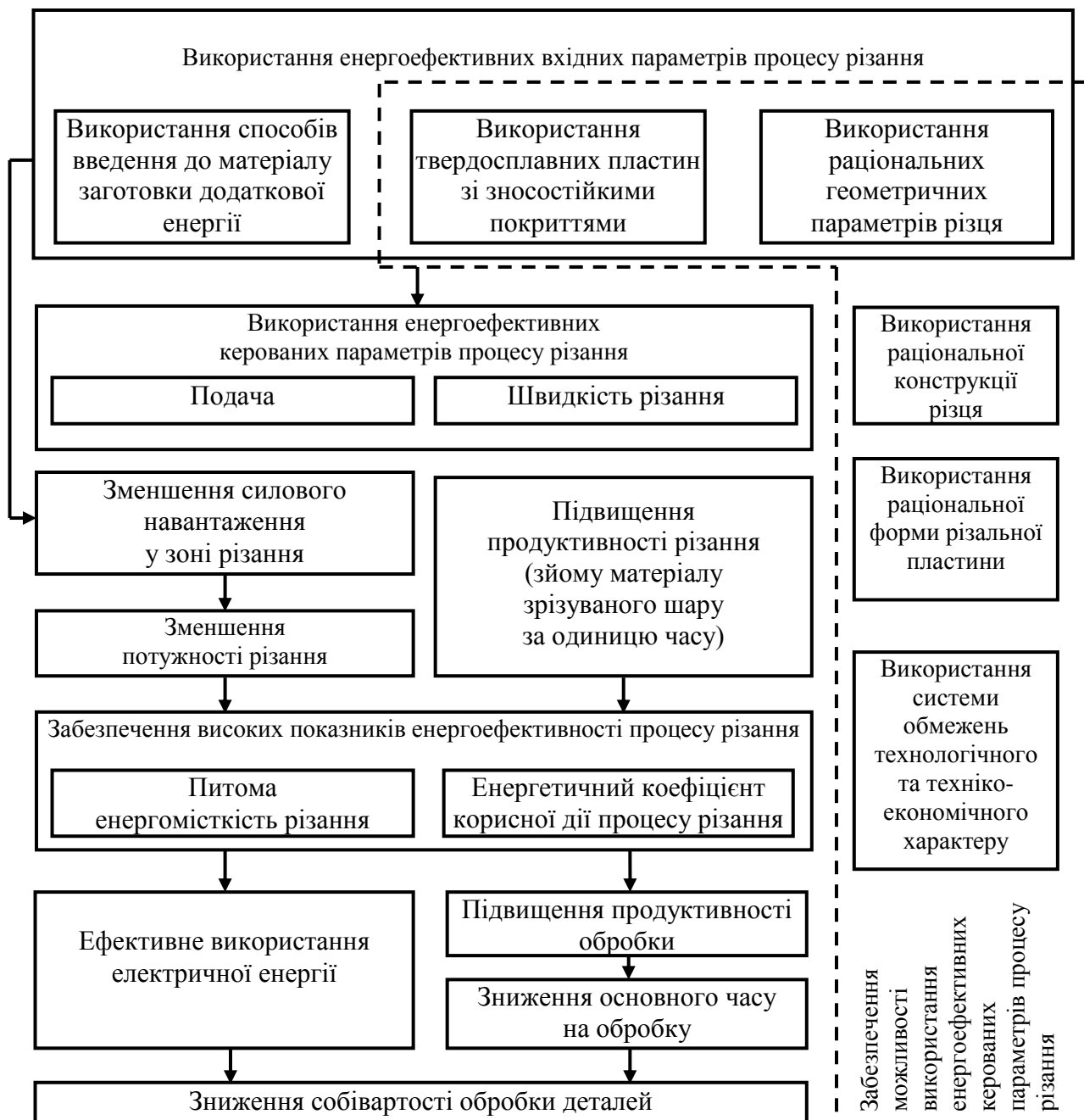


Рисунок 13 – Система факторів забезпечення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах

на токарному верстаті мод. 1A670 або на важкому токарному верстаті його модельного ряду (найбільший діаметр встановлюваного виробу над станиною $D_c = 2000$ мм). Бажаною умовою є наявність системи ЧПК верстата. Бажано використовувати безступінчасте регулювання частоти обертання шпинделю та подачі різця.

