

УДК 622.807

О.В. Герасимчук, канд. техн. наук, доцент,
О.М. Голишев, д-р техн. наук, професор,
С.І.Задорожній, канд. техн. наук, доцент.
Криворізький технічний університет

ПИТАННЯ СТАБІЛЬНОЇ РОБОТИ ВИТЯЖНИХ ВЕНТИЛЯТОРІВ СИСТЕМ АСПІРАЦІЇ ГІРНИЧО-ЗБАГАЧУВАЛЬНИХ КОМБІНАТІВ

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами. В умовах тривалої експлуатації одним з видів погіршення стійкості системи аспірації є її розрегулювання внаслідок порушення структури системи. Інтенсивне зношення внутрішньої поверхні повітроводів аспіраційних систем абразивними частинками відбувається при перевищенні швидкості транспортування вище проектної, що, з одного боку, є сприятливим для процесу видалення пилу та запобігання його осіданню, а з іншого, – небажаним, тому що можливе винесення продуктів переробки.

Аналіз досліджень і публікацій. Аспіраційні установки з місцевими відсмоктувачами видаляють дуже значну кількість пилу. Вміст пилу в повітрі аспіраційних систем залежить від властивостей пилу, досконалості укриття, вологості матеріалу, який обробляється, відсутності або наявності гідрознепилювання та інш. Однак, умовам роботи тягодуттєвого обладнання, терміном їх роботи та нормалізації умов експлуатації трубопроводів приділяється замала увага як в наукових роботах так і на виробництві.

Постановка задачі. В статті розглянуто питання забезпечення безперебійної та стабільної роботи витяжних вентиляторів систем аспірації гірничо-збагачувальних комбінатів.

Викладення матеріалу і результати.

Стабільність роботи витяжних вентиляторів суттєво впливає на запобігання осідання пилу на внутрішній поверхні аспіраційних трубопроводів. Під стабільністю роботи мається на увазі час їх безперебійної роботи до стану відмови. Причини відмови роботи тягодуттєвого обладнання пов'язані з відмовою роботи самого тягодуттєвого обладнання, відмовою електродвигуна та іншими причинами. Відмова роботи тягодуттєвого обладнання можлива з таких механічних причин (рис. 1): заміни сальників; поломки муфти; поломки лопатей вентилятора; руйнування підшипників; поломки рами.

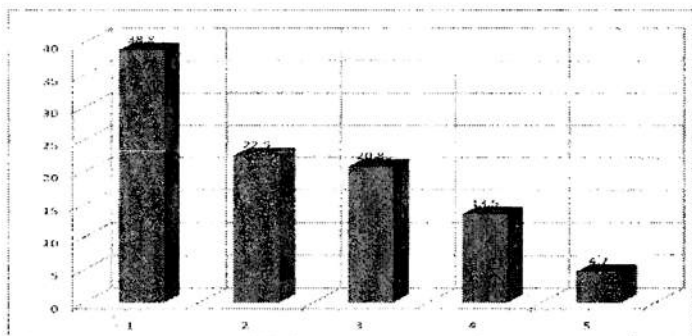


Рис. 1. Механічні причини простоїв тягодуттєвого обладнання:
 1 – заміна сальників; 2 – поломка муфти; 3 – поломка лопатей вентилятора; 4 – руйнування підшипників; 5 – поломка рами

Відмова роботи електродвигуна можлива з таких причин (рис. 2): перегрівання обмоток двигуна і спрацювання захисту; відмова електродвигуна; низький опір ізоляції; обрив фаз; спрацювання запобіжника; відмова пускача.

Інші причини простоїв тягодуттєвого обладнання (рис. 3): розгерметизація аспіраційного трубопроводу; неполадка щита керування; підготовка до пуску.

Для підвищення експлуатаційної надійності та збільшення міжремонтних строків експлуатації електродвигунів існують різні пристрої [1–2], які варто ширше використовувати у виробництві.

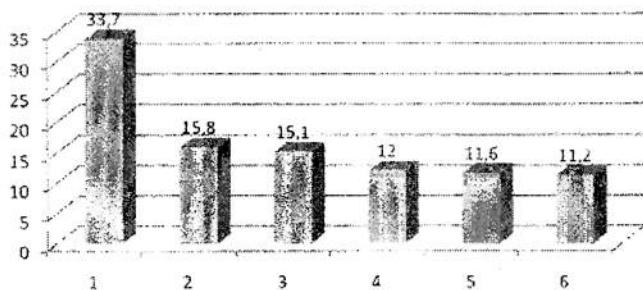


Рис. 2. Електричні причини простоїв тягодуттєвого обладнання:
 1 – перегрівання обмоток двигуна і спрацювання захисту; 2 – зношення електродвигуна; 3 – низький опір ізоляції; 4 – обрив фаз; 5 – спрацювання запобіжника; 6 – відмова пускача

Основна частина простоїв, пов'язаних з відмовою роботи тягодуттєвого обладнання, залежить від часу проведення планових

ремонтів і технічного обслуговування. Це можна пояснити недостатнім і несвоєчасним технічним обслуговуванням.

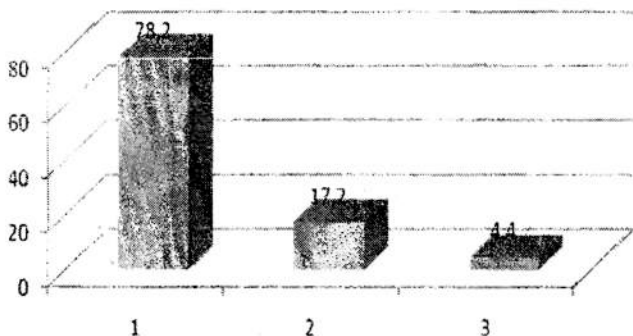


Рис. 3 Інші причини простоїв тягодуттьового обладнання:
1 – розгерметизація аспіраційного трубопроводу; 2 – неполадка щита керування; 3 – підготовка до пуску

Основною причиною відмов електродвигунів є недоліки експлуатації, у тому числі й такі як робота в нестационарних і вібраційних режимах. Наприклад, із-за неповного відкривання лопаток напрямних апаратів тягодуттьове обладнання не забезпечує проектної продуктивності, що трапляється дуже часто з причини низької професійної кваліфікації обслуговуючого персоналу тягодуттьового обладнання (машиніста димососу), і негативно впливає як на саме обладнання, так і на процес видалення пилоповітряної суміші. Тобто важливим елементом у роботі тягодуттьового обладнання є правильна підготовка до пуску.

Для простоїв, що пов'язані з відмовою електродвигуна, основними є простої, що пов'язані зі спрацюванням захисту електродвигуна і досягнення електродвигуном граничного робочого стану. Це свідчить про перевищення допустимого рівня надійності, розрахованого для стаціонарного режиму експлуатації.

Основною відмовою із групи простоїв з різних причин (рис. 3) є розгерметизація аспіраційного трубопроводу в процесі тривалої експлуатації. У більшості випадків це відбувається в результаті зношення, корозії і перевищення граничних навантажень із-за великої кількості пилу, що осів на внутрішній поверхні. При цьому дрібнодисперсний пил попадає у вузли, що рухаються, і тому необхідний більш тривалий ремонт, ніж при заміні якоїсь однієї деталі.

У реальних умовах середня наробка подібних електродвигунів на відмову складас до 1200 годин. Найбільша інтенсивність відмов

спостерігається при наробленні до 400 годин, а середнє значення інтенсивності відмов складає $0,0099 \text{ год}^{-1}$. При цьому із-за недостатньої якості виготовлення електродвигунів виникає близько 35%, а з причин недостатнього захисту відбувається 50% відмов [3]. Сам електродвигун у середньому відмовляє близько 12 раз до відправлення на капремонт [4].

Зношення трубопроводів аспіраційних систем відбувається при перевищенні швидкості транспортування вище проектних, що, з одного боку, є сприятливим для процесу видалення пилу і запобігання його осідання, а з іншого – небажано, тому що можливе унесення продуктів (вузли перевантажень і транспортування) і відбувається інтенсивне зношення внутрішньої поверхні трубопроводів абразивними частинками.

Найчастіше зношуються вузли поворотів трубопроводів з утворенням «мульди зношення». Причиною зношення є виконання відводів з невідповідним радіусом кривизни, тому що у виробничих умовах це зробити складно.

Багато фасонних елементів, які безпосередньо примикають до вентилятора з боку входу, змінюють його аеродинамічну характеристику [5].

У табл. 1 наведені параметри роботи димососів аспіраційних систем ЦВС-2 агломераційного цеху № 2 НКГЗК після експлуатації упродовж 30-40 років. Зміни бачимо в показниках швидкості, розрідження та об'ємів відсмоктуваної пилоповітряної суміші при проектних витратах для кожної з тягодуттєвих установок у $300000 \text{ м}^3/\text{год}$ і ККД у 99,0%. Суттєвим недоліком є зменшення кількості відсмоктуваного повітря в порівнянні з розрахунковими витратами. При цьому знижується розрідження як у трубопроводі, так і у відповідному укритті місцевого відсмоктування. При русі пилоповітряної суміші по аспіраційним повітропроводам зі зниженою швидкістю (що відрізняється від проектної), особливо по горизонтальним та слабопохилим ділянкам, відбувається осідання частинок пилу на стінки повітропроводу. Це призводить до її часткової або повної закупорки, що й спостерігається на практиці. Згідно з отриманими дослідними даними: об'єми перемішуваної газопилової суміші не відповідають проектним даним у 1,18 – 2,02 рази в бік зменшення; за швидкістю руху пилогазової суміші – у бік зменшення від 1,43 до 1,60 рази, і, відповідно, по розрідженню – у бік зменшення від 1,02 до 2,34 рази: за концентрацією викидів шкідливих речовин в атмосферу – у бік збільшення від 1,5 до 2,0 рази, а ККД зменшився в 1,003 – 1,030 рази.

Річна трудомісткість ремонту тягодуттєвого обладнання і повітропроводів систем вентиляції і аспірації, згідно [6], наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Параметри роботи димососів ЦВС-2 агломераційного цеху № 2 НКГЗК

№ з/п	Дата вибирання проб	Місце вибирання проб	Температура переміщеного середовища °С	Розрідження, мм водяного стовпа	Швидкість руху пилуагазової суміші, м/с	Об'єм пилуагазової суміші м ³ /год	Найменування кориної речовини	Коефіцієнт шкідливої речовини (важк.) в атмосфері, г/м ³	Коефіцієнт корисної дії, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	27.09.08-10.10.08 р.	Димосос №1	30	210	10,00	148465	пил	0,100	96,2
2	29.08.08-12.09.08 р.	Димосос №2	20	280	10,00	153036	пил	0,090	96,0
3	26.09.08-29.09.08 р.	Димосос №3	20	480	11,17	170450	пил	0,080	96,3
4	-	Димосос №4	капітальний ремонт	агломашина	№4	-	-	-	-
5	31.08.08-10.09.08 р.	Димосос №5	26	410	10,98	254249	пил	0,050	98,7
6	17.07.08-21.08.08 р.	Димосос №6	32	390	11,00	162039	пил	0,075	96,1
По проекту				490	16,00	300000	пил	0,050	99,0

Як видно з табл. 2, річна трудомісткість поточного і середнього ремонтів, найбільш поширених на ГЗК моделей димососів, коливається від 80 до 3000 людино-годин на кожний тягодуттьовий агрегат. Ручна трудомісткість поточного і середнього ремонтів повітроводів систем аспірації і повітроводів для агресивного середовища складає, у залежності від складності, від 15 до 100 людино-годин на кожні 50 м повітропроводу.

Поточний і середній ремонти передбачають усунення окремих дефектів і несправностей систем, заміну зношених деталей, очищення обладнання, повітроводів від пилу та інших відкладень, усунення нещільностей та ін. Основні роботи при поточному і середньому ремонтах виконують на місці.

Капітальний ремонт передбачає демонтаж основного обладнання, його ремонт у цеху вентиляції або на спеціалізованих ділянках ремонтних цехів. При цьому частота проведення ремонтно-відновлювальних робіт як по заміні повітроводів, так і по ремонту тягодуттьового обладнання зростає з терміном роботи аспіраційної системи.

Річна трудомісткість поточного і середнього ремонтів
вентиляційного та опалювального обладнання

Агрегати	Технічна характеристика	Річна трудомісткість ремонту, людино-годин
Димососи різних конструкцій	Д-8; Д-12;	80
	Д-18; Д-21,2;	300
	Д-35,5; Д-20	150
Повітропроводи (на 50 м довжини)	Діаметром менше, мм	
	500	15
	1000	25
	2000	35
Повітропроводи систем аспірації і для агресивного середовища (на 50 м довжини)	Діаметром менше, мм	
	500	45
	1000	75
	2000	100

Аспіраційні установки з місцевими відсмоктувачами видаляють дуже значну кількість пилу. Вміст пилу в повітрі аспіраційних систем залежить від властивостей пилу, досконалості укриття, вологості матеріалу, який обробляється, відсутності або наявності гідрознепилювання та від багатьох інших причин [7].

На думку авторів, найкращим способом зниження концентрації пилу в аспіраційному повітрі (з наступною мінімізацією проценту його осадку всередині трубопроводу), є встановлення пилоуловлюючого апарату в максимальній близькості до місця пилувиділення (його видалення місцевим відсмоктувачем).

Додатково до відмов роботи тягодутьового обладнання, його простої відбуваються також у зв'язку з проведенням профілактичних ремонтів і технічного обслуговування згідно із затвердженими планами підприємства.

Згідно з даними дробильної фабрики НКГЗК, середньорічний план-графік ремонту перевантажувальних вузлів і агломераційних машин за 2000 – 2009 роки представлений на рис.4. Продуктивність тягодутьового обладнання варіюється від 10 до 300 тис. м³/год (табл.1) при монтажі даних систем ще у 1975 р. і проведеними середніми і капітальними ремонтами в 1997 – 2001 рр.

У наведеному на рис. 4 графіку видно, що впродовж року, в залежності від місяця року, найбільшу увагу в ремонтному відношенні потребують до себе перевантажувальні вузли – близько 86 годин на місяць, і в 1,27 рази на місяць менше – ремонт агломераційних машин – близько 68годин на місяць. Із графіку також зрозуміло, що перевантажувальні вузли знаходяться в набагато гіршому стані й потребують оновлення або модернізації усієї системи.

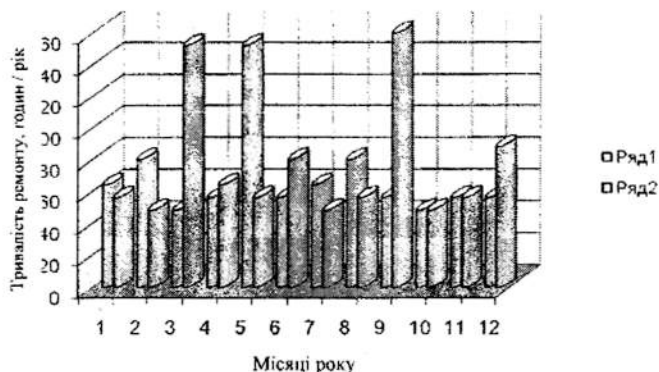


Рис. 4. Середньорічний план-графік ремонтів аспіраційного обладнання і повітроводів НКГЗК за 2000-2009 рр.:

ряд 1 – агломераційні машини; ряд 2 – перевантажувальні вузли

Згідно з даними експлуатації аспіраційних систем, наприклад, аглофабрики № 2 НКГЗК, термін зношення металу у відводах з товщиною стінки 10 мм – від 0,5 до 1,4 мм на рік, у залежності від умов експлуатації.

У результаті зношення трубопроводу і наявності вологості в 3%, трубопроводи піддаються корозії, що ще більше скорочує строк їх нормальної експлуатації. Уникнення даних небажаних явищ полягає в збільшенні товщини стінки металу трубопроводу вузла відводу в 2-6 раз і недопущенні збільшення швидкості руху повітря більше допустимих. Можливе також використання зносостійких матеріалів [8], що продовжують строк служби як відводів, так і аспіраційних трубопроводів.

Висновки

Визначено причини відмов і стабільної роботи витяжних вентиляторів, а також вплив властивостей транспортованого матеріалу на тягодуттьове обладнання. Установлено, що основна доля простоїв, пов'язаних з відмовою роботи тягодуттьового обладнання, залежить від тривалості проведення планових ремонтів і технічного обслуговування, котрі пов'язані переважно з відмовою роботи електродвигуна або складових частин димососу.

Список літератури

1. А.с. СССР № 708457, МКИ Н 02 Н 7/08. Устройство для защиты электродвигателя от перегрузки и короткого замыкания/ Косяковский Л.Я. //Б.И.-№1, 1980. - 3 с.

2. *Защита* асинхронных электродвигателей с автоматическим формированием установки срабатывания / Лазаревич Г.Г., Лабак В.И., Шкода А.А., Мурашкина И.В.// Научные аспекты повышения эффективности горнорудного производства: Сб. науч. тр. - Кривой Рог: НИГРИ, 1999. - С. 173 - 178.
3. *Надежность* асинхронных двигателей / Вансев Б.Н., Сердюк Л.И., Главный В.Д. и др.; Под ред. Вансеева Б.Н. - К.: Техніка, 1983. - 143 с.
4. *Разработка* научно-технических предложений и промышленное опробование систем виброизоляционной и релейной защиты горно-обогатительного оборудования: Отчет о НИР ИГТМ НАН Украины, х.т. 12/831. - Днепропетровск, 1999. - 90 с.
5. *Рябов А.В.* Влияние фасонных элементов воздухопроводов на аэродинамическую характеристику вентилятора высокого давления // Исследования в области обеспыливания воздуха: Сб. науч. трудов; Под ред. Ю.Г.Грачева. - Пермь: Издательство Пермского политехнического института, 1986. - С. 106-111.
6. *Халецкий И.М.* Вентиляция и отопление заводов черной металлургии: /Справочник/ - М.: Металлургия, 1981. - 240 с.
7. *Молчанов Б.С.* Проектирование промышленной вентиляции: Пособие для проектировщиков. - Л. - М.: Изд-во литературы по строительству, 1964 - 280 с.
8. *Омаргалиева С.А.* Влияние расхода поверхностно-активных веществ на изменение силы сцепления между стенками воздухопроводов и влажной пылью. - Алма-Ата .Горное дело. Казахский политехнический ин-т им. В.И.Ленина. - Вып. 11. - С. 200 - 203.

Надійшла до редакції

16.11.11