УДК 624.132.3

Ю.Д. Абрашкевич, д.т.н., проф.;
О.А. Марченко, асистент;
О.В. Човнюк, мл.н.сп. (КНУБА, Київ)

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В АБРАЗИВНИХ ІНСТРУМЕНТАХ В БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ

АНОТАЦІЯ. В статті наведено залежності, які дозволили розробити методику визначення потреби в абразивних армованих кругах для різання і зачистки металу.
Ключові слова: абразивний армований круг, тип приводу, режим роботи.

АННОТАЦИЯ. В статье приведены зависимости, позволившие разработать методику определения потребности в абразивных армированных кругах для резания и зачистки металла.
Ключевые слова: абразивный армированный круг, тип привода, режим работы.

SUMMARY. The article presents the dependence allowed to develop a method definitions need abrasive reinforced circles for cutting and stripping of the metal.
Key words: abrasive reinforced circle, drive type, mode of operation.

Актуальність роботи

В цей час абразивні армовані круги в поєднанні з ручними, переносними та стаціонарними машинами отримали масове застосування в будівництві та інших галузях народного господарства. Тому актуальним є розробка методики визначення потреби в абразивному інструменті при виконанні обрізних і зачисних операцій залежно від режимів роботи і типу приводу.

Виклад основного матеріалу

Встановлено, що максимальна зносостійкість інструменту при його постійній подачі може бути отримана в діапазоні робочих швидкостей 70…80 м/с і зменшується приблизно в 2 рази з її зниженням до 50 м/с. Це пояснюється тим, що з підвищенням швидкості кожне зерно за один оберт круга робить меншу роботу і впроваджується в матеріал, що розрізається, на величину меншу у стільки разів, у скільки збільшувалася робоча швидкість. При зменшенні робочої швидкості кожне зерно рідше зустрічається з матеріалом, що розрізається, тобто збільшується товщина стружки і зерно працює з більшим навантаженням, отже, умови для викришування зерен з круга стають більш сприятливими. З ростом товщини стружки зростають сили, що діють на кожне зерно, тому круг швидше зношується при різанні з меншою робочою швидкістю. Всі круги, які використовуються на будівельно-монтаж-них роботах, розраховані для різання з робочою швидкістю 80 м/с.

Робочій швидкості різання повинна відповідати певна подача. Якщо вона мала, то в зоні контакту відбувається накопичення тепла, що призводить до підвищеного зносу круга, появі задирок і кольорів мінливості на поверхні різу. З підвищенням продуктивності різання, тобто швидкості подачі, зносостійкість круга зростає внаслідок викришування зерен із зв'язки, що викликано зростанням зусиль, які діють на абразивне зерно. Зносостійкість круга також зменшується, якщо довжина його ріжучої частини $(l_к)$ віднесена до всієї довжини його периферії $(2\pi R_0)$ досить велика, так як період часу, протягом якого відбувається охолодження інструменту, недостатній для видалення тепла акумульованого зв'язкою.

Визначення раціонального співвідношення між зносостійкістю круга і режимами його роботи досить складне техніко-економічне завдання, що вирішується експериментально залежно від умов експлуатації абразивних армованих кругів.

Визначення потреби у відрізних абразивних армованих кругах проводилося стосовно труб з вуглецевої сталі, які зазнають найбільше масове різання при будівельно-монтажних роботах. Зовнішні діаметри становили 21,3…159 мм, а товщини стінок 2,8…6 мм. Різання проводили у діапазоні робочих швидкостей 52…82 м/с і подачі

0,125…0,8 м/хв. Для зменшення негативного впливу теплових процесів визначено раціональне співвідношення між площинами круга і труби, що розрізається $\left(F_{\text{тр}}/F_{\text{кр}}\right)$.

Максимальну величину подачі 0,8 м/хв приймали, виходячи з того, що на монтажних майданчиках та виробничих базах різання виконують за допомогою шліфувальних машин і маятникових пилок, при роботі якими подача круга, щодо труби, здійснюється вручну.

Чистота поверхні різання багато в чому визначається режимами роботи. Так, при роботі на швидкості подачі менше 0,2 м/хв відбуваються прижоги по всьому перетину труби, що розрізається, і спостерігається інтенсивне утворення задирок. Зі збільшенням подачі до 0,5 м/хв якість поверхні поліпшується і вона не має кольорів мінливості і задирок. Виходячи з цього, не рекомендується робити різку труб на швидкостях подачі менше 0,2 м/хв.

Дані по впливу режимів різання на зносостійкість круга наведені на рис. 1, з якого видно, що в діапазоні, що досліджується, зі збільшенням швидкості подачі при постійній робочій швидкості зносостійкість круга зменшується, а зі збільшенням робочої швидкості при постійній подачі – збільшується.

Абразивні армовані круги у процесі роботи зношуються і робоча швидкість їх зменшується у деяких випадках до 50 м/с. Однак, при розрахунку потреби в кругах, зменшення коефіцієнта шліфування за мірою їхнього зносу не завжди враховується, що не дозволяє обґрунтовано визначати їх число для виконання конкретних робіт. Залежності зміни коефіцієнта шліфування від робочих швидкостей можуть бути представлені у вигляді

$$\frac{S-S_{\min}}{S_{\max}-S_{\min}}=\frac{V_{\text{р}}-V_{\min}}{V_{\max}-V_{\min}}, \qquad (1)$$

де S – поточне значення коефіцієнта шліфування; $S_{\max}$ – коефіцієнт шліфування при робочій швидкості близько 80 м/с; $S_{\min}$ – коефіцієнт шліфування при мінімальній робочій швидкості, м/с; $V_{\text{р}}$ – поточне значення робочої швидкості, м/с; $V_{\max}$ – робоча швидкість круга після перших різів, м/с; $V_{\min}$ – мінімальна робоча швидкість для даного типорозміру труби, м/с.

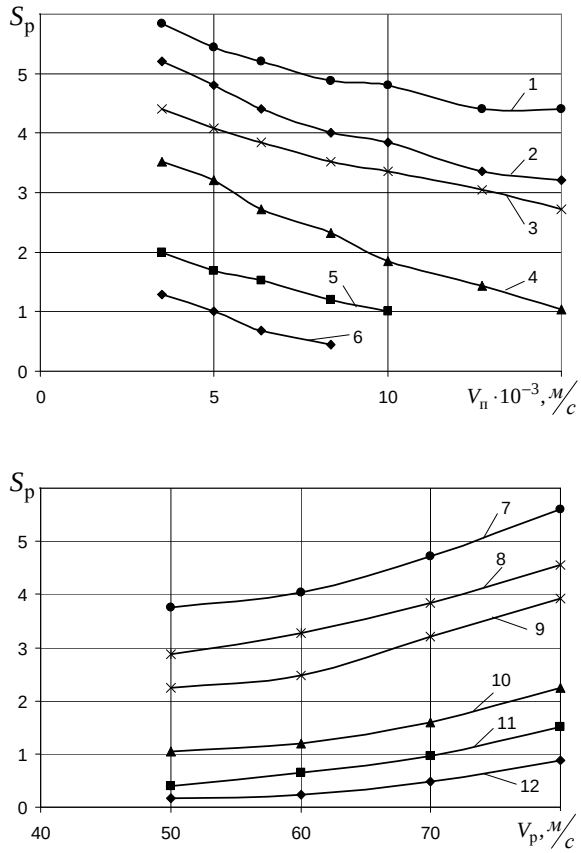

Рис. 1. Залежності зносостійкості кругу $S_{\text{р}}$ від режимів роботи $\left(V_n;V_{\text{р}}\right)$ при різанні металопрокату

1,3,5 – $V_{\text{р}}=75\div80$ м/с; 2,4,6 – $V_{\text{р}}=52\div54$ м/с;
1,2 – $l_{\text{к}}/R_{\text{о}}=0{,}1$; 3,4 – $l_{\text{к}}/R_{\text{о}}=0{,}18$;
5,6 – $l_{\text{к}}/R_{\text{о}}=0{,}31$; 7,8,11 – $V_n=0{,}0033$ м/с;
9,10,12 – $V_n=0{,}0133$ м/с; 7,9 – $l_{\text{к}}/R_{\text{о}}=0{,}1$;
8,10 – $l_{\text{к}}/R_{\text{о}}=0{,}18$; 11,12 – $l_{\text{к}}/R_{\text{о}}=0{,}31$;
$R_{\text{о}}$ – радіус круга

Введемо позначення:

$$\alpha=\frac{1-\dfrac{S_{\min}}{S_{\max}}}{1-\dfrac{V_{\min}}{V_{\max}}}; \qquad (2)$$

$$\beta=\frac{S_{\min}}{S_{\max}}-\alpha\frac{V_{\min}}{V_{\max}}. \qquad (3)$$

Підставляючи залежності (2) та (3) у вираз (1), отримуємо взаємозв'язок між коефіцієнтом шліфування і робочою швидкістю:

$$S = \left(\alpha \frac{V_{\text{р}}}{V_{\max}} + \beta \right) S_{\max} . \qquad (4)$$

Залежність зміни коефіцієнта шліфування від швидкості подачі може бути представлено у вигляді

$$S_{\max} = \left(\frac{C}{V_{\text{под}}} \right)^{\frac{1}{m}}, \qquad (5)$$

де $V_{\text{под}}$ – швидкість подачі, м/хв; C і m – постійні параметри.

У результаті отримуємо залежність між коефіцієнтом шліфування, робочою швидкістю і швидкістю подачі

$$S = \left(\alpha \frac{V_{\text{р}}}{V_{\max}} + \beta \right) \left(\frac{C}{V_{\text{под}}} \right)^{\frac{1}{m}} . \qquad (6)$$

Значення параметрів α, β, m, C, що входять в залежність, визначені експериментально і наведені в табл.. 1.

Таким чином, зі збільшенням швидкості подачі від 0,2 до 0,5 м/хв при постійній робочий швидкості коефіцієнт шліфування зменшується в 1,4 рази. Зі зміною робочої швидкості від 80 до 50 м/с при постійній подачі коефіцієнт шліфування зменшується в 1,9 рази, тобто робоча швидкість істотно впливає на зносостійкість абразивного інструменту. Тому одним з важливих напрямів при розробці привідних механізмів є створення машин з регульованими подачами і постійними частотами обертання круга. Виходячи з цього, слід працювати на мінімально можливих подачах і максимальних робочих швидкостях, якщо не пред'являються особливі вимоги до продуктивності. В іншому випадку повинні бути обрані такі режими, які забезпечують мінімум вартості одного різу. Сумарна вартість визначається

$$q = q_1 + q_2 + q_3 , \qquad (7)$$

де q_1 – вартість машинного часу, робочої сили і накладних витрат; q_2 – вартість інструменту, яка витрачена за процес виконання одного різу; q_3 – вартість допоміжної частини робочого циклу, яка пов'язана із встановленням та зняттям оброблюваного вироба, і т.п.

Початкове рівняння прийме вигляд

$$q = X \frac{D_{\text{тр}}}{V_{\text{под}}} + \frac{F_{\text{тр}} h y}{S_{\max}} + XT , \qquad (8)$$

де X – вартість машинного часу праці оператора і накладних витрат, грн./хв; $D_{\text{тр}}$ – зовнішній діаметр труби, яка розрізається, м; $F_{\text{тр}}$ – площа поперечного перерізу труби, м^2; y – середня вартість одиниці об'єму круга, грн./м^3, T – тривалість допоміжної частини циклу, хв; h – висота (ширина) круга, м.

Провівши диференціювання за $V_{\text{под}}$ і прирівнявши до нуля отриманий вираз, маємо залежність, що дозволяє визначити найбільш економічно обґрунтовану швидкість подачі:

$$V_{\text{опт}} = \left(\frac{m X D_{\text{тр}}}{F_{\text{тр}} h y} \right)^{\frac{m}{1+m}} \cdot C^{\frac{1}{1+m}} , \qquad (9)$$

Таблиця 1

Значення параметрів коефіцієнта шліфування

$F_{\text{тр}} / F_{\text{кр}}$	Швидкість подачі, м/хв	Параметри			
		$\alpha(V_{\text{под}})$	$\beta(V_{\text{под}})$	m	C
0,1	0,2–0,8	1,58–1,39	-0,58…-0,39	2,35	28
0,13	0,2–0,8	1,95–1,70	-0,95…-0,70	1,75	8
0,18	0,2–0,8	2,05–1,98	-1,05…-0,98	1,43	3,4
0,21	0,2–0,8	2,03–1,96	-1,03…-0,96	1,2	1,6
0,31	0,120–0,315	0,38–0,43	0,62…-0,57	2,2	0,8

Отримані залежності дозволяють визначати раціональні робочі швидкості і швидкості подачі для досягнення максимально можливої зносостійкості інструменту при різанні сталевих труб.

Залежність зміни коефіцієнта шліфування від режимів роботи отримана при різанні на стенді, створеному на базі стаціонарного верстата. На будівельно-монтажних роботах різання, в основному, виконують за допомогою ручних машин і маятникових пилок, що мають значно меншу жорсткість шпиндельного вузла. У зв'язку з цим були проведені дослідження для визначення впливу конструкції привідного пристрою на зносостійкість абразивних армованих кругів. Вони виконувалися при різанні труб декількох типорозмірів з вуглецевої сталі маятниковою пилою або кутошліфувальною машиною, закріпленої у спеціальному пристосуванні, при фіксованих подачах. Робочу швидкість круга змінювали в інтервалі 80…50 м/с. Результати, отримані при різанні маятниковою пилою, повністю корелюються зі стендовими, тобто залежність може бути використана при визначенні зносостійкості абразивного інструменту, встановленого на привідних пристроях типу маятникових пилок з урахуванням коефіцієнта k, який визначає жорсткість конструкції верстата. Цей коефіцієнт для маятникових пилок складає 0,8…0,9, а шліфомашин 0,65…0,7.

Залежність (6) прийме вигляд

$$S = k\left(\alpha\frac{V_{\text{р}}}{V_{\max}}+\beta\right)\left(\frac{C}{V_{\text{под}}}\right)^{\frac{1}{m}} \qquad (10)$$

Наведена залежність дозволяє обґрунтовано визначати потребу в кругах будівельно-монтажних організацій з урахуванням впливу режимів роботи інструменту і площ перетину труб, які розрізають.

Число різів, які можна виконати одним кругом, визначається із залежності:

$$z = \frac{\pi\left(D_0^2 - D_z^2\right)S}{4F_{\text{тр}}}, \qquad (11)$$

де z – число різів; $F_{\text{тр}}$ – площа поперечного перерізу труби, яку розрізають, мм^2; D_0 – початковий діаметр круга, мм; D_z – діаметр круга після z різів, мм; S – коефіцієнт шліфування.

При визначенні потреби в абразивних армованих кругах, з задовільною для практики точністю, можна користуватися залежністю (10). У випадку, якщо не пред'являються вимоги до продуктивності, при виконанні розрахунку мінімальна швидкість подачі може бути прийнята 0,2 м/хв.

Розроблена методика також дозволяє визначати потреби будівельно-монтажних організацій в зачисних абразивних армованих кругах.

Встановлено, що для більш ефективного використання абразивних армованих кругів слід створювати та використовувати приводи пристроїв з максимально жорсткою конструкцією шпиндельного вузла з частотою обертання круга, яка регулюється за мірою його зношування.

Висновки

На основі проведених досліджень розроблена методика, яка дозволяє визначити потреби в абразивних армованих кругах при виконанні отрізних та зачисних операцій із врахуванням конкретних умов їх експлуатації.

Література

1. *Абрашкевич Ю.Д., Сотников Г.А.* Абразивные армированные инструменты для строительно-монтажных работ.– М.: Стройиздат, 1983.– 108 с.

2. *Абрашкевич Ю.Д., Пелевін Л.Є., Смірнов В.М., Рашківський В.П.* Механізація трудомістких процесів. Навчальний посібник.– К.: КНУБА, 2006.– 180 с.

Рецензент: В.П. Рашківський, к.т.н., доцент (КНУБА, Київ)

Отримано: 15.02.2011 р.