Наведено рекомендації щодо конструкцій різців та марок твердих сплавів; рекомендується, зокрема, використання сучасних марок твердих сплавів зі зносостійким покриттям для чорної та напівчистої обробки.

Для чорної токарної обробки валків прокатних станів з великим

діаметром бочки пропонується використовувати:

– різці токарні збірні з механічним кріпленням різальної пластини підвищеної міцності з Г-подібним уступом під прихоплювач, отриманої з твёрдосплавної заготовки за ТУ 48-19-373-83 (довжина головної різальної кромки $l = 40$ мм; головний кут у плані $\varphi = 75^\circ$; допоміжний кут у плані $\varphi_1 = 15^\circ$; головний задній кут $\alpha = 8^\circ$; передній кут $\gamma = 0^\circ$; радіус при вершині $r_\phi = 3,2$ мм; матеріал різальної пластини – твердий сплав Т5К10).

– різці з кріпленням багатограних різальних пластин форми LNUX з довжиною різальної кромки $l = 50$ мм з твердого сплаву GC 4025 з CVD-покриттям виробництва фірми Sandvik Coromant.

Для напівчистої токарної обробки валків прокатних станів з великим діаметром бочки пропонується використовувати різці токарні збірні з механічним кріпленням гвинтом квадратної різальної пластини SCMT 380932-ХМ (довжина різальної кромки $l = 38$ мм; головний кут у плані $\varphi = 75^\circ$; допоміжний кут у плані – $\varphi_1 = 15^\circ$; головний задній кут $\alpha = 7^\circ$; передній кут $\gamma = 0^\circ$; радіус при вершині $r_\phi = 3,2$ мм; матеріал різальної пластини – твердий сплав GC 4325 з CVD-покриттям (технологія Inveio) виробництва фірми Sandvik Coromant.

Рекомендації з режимів різання при чорновій та напівчистої токарній обробці валків прокатних станів з великими діаметрами бочки наведені у таблиці 4. При впровадженні різців з різальними пластинами зі зносостійкими покриттями швидкість різання може підвищуватись до значень, рекомендованих у каталогах фірм-виробників.

Таблиця 4 – Рекомендовані режими різання для чорнової та напівчистої токарної обробки циліндричних поверхонь бочок валків прокатних станів $\varnothing 1250$ мм та більших діаметрів

| Оброблюваний матеріал | Різновид обробки | Глибина різання t , мм | Подача S , мм/об | Швидкість різання v , м/хв |
|---|----------------------|--------------------------|--------------------|------------------------------|
| Сталь 50, 50ХН, 60ХН, 75Х2МФ, 75ХМФ, 90ХФ та ін. | Чорнова обробка | 15 | 1,5–1,7 | 50–65 |
| | Напівчистова обробка | 5 | 0,45–0,5 | 155–170 |

При чорновій токарній обробці точіння рекомендується здійснювати за схемою електромеханічної обробки (ЕМО). Для цього токарний верстат дооснащується установкою для електромеханічної обробки типу УЕМО–1, яка може бути спроектована та виготовлена на основі звичайного зварювального трансформатора за допомогою перемотування обмоток. Рекомендовані технологічні режими роботи установки: сила електричного струму $I = 200$ А, електрична напруга $U = 12$ В.

Сформовані вихідні дані для економічної частини роботи. У якості шляхів підвищення економічної ефективності токарної обробки валків

прокатних станів з великими діаметрами бочки рекомендується перехід на більш продуктивні режими обробки та дооснащення базового верстата (за основу приймається верстат мод. 1А670) установкою, яка забезпечує можливість точіння за схемою ЕМО, покращуючи цим умови обробки деталі. В результаті запропонованих заходів продуктивність обробки валків прокатних станів зростає щонайменше на 6 % (за обережним прогнозним сценарієм з урахуванням складових можливих втрат часу, не пов'язаних безпосередньо з процесом механічної обробки). Споживання електроенергії зростає на 1 % (за рахунок установки для ЕМО). У якості деталі-представника приймався валок прокатного стану Ø 1300 мм масою 35 т. Трудомісткість виготовлення деталі-представника на важкому токарному верстаті у базовому варіанті становила 30 год, частка трудомісткості виготовлення деталі-представника на важкому токарному верстаті у загальному часі виготовлення деталі – 80 %.

Основні наукові положення роботи доповідались на міжнародній науково-технічній internet-конференції студентів і молодих вчених «Молода наука. Прогресивні технологічні процеси, технологічне оснащення машинобудування» (квітень 2017 р., м. Краматорськ). За результатами досліджень підготовлені до публікації та опубліковані 2 наукові роботи, в тому числі 1 стаття у науковому виданні Донбаської державної машинобудівної академії та 1 стаття у збірнику матеріалів міжнародної науково-технічної internet-конференції студентів і молодих вчених.

У **п'ятому розділі «Економічна частина»** визначені показники економічної ефективності запропонованих рішень з забезпечення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах.

Зростання продуктивності важкого токарного верстата на 6 % в результаті переходу на більш продуктивні режими обробки та дооснащення верстата установкою, яка забезпечує можливість точіння за схемою ЕМО, покращуючи цим умови обробки, дозволяє підвищити показники економічної ефективності верстата порівняно з базовим варіантом, про що свідчать результати розрахунків економічної частини роботи, наведені у таблиці 5.

Приріст чистого прибутку на модернізацію склав 894796 грн. Різниця повної річної собівартості випуску продукції (економічна ефективність) становить $\Delta C_{\text{П.РІЧН}} = 327365$ грн. Різниця у приведених витратах (економічний ефект від модернізації) становить $\Delta B_{\text{ПРИВ}} = 314504$ грн. Термін окупності коштів, вкладених у модернізацію, становить $T_{\text{ОК.МОД}} = 0,26$ років.

У **шостому розділі «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях»** проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при токарній обробці на важких верстатах, розроблені заходи з промислової санітарії та техніки безпеки, розрахована система захисного заземлення електрообладнання, розроблені заходи з підвищення стійкості будівлі механічного цеху з виробничими дільницями для токарних робіт на важких верстатах в умовах надзвичайної ситуації (вибуху газоповітряної суміші).

Таблиця 5 – Техніко-економічні показники проекту

| № | Найменування показників, позначення, розмірність | Варіанти | | Δ (+ –) |
|----|--|----------|----------|------------|
| | | Базовий | Новий | |
| 1 | Встановлена потужність, $N_{ВСТ}$, Квт | 100 | 100 | – |
| 2 | Режим роботи обладнання (кількість змін) | 2 зміни | | – |
| 3 | Зміна фонду часу роботи, $Z_{Ф.ч}$, % | 100 % | 100 % | – |
| 4 | Зміна продуктивності роботи, $Z_{ПР}$, % | 100 % | 106 % | + 6 % |
| 5 | Зміна споживання електроенергії, $Z_{СП.Е}$, % | 100 % | 101 % | + 1 % |
| 6 | Вартість машини $ВРТ_{МАШ}$, грн. | 2163000 | 2398334 | 235334 |
| 7 | Вартість капіталовкладень, $K_{ЗАГ}$, грн. | 4758600 | 4993934 | 235334 |
| 8 | Фонд часу роботи машини, Φ_E , час. | 3900 | 3900 | 0 |
| 9 | Обсяг випуску продукції, $N_{ВИП}$, шт. | 60 | 63 | + 3 |
| 10 | Собівартість річного випуску, $C_{П.РІЧН}$, грн. | 90934594 | 96390669 | 5456075 |
| 11 | Чистий прибуток, $П_{ЧИСТ}$, грн. | 18641592 | 19760087 | 1118495 |
| 12 | Чистий прибуток за модернізацію, $П_{ЧИСТ.МОД}$, грн. | 14913273 | 15808070 | 894796 |
| 13 | Економічна ефективність, $\Delta C_{П.РІЧН}$, грн. | 327365 | | – |
| 14 | Економічний ефект, $\Delta V_{ПРИВ}$, грн. | 314505 | | – |
| 15 | Термін окупності коштів на модернізацію, $T_{ОК.МОД}$, років | 0,26 | | – |

ВИСНОВКИ

1 Стратегічним напрямом підвищення конкурентоздатності продукції вітчизняного машинобудування є підвищення енергоефективності механічної обробки деталей, особливо актуальне для важкого машинобудування. Токарна обробка деталей на важких верстатах характеризується високим рівнем енерговитрат при різанні. Найбільш перспективним напрямом підвищення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах є зниження витрат енергії на перебіг фізичних процесів у зоні різання за рахунок використання енергоефективних умов та параметрів процесу обробки.

2 У якості показників енергоефективності токарної обробки на важких верстатах у роботі використовувались питома енергомісткість різання та енергетичний коефіцієнт корисної дії процесу різання. З метою економії матеріальних ресурсів та часу при визначенні показників енергоефективності токарної обробки на важких верстатах максимально широко використовувалась апріорна інформація у вигляді наявних математичних моделей.

3 У роботі отримані залежності питомої енергомісткості різання та енергетичного коефіцієнта корисної дії процесу різання від подачі різця

та швидкості різання для чорнової та напівчистої токарної обробки циліндричної поверхні бочки валка прокатного стану Ø 1300 мм зі сталі 50ХН, в тому числі для чорнового точіння за схемою електромеханічної обробки (ЕМО). Для досліджуваних варіантів токарної обробки визначені енергоефективні режими різання, використання яких дозволяє суттєво підвищити продуктивність різання при ефективному використанні енергії у зоні різання. Так, перехід від нормативних до енергоефективних режимів різання забезпечує підвищення продуктивності різання при чорновій токарній обробці бочки прокатного валка зі сталі 50ХН на 34,69 %, при напівчистовій обробці – на 43,58 %.

4 Обґрунтовано зниження питомої енергомісткості різання при чорновому точінні бочки валка прокатного стану Ø 1300 мм зі сталі 50ХН на важкому верстаті за схемою електромеханічної обробки (ЕМО). Зменшення питомої енергомісткості різання при точінні за схемою ЕМО базується на зниженні силового навантаження у зоні різання за рахунок полегшення пластичного деформування оброблюваної сталі при електроконтактному нагріванні матеріалу заготовки, обумовленому проходженням електричного струму високої сили при низькій електричній напрузі.

5 Узагальнено систему факторів забезпечення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах, на основі якої сформовано комплекс практичних рекомендацій з енергоефективної токарної обробки прокатних валків з великими діаметрами бочки. Визначені показники економічної ефективності запропонованих рішень. Обґрунтовані заходи з охорони праці та захисту від надзвичайних ситуацій.

6 За результатами магістерської роботи опубліковано 2 наукові роботи, в тому числі 1 стаття у науковому виданні Донбаської державної машинобудівної академії та 1 стаття у збірнику матеріалів міжнародної науково-технічної internet-конференції студентів і молодих вчених.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1 Калініченко, В. В. Перспективні напрями забезпечення енергоефективності токарної обробки у важкому машинобудуванні / В. В. Калініченко, А. О. Кравченко // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. Краматорськ, 2017. – Вип. 40. – С. 319–323.

2 Кравченко, А. О. Аналіз можливостей використання енергетичних критеріїв при оптимізації процесів токарної обробки деталей важкого машинобудування / А. О. Кравченко // Молода наука. Прогресивні технологічні процеси, технологічне оснащення машинобудування : збірник наукових праць міжнародної науково-технічної internet-конференції студентів і молодих вчених / за загальн. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук, проф. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – С. 62–64.

АНОТАЦІЯ

Кравченко А. О. Забезпечення енергоефективності токарної обробки на важких верстатах.

Магістерська робота зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». – Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ, 2017.

Робота містить 136 сторінок друкованого тексту, 24 рисунки, 21 таблицю, 75 джерел, 20 слайдів.

Об'єкт дослідження – процес токарної обробки деталей на важких верстатах.

Предмет дослідження – енергоефективність процесу токарної обробки деталей на важких верстатах.

Мета дослідження – дослідження впливу умов процесу різання на енергоефективність токарної обробки на важких верстатах з метою розробки практичних рекомендацій з забезпечення енергоефективної обробки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1 Обґрунтувати вибір показників енергоефективності для оцінки раціонального використання енергії у зоні різання при токарній обробці деталей на важких верстатах та отримати розрахункові моделі для їхнього визначення.

2 Провести дослідження впливу умов процесу різання на показники енергоефективності токарної обробки на важких верстатах.

3 На основі результатів проведених досліджень сформулювати практичні рекомендації з забезпечення енергоефективності токарної обробки валків прокатних станів з великими діаметрами бочки на важких верстатах.

4 Визначити показники економічної ефективності запропонованих рішень з забезпечення енергоефективності токарної обробки деталей на важких верстатах.

5 Обґрунтувати необхідні заходи з охорони праці та захисту від надзвичайних ситуацій при токарній обробці деталей на важких верстатах.

Методи дослідження. Методика виконання роботи базувалась на фундаментальних наукових положеннях теорії різання матеріалів, зокрема теорії енергетичних процесів у зоні різання. При дослідженні впливу умов процесу різання на показники енергоефективності токарної обробки на важких верстатах використовувались розрахункові моделі. Економічна частина роботи та розділ «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях» виконувались за стандартними методиками.

Результати дослідження. Отримані моделі залежностей питомої енергомісткості різання та енергетичного коефіцієнта корисної дії процесу різання від подачі та глибини різання при чорновому та напівчистовому точінні бочки валка прокатного стану Ø 1300 мм зі сталі 50ХН. Для досліджуваних процесів обробки виявлені енергоефективні режими різання, величини зменшення питомої енергомісткості різання та підвищення енергетичного коефіцієнта корисної дії процесу різання при переході від нормативних режимів різання до енергоефективних. Обґрунтовано зниження питомої

енергомiсткостi рiзання при чорновiй токарнiй обробцi на важкому верстатi за схемою електромеханiчної обробки. Узагальнено систему факторiв забезпечення енергоефективностi токарної обробки на важких верстатах. Запропонованi практичнi рекомендацiї з енергоефективної токарної обробки прокатних валкiв з великими дiаметрами бочки. Визначенi показники економiчної ефективностi запропонованих рiшень. Обґрунтованi заходи з охорони працi та захисту вiд надзвичайних ситуацiй.

Ключовi слова: токарна обробка, важкий токарний верстат, енергоефективнiсть, питома енергомiсткiсть рiзання, режими рiзання, електромеханiчна обробка.

АННОТАЦIЯ

Кравченко А. А. Обеспечение энергоэффективности токарной обработки на тяжелых станках.

Магистерская работа по специальности 133 «Отраслевое машиностроение». – Донбасская государственная машиностроительная академия, Краматорск, 2017.

Работа содержит 136 страниц печатного текста, 24 рисунка, 21 таблицу, 75 источников, 20 слайдов.

Объект исследования – процесс токарной обработки деталей на тяжелых станках.

Предмет исследования – энергоэффективность процесса токарной обработки деталей на тяжелых станках.

Цель исследования – исследование влияния условий процесса резания на энергоэффективность токарной обработки на тяжелых станках с целью разработки практических рекомендаций по обеспечению энергоэффективной обработки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1 Обосновать выбор показателей энергоэффективности для оценки рационального использования энергии в зоне резания при токарной обработке деталей на тяжелых станках и получить расчетные модели для их определения.

2 Провести исследования влияния условий процесса резания на показатели энергоэффективности токарной обработки на тяжелых станках.

3 На основе результатов проведенных исследований сформулировать практические рекомендации по обеспечению энергоэффективности токарной обработки валков прокатных станов с большими диаметрами бочки на тяжелых станках.

4 Определить показатели экономической эффективности предложенных решений по обеспечению энергоэффективности токарной обработки деталей на тяжелых станках.

5 Обосновать необходимые мероприятия по охране труда и защите от чрезвычайных ситуаций при токарной обработке деталей на тяжелых станках.

Методы исследования. Методика выполнения работы базировалась на фундаментальных научных положениях теории резания материалов, в частности теории энергетических процессов в зоне резания. При исследовании влияния условий процесса резания на показатели энергоэффективности токарной обработки на тяжелых станках использовались расчетные модели. Экономическая часть работы и раздел «Охрана труда и безопасность при чрезвычайных ситуациях» выполнялись по стандартным методикам.

Результаты исследования. Получены модели зависимостей удельной энергоемкости резания и энергетического коэффициента полезного действия процесса резания от подачи и глубины резания при черновом и получистовом точении бочки валка прокатного стана Ø1300 мм из стали 50ХН. Для исследуемых процессов обработки выявлены энергоэффективные режимы резания, величины уменьшения удельной энергоемкости резания и повышения энергетического коэффициента полезного действия процесса резания при переходе от нормативных режимов резания к энергоэффективным. Обосновано снижение удельной энергоемкости резания при черновой токарной обработке на тяжелом станке по схеме электромеханической обработки. Обобщена система факторов обеспечения энергоэффективности токарной обработки на тяжелых станках. Предложены практические рекомендации по энергоэффективной токарной обработке прокатных валков с большими диаметрами бочки. Определены показатели экономической эффективности предложенных решений. Обоснованы мероприятия по охране труда и защите от чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: токарная обработка, тяжелый токарный станок, энергоэффективность, удельная энергоемкость резания, режимы резания, электромеханическая обработка.

ABSTRACT

Kravchenko A. O. Providing of energy performance of turning on heavy lathes.

Master's work on speciality 133 «Industrial machinery engineering». – Donbass state engineering academy, Kramatorsk, 2017.

The work contains 136 pages of text, 24 figures, 21 tables, 75 sources, 20 slides.

The object of research – process of turning of parts on heavy lathes.

The subject of research – energy performance of turning of parts on heavy lathes.

A research purpose is research of influence of cutting process conditions on energy performance of turning on heavy lathes for the development of practical recommendations on providing of energy efficiency machining.

For the achievement of the put purpose it is necessary to decide the followings tasks:

1 To ground the choice of energy performance indexes for the estimation of the rational use of energy in cutting zone at turning of parts on heavy lathes and to get calculation models for their determination.

2 To undertake research of influence of cutting process conditions on energy performance indexes of turning on heavy lathes.

3 On the basis of results of the undertaken researches to formulate practical recommendations on providing of energy performance of turning of mill roll with large roll barrel diameters on heavy lathes.

4 To define the indexes of economic efficiency of the offered decisions on providing of energy performance of turning of parts on heavy lathes.

5 To ground necessary measures on a labour protection and protecting from emergencies at turning of parts on heavy lathes.

Research methods. The methodology of work implementation was based on fundamental scientific positions of theory of cutting, in particular theory of power processes in cutting zone. At research of influence of cutting process conditions on energy performance indexes of turning on heavy lathes calculation models were used. The economic part of work and the division «Labour protection and safety at emergencies» was executed on standard methodologies.

Research results. The models of dependences of cutting energy intensity and cutting energy efficiency with tool feed and cutting speed at the roughing and semifinish turning of mill roll barrel 1300 mm in diameter from steel 50XH are offered. For the prospected processes of turning energy effective cutting modes, sizes of reduction of cutting energy intensity and increase of cutting energy efficiency in transition from the normative cutting modes to energy effective modes are educed. The decline of cutting energy intensity at roughing on a heavy lathes on the chart of electromechanical machining is reasonable. The system of providing factors of energy performance of turning on heavy lathes is generalized. Practical recommendations on energy effective turning of mill roll with large barrel diameters are offered. The indexes of economic efficiency of offered solutions are certain. Measures on a labour protection and safety at emergencies are reasonable.

Key words: turning, heavy lathe, energy performance, cutting energy intensity, cutting modes, electromechanical machining.