

УДК 664.123.4.02

*М.М. Пушанко, д-р техн. наук
А.М. Парахоня, асп.
Національний університет
харчових технологій*

ОСОБЛИВОСТІ ЗНОШЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ КОЛОННИХ ДИFUЗІЙНИХ АПАРАТІВ

Розглянуто конструктивні особливості транспортних систем колонних дифузійних апаратів. Проведено порівняльний аналіз характеру зношення їх елементів. Розроблено методику проведення досліджень. Наведено дані експериментальних досліджень транспортних систем колонних дифузійних апаратів типу КД2-А30 та ЕКА-3. Опрацьовані результати експериментальних досліджень, підтверджено нерівномірний характер зношення лопатей по довжині та по висоті колони. Подано можливі причини нерівномірного зношення матеріалів транспортних систем колонних дифузійних апаратів в процесі експлуатації. Встановлено механічні фактори, що впливають на процес зношення металу. Запропоновано нову систему оцінки зношуваності їх елементів в залежності від справжньої тривалості роботи дифузійної установки та від кількості переробленої сировини.

Ключові слова: лопать, транспортна система, колонний дифузійний апарат, стружка, зношення, питома навантаження.

Агресивні середовища, що використовуються при обробці та виготовленні харчових продуктів, прискорюють руйнування та вихід з ладу окремих деталей, вузлів і обладнання в цілому. В умовах сучасного виробництва все частіше постає питання зменшення витрат на виготовлення, обслуговування і ремонт машин та апаратів, що використовуються в харчовій промисловості.

В бурякоцукровій промисловості одним з важливих видів обладнання є дифузійні установки, до складу яких входять обладнання для попередньої теплової обробки стружки (ошпарювачі) та дифузійні апарати.

Дифузійні апарати поширених типів (ротаційні, колонні, нахилені) [1] відносяться до складного, великогабаритного обладнання, маса якого залежить від продуктивності. Колонні апарати середньої продуктивності 2500 — 3000 т/добу мають масу 165-200 тон. Їх корпуси складаються з окремих царг діаметром 5...6 м товщиною 12...18 мм. Транспортні системи колонних апаратів різних типів (ВМА, Буккау-Вольф, КДА, ЕКА) конструктивно поділяються на два типи — малолопатеві та багатолопатеві. Вони виконані у вигляді трубовалів діаметром 2...2,5 м з встановленими на них лопатями різної форми (Рис.1), та контролопатями закріпленими на корпусах апаратів. Кількість лопатей, наприклад, трикутного перерізу з плоскою робочою поверхнею в колонах фірми ВМА (Рис.1,а) продуктивністю 3000 т/д з висотою 17-18 м і діаметром 5-6 м, досягає 200 штук. У малолопатемих колонах аналогічної продуктивності (зарубіжних типу Буккау-Вольф та вітчизняних КДА-25, ЕКА-2 та ін.) кількість лопатей зменшена до 28-30. Вони мають довжину 1,5...1,8 м та складні форми поперечного перерізу (Рис.1).

Лопаті закріплені на трубовалах у вигляді пустотілих консолей. При переміщенні і перемішуванні сокостружкової суміші вони періодично взаємодіють з нерухомими контролопатями, прикріпленими до корпуса колони. В результаті їх взаємодії відбувається переміщення і часткове перемішування стружки. Величини пульсуючих механічних навантажень, що виникають в лопатях неоднакові по висоті колони — вони менші в нижній частині, де питома навантаження об'єму дорівнює 350 кг/м³, і більші у верхній — з питомим навантаженням 800...850 кг/м³.

© М.М. Пушанко, А.М. Парахоня, 2012

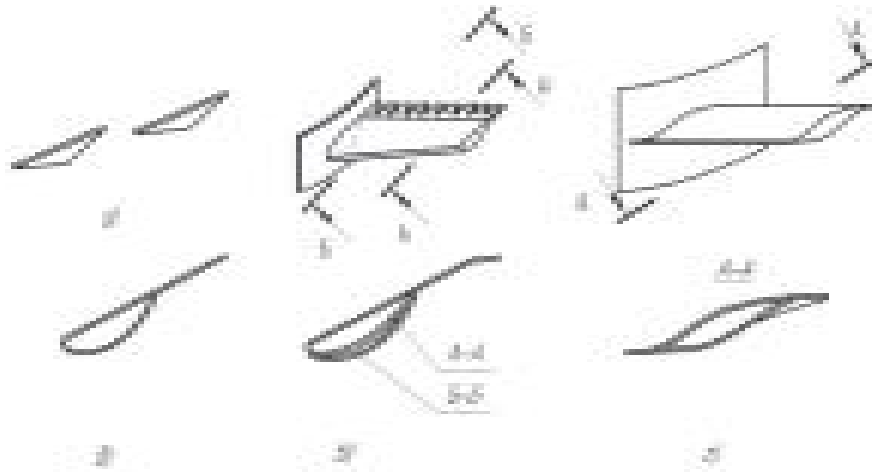


Рис.1. Конфігурація лопатей транспортних систем колон дифузійних апаратів:
а — плоскі трикутного типу (колони апаратів конструкції ВМА); *б* — каплеподібної форми (колони апаратів конструкції Буккау-Вольф); *в* — форми крила літака (колони апарати КДА-25, КДА-30 модернізованого типу та ін.); *г* — хвилеподібні (колони апаратів конструкції ЕКА-2, ЕКА-3)

Елементи транспортних систем зазвичай виготовляють із конструкційних сталей марки Ст3 або нержавіючої сталі 12Х18Н10Т (ЕКА) в комбінації з різними покриттями[2]. Працюючи в умовах знакозмінних механічних навантажень і змінних показників рН середовища складові системи, зокрема лопаті та контрлопаті, швидко зношуються.

Характер зношення деталей транспортних систем досліджувався багатьма авторами [3]. Було встановлено, що річне зношення елементів транспортних систем неоднакове по висоті колони і довжині лопатей, його величини коливаються в межах 0,6-2,3 мм/рік. Такий широкий діапазон зміни величини зношення не має достатнього обґрунтування. Прийнятий річний показник не враховує справжній термін роботи установок протягом виробничого сезону, який може мати різну тривалість (70...100 і більше діб), та кількість і якість переробленої сировини.

Нами проведені експериментальні дослідження стану зношеності дифузійних колон, що відпрацювали кілька сезонів на Лохвицькому та Узинському цукрових заводах, де встановлено колони КД2-А30 з лопатями форми крила літака (Рис.1,в), та Саливінківському (ЕКА-3) з лопатями хвилеподібної форми (Рис.1,г).

Величину зношення робочих поверхонь вимірювали ультразвуковим товщиноміром А 1207 з вмонтованим п'єзоелектричним перетворювачем. Похибка вимірів, згідно паспортним даним приладу, складає 0,1 мм (в діапазоні 0,6-300 мм).

Методика проведення досліджень включала визначення товщини стінок лопатей в різних місцях лобової частини лопатей. На Рис.2 показані місця замірів на відстані 50-100 мм від неї в трьох точках: перший — на відстані 50-100 мм від валу, другий — в середній частині лопаті, третій — на відстані 50-100 мм від її краю.

Обробка результатів досліджень підтвердила нерівномірний характер зношення лопатей, по довжині і по висоті колони. Їх результати наведені в таблиці № 1.

На зношення матеріалу транспортних систем впливають різні механічні та хімічні фактори. До механічних відносяться: контакт лопатей з сокостружковою сумішшю, різниця кількості контактів початкових та крайніх точок лопаті та зміна питомого навантаження по висоті і діаметру колони. До хімічних — зміна величини рН.

ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Таблиця 1. Результати обстеження колони КД2-А30 на Узинському цукровому заводі (початкова товщина металу 10 мм.)

Ряд №1	Лопать (мм.)		
	Перший замір	Другий замір	Третій замір
1	6,2	5,7	4,6
3	6,1	5,5	4,3
5	5,9	4,9	4,3
7	5,8	4,8	4,4
9	6,2	5,2	4,5
11	5,9	5,0	4,3
13	4,2	3,9	3,5

Сокостружкова суміш, що подається з ошпарювача, являє собою агресивне середовище, в якому присутні домішки у вигляді піску, землі, глини та інших елементів, що не були відділені від буряків в процесі очищення та відмивання. Кількість цих домішок залежить від ефективності кінцевого очищення буряків у бурякокомийних комплексах. Наприклад при переробленні бурякосировини з середньою масою коренеплоду 1 кг, якщо залишилося тільки 2 г домішок, внесе в дифузійну установку 2 кг/т таких домішок. Екстракційні установки продуктивністю 3000 т/добу переробляють за годину 125 т бурякової сировини, з якою в установку буде внесено 250 кг домішок за годину. Сумісна дія тертя такої суміші викликає абразивний та хімічний види зношення.

Дію механічних факторів пояснимо розглянувши рух початкових (біля вала) і крайніх точок лопаті та знайшовши відстані які вони проходять за один оберт. В апараті ЕКА-3 наприклад, діаметр колони 6 м, діаметр вала 2,6 м Початкова точка за один оберт проходить свій шлях по колу довжиною 8,164 м, а крайня 18,5м, тобто її шлях в 2,27 рази довший ніж у початкової. Різниця відстаней, які проходять окремі точки, розміщені на різних відстанях від трубовалу, а відповідно і кількість контактуючої сокостружкової суