

Дніпродзержинський державний технічний університет

ВІДНОВЛЕННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ БАНДАЖІВ КОКСОДРОБАРОК ЕЛЕКТРОДУГОВИМ НАПЛАВЛЕННЯМ

Вступ. Агломерація в металургії – це термічний процес згрудкування дрібних матеріалів (руди, рудних концентратів, що містять метали відходів і ін.), які є складовими частинами металургійної шихти, шляхом їх спікання з метою отримання офлюсованого агломерату, необхідного для виплавки чавуну. До складу шихти входить дрібний коксик, витрата якого складає 4-6% від маси спікливого агломерату.

У коксоподрібнювальне відділення аглофабрики надходять шматки коксикі розміром ≤ 25 мм і для його подрібнення до розміру 3-0 мм використовують дво- або чотиривалкові дробарки.

Чотиривалкові дробарки застосовуються при переробці корисних копалин, відходів будівельних матеріалів, скла, шлаків, вогнетривів, відпрацьованих формувальних сумішей, в металургії і т.п. (рис.1).

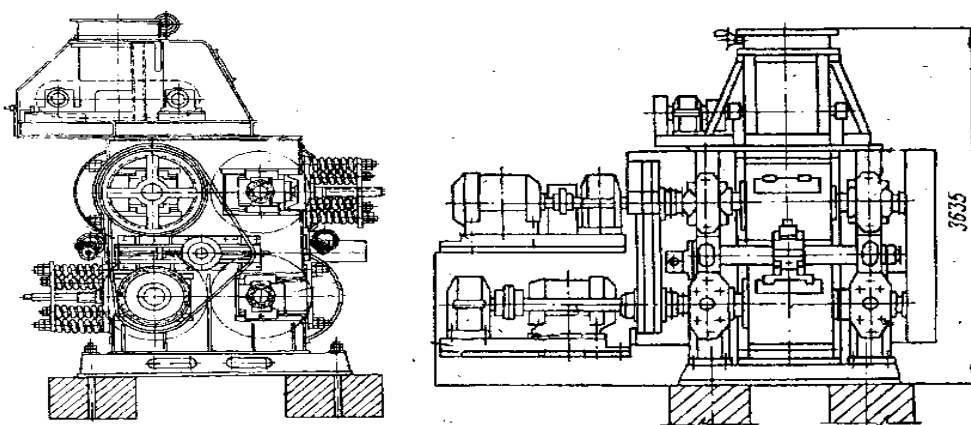


Рисунок 1 – Коксодробарка чотиривалкова

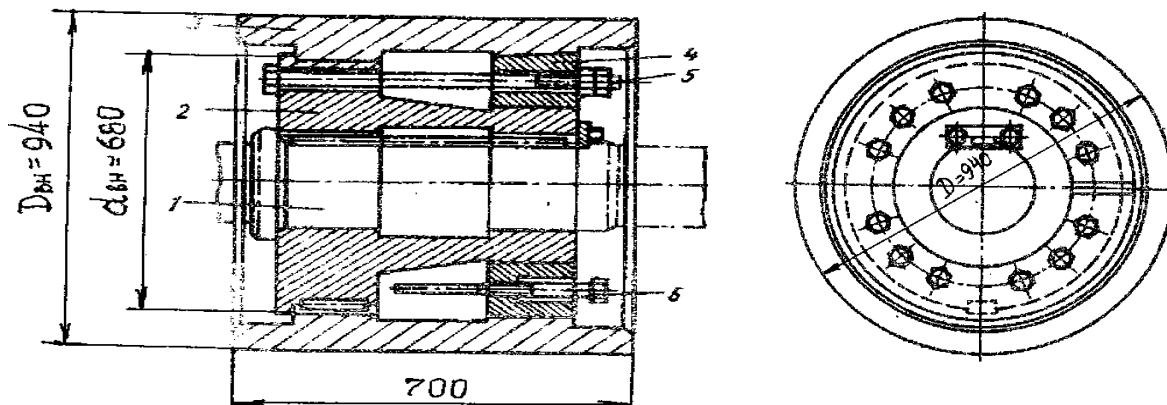
Валки коксодробарки з бандажами працюють в тяжких експлуатаційних умовах ударно-абразивного зношення при зміні температури від -40 до $+40$ °С. Ударно-абразивні навантаження в литих сталевих бандажах валків призводять до зношення їх поверхні, особливо по центру бандажів, і виникнення тріщин, що погіршує якість продукції і у ряді випадків призводить до руйнування бандажів.

Дробарки працюють в умовах інтенсивного ударно-абразивного зношення і тому, щоб вміст мілкового коксикі розміром 3-0 мм складає 96%, бандажі верхніх валків необхідно проточувати при цілодобовій безперервній роботі дробарки 1 раз на добу при першій стадії подрібнювання і крупності коксикі 15-20 мм, а бандажі нижніх приводних валків – 1 раз за 2-3 доби при другій стадії подрібнювання і крупності коксикі 15-0 мм.

Бандажі виготовляються з кованої сталі 9Х, литих низьколегованих сталей 70ХЛ і 50Г2Л, легovanого чавуну і чавуну з сфероїдальним графітом та інших матеріалів. Ба-

ндажі зі сталі 70ХЛ мають твердість 270 НВ і низьку ударно-абразивну зносостійкість – зношення їх поверхні складає 1,5 мм за дві-три доби, і вони потребують заміни і відновлення через 2,5-3,0 місяці. Використання матеріалів для відновлення і наплавлення з більш високою твердістю частково обмежується конструктивними можливостями механізму проточки зношеної поверхні бандажів, але при використанні різців з кіборитовими пластинами ця проблема вирішується позитивно [1-5].

Ескіз валка коксодробарки з бандажем наведено на рис.2.



1 – приводний вал; 2 – насадка; 3 – бандаж; 4 – вставки; 5 – натяжні болти

Рисунок 2 – Ескіз валка коксодробарки з бандажем

Габаритні розміри бандажів валків коксодробарки наступні:

- довжина бочки бандажа нижнього приводного валка, мм..... 700;
- довжина бочки бандажа верхнього не приводного валка, мм..... 700;
- зовнішній діаметр бандажа валка, мм 940 ± 2 ;
- внутрішній діаметр бандажа валка, мм 680 А/Н;
- маса бандажа приводного / не приводного валка, кг..... 1650/1400.

Періодично по мірі зношення бандажі треба відновлювати, але тільки робочу частину – бочку, тому що інші вузли практично зношуються мало. Максимальна допустима величина зношення бандажів – до 50 мм. Враховуючи складне економічне становище, відсутність бандажів в достатній кількості, бандажі і інші деталі дробарок з метою підвищення терміну їх експлуатації відновлюють електродуговим наплавленням зносостійкими матеріалами і іншими способами та використовують по декілька разів.

Наплавлення – один з основних процесів реновації деталей, що дозволяє поліпшити техніко-економічні показники при відновленні і зміцненні виробів, економити природні і енергетичні ресурси та значно поліпшити екологію.

Наведені дані ефективності відновлення і наплавлення показують, що наплавлювальні технології, устаткування і матеріали замінюють придбання нових деталей, збільшують термін служби і дають наступну економію:

- а) відновлювальне наплавлення одного кілограма наплавлювального матеріалу замінює придбання 20-25 кг нових деталей;
- б) зміцнювальне наплавлення одного кілограма наплавлювального матеріалу замінює придбання 60-75 кг нових деталей;
- в) зміцнювальне наплавленням збільшує термін служби деталей в 2-5 разів;
- г) від вкладення 1 грн. в наплавлення отримують від 5 до 20 грн. економії.

Окрім цього наплавлення має природоохоронне і ресурсозберігаюче значення, оскільки використанні 1 кг наплавленого матеріалу дозволяє економити 70-100 кг агломерату, 20-30 кг коксу, 4-5 кВт електроенергії і 6-8 м³ природного газу.

Постановка задачі. Підвищення якості подрібнювального коксуючого газу і терміну експлуатації чотиривалкових коксодробарок аглофабрики за рахунок зміни марки металу бандажів, які використовуються для їх виготовлення, і електродугового наплавлення зношеної поверхні прогресивними зносостійкими самозахисними порошковими дротами типу ВЕЛТЕК.

Бандажі працюють в ударно-абразивному середовищі і зношення робочої поверхні досягає максимум до мінус 50 мм від номінального діаметра. Для відновлення робочої поверхні бандажів до розміру $D_{\text{ном}}$ виконується проточка зношеної поверхні на токарному верстаті типа 1К826 до чистоти робочої поверхні 5-го класу, а потім – відновлювальне і зміцнювальне наплавлення.

Результати роботи. З метою поліпшення якості коксуючого газу, зниження собівартості і підвищення експлуатаційного терміну роботи бандажів для їх виготовлення доцільно використовувати сталь 35Л з наплавленим зносостійким шаром замість сталі 70ХЛ. Сталь 35Л має межу плинності $\sigma_T = 280-310$ МПа, що більша від сили стиснення коксика валянними дробарки ($\sigma_T \approx 150$ МПа) при подрібнюванні.

Для встановлення коефіцієнта зносостійкості виготовлялися циліндричні зразки з основного металу – сталі 70ХЛ (еталон) і для наплавлення – зі сталі 35Л розміром 35x10 мм. У межах однієї серії випробувань технологія виготовлення зразків була однаковою. При механічній обробці не допускалася зміна властивостей матеріалу зразка внаслідок нагріву, наклепу і тощо.

Після очищення і обезжирювання на торці зразків зі сталі 35Л виконувалося наплавлення зносостійкого шару загальною товщиною 10 мм дротами ПП-АН103 (Нп-200Х12М) для однієї партії, ПП-АН125 (Нп-200Х15С1ГРТ) – для другої і ВЕЛТЕК-Н.620 (Нп-70Х5Г3М3С2ФР) – для третьої. Діаметр дротів становив 3,0-3,6 мм.

Наплавлення зразків, встановлених в касету, виконувалося автоматом А-231 в наступних режимах:

- | | | | |
|--------------------------|------------------------------|------------------------|------------------------------------|
| а) дріт 3,6ПП-АН103: | $I_{\text{зв}} = 350-400$ А; | $U_{\text{д}} = 30$ В; | $V_{\text{п.др}} = 110-120$ м/год; |
| б) дріт 3,2ПП-АН125: | $I_{\text{зв}} = 300-350$ А; | $U_{\text{д}} = 28$ В; | $V_{\text{п.др}} = 110-120$ м/год; |
| в) дріт 3,0ВЕЛТЕК-Н.620: | $I_{\text{зв}} = 250-300$ А; | $U_{\text{д}} = 26$ В; | $V_{\text{п.др}} = 100-110$ м/год. |

Після механічної обробки наплавлених зразків до чистоти робочої поверхні 5-го класу вони досліджувалися на зносостійкість. Відібрані зразки маркірувалися тавруванням на неробочих поверхнях. Для промивання зразків перед випробуваннями і зважуванням використовувався бензин і ацетон за ГОСТ 2768-84.

Твердість зразків з наплавленого і еталонного матеріалів визначалася за ГОСТ 2999-75.

Дослідження виконувалися на лабораторній установці, змонтованій на базі настільного свердлувального верстата, на колоні якого була встановлена і закріплена апаратура. До складу апаратури входять: динамометр, шпindel з повітряним охолодженням і інвертер з регулюванням частоти в межах 0-400 Гц потужністю по 0,5 кВт кожний, які використовуються у верстатах з ЧПУ, що забезпечило число обертів шпинделя 8000-24000 хв⁻¹. У патроні голівки шпинделя закріплювалися еталонні і наплавлені зразки.

Тертя зразків здійснювалось по абразиву з чорного карбиду кремнію (КЧ35-ВТ2), встановленого і закріпленого на столі установки.

Перед початком випробування в патроні закріплялися зразки, включалася апаратура, встановлювалися необхідна частота і число обертів. Шпиндель і патрон зі зразками вільно опускалися вниз до зіткнення зразків з абразивом і створення тиску.

Дослідженню рандомізовано піддавалися по три зразки з еталонного і наплавленого матеріалу впродовж 1-2 годин при числі обертів 8000-24000 хв⁻¹. в залежності від марки наплавленого дроту. При встановленні і зніманні зразків не допускалося ушкодження їх поверхні.

Після закінчення випробувань усі зразки оброблялися промивальними рідинами, просушувалися на повітрі і зважувалися. При втраті маси зразка менше 0,005 г тривалість випробувань збільшувалася в 2 рази.

Обробка експериментів виконувалася за результатами зважування зразків з погрішністю не більше 0,0002 г до і після випробувань.

Коефіцієнти відносної зносостійкості наплавленого матеріалу зразків визначалися за формулою:

$$K_{в.зн} = \frac{g_{\text{ст}} \cdot \rho_{\text{ст}}}{g_{\text{д}} \cdot \rho_{\text{д}}},$$

де $g_{\text{ст}}$, $g_{\text{д}}$ – втрата маси еталонних і досліджуваних зразків, г;

$\rho_{\text{ст}}$, $\rho_{\text{д}}$ – питома густина еталонних і досліджуваних зразків, г/см³.

Результати експериментів в перерахунку на максимальне зношення поверхні приводного бандажа за 2,5-3 місяці (до 40-50 мм за 2160 годин) наведено в табл.2.

Таблиця 2 – Результати експериментів

Матеріал бандажа	Дроти для наплавлення	НВ, HRC	Втрати маси приводного бандажа з урахуванням проточки		Втрата маси, бандажа, %	$K_{в.зн}$
			кг/год.	кг/за 2160 год.		
Ст70ХЛ – еталон	Термообробка	240-280 (23-29)	0,306	660,0	40,0	1,0
Ст35Л	ПП-АН103	40-44	0,180	388,2	23,53	1,7
	ПП-АН125	52-54	0,087	188,6	11,43	3,5
	ВЕЛТЕК-Н.620	62-64	0,056	120,0	7,27	5,5

Обробка результатів експериментів показує, що зношення маси бандажів зі сталі 35Л, наплавленої дротами різних марок, буде зменшуватися на 0,180-0,056 кг/год., проти 0,306 кг/год. зі сталі 70 ХЛ.

Найбільший коефіцієнт відносної зносостійкості мають зразки, наплавлені порошковим дротом ВЕЛТЕК-Н.620, який належать до системи наплавлення Fe-C-Cr-Mo-V-W і забезпечує більшу зносостійкість та практично відсутність гарячих і холодних тріщин.

Гістограма залежності відносного коефіцієнта зносостійкості сталі 70ХЛ показана на рис.3.

Отримане рівняння поліноміальної апроксимації зміни зносостійкості наступне:

$$y = 0,2081x^2 + 0,5365x; \quad R^2 = 0,9911.$$

Графік втрати маси бандажа в залежності від коефіцієнта відносної зносостійкості наведено на рис.4.

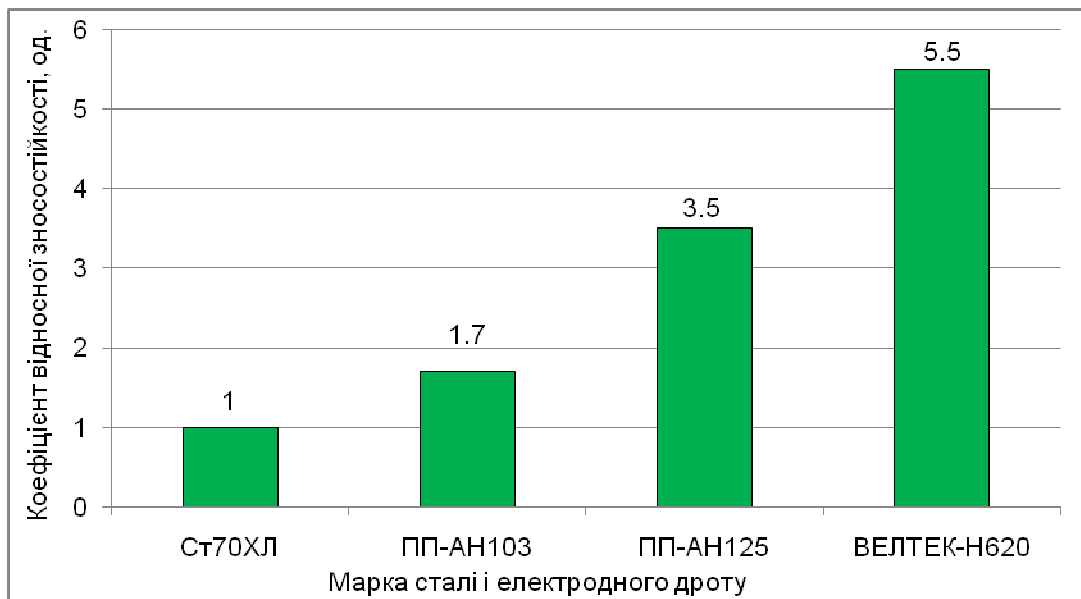


Рисунок 3 – Гістограма відносної зносостійкості наплавленого металу

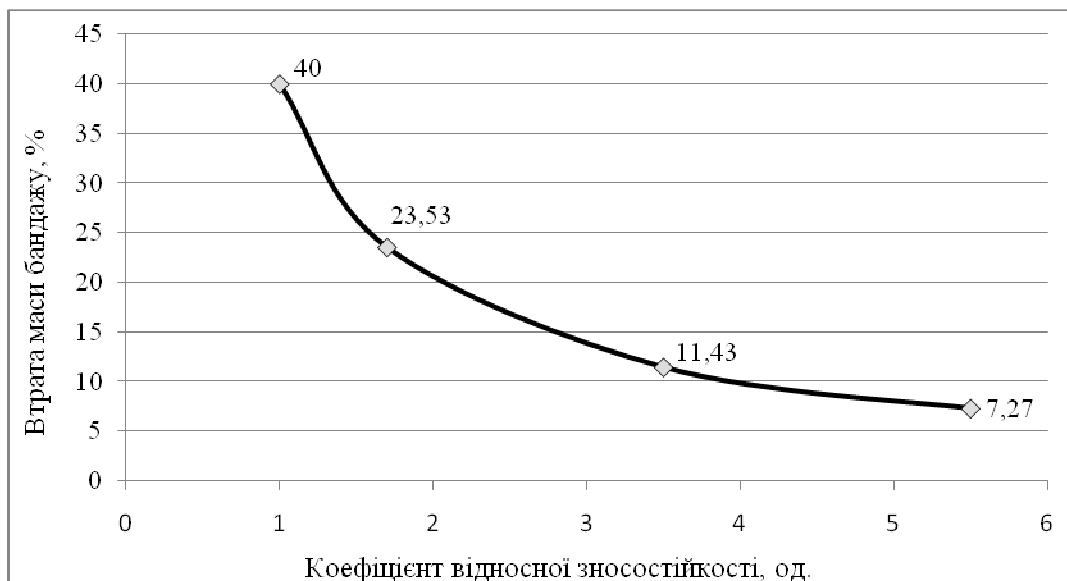


Рисунок 4 – Графік залежності втрати маси бандажа від коефіцієнта відносної зносостійкості

Висновки. Бандажі валків коксодробарок експлуатуються в складних умовах при дії ударно-абразивного зношення.

Максимально допустиме зношення робочого шару бандажів валків складає до 50 мм від попередньої товщини, що знижує термін їх роботи до 2,5-3,0 місяців.

Бандажі коксодробарки для наступного відновлення і зміцнення доцільно виготовляти зі сталі 35Л, наплавленої дротом марки ВЕЛТЕК-Н.620, замість сталі 70ХЛ або іншої.

При проточуванні бандажів, наплавлених дротами марки ВЕЛТЕК-Н.620, доцільно використовувати різці з кіборитовими пластинками.

Найбільший коефіцієнт відносної зносостійкості $K_{в.зн}=5,5$ мають зразки, наплавлені дротом ВЕЛТЕК-Н.620, ніж зразки, наплавлені дротами ПП-АН103 і ПП-АН125.

Зношення маси бандажів з термообробленої сталі 70ХЛ за 2,5-3 місяця роботи складає 40% (0,306 кг/год.), а наплавлених дротами ПП-АН103 – 23,53% (0,180 кг/год.), ПП-АН125 – 11,43% (0,087 кг/год.) і ВЕЛТЕК-Н.620 – 7,27% (0,056 кг/год.).

Термін експлуатації бандажів, наплавлених самозахисним порошковим дротом ВЕЛТЕК-Н.620, планується вищим, ніж бандажів з термообробленої сталі 70ХЛ у 3-4 рази.

Для підвищення технологічних і експлуатаційних показників бандажів коксодробарок, зниження трудомісткості виготовлення і собівартості доцільне використання для їх поверхневого облаштування готових листових футерованих зносостійких елементів, запропонованих ІЕС ім. Є.О.Патона.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рябцев И.А. Наплавка деталей машин и механизмов / И.А.Рябцев. – К.: Екотехнологія, 2004. – 160с.
2. Рябцев И.А. Реновационные наплавочные технологии в металлургии и машиностроении / И.А.Рябцев, Ю.М.Кусков, Н.А.Кондратьев // Металлургия и машиностроение. – 2003. – № 1. – С.11-14.
3. Б.В.Клушанцев. Дробилки. Конструкция, расчёт, особенности эксплуатации / Б.В.Клушанцев, А.И.Косарев, Ю.А.Муйземнек. – М.: Машиностроение, 1990. – 320с.
4. Виноградов В.Н. Абразивное изнашивание / В.Н.Виноградов, Г.М.Сорокин, М.Г.Колокольников. – М.: Машиностроение, 1990. – 221с.
5. Жудра А.П. Оборудование и материалы для износостойкой наплавки листовых футеровочных элементов / А.П.Жудра, А.П.Ворончук, С.И.Великий // Автоматическая сварка. – 2009. – № 9. – С.53-55.

Надійшла до редколегії 04.12.2014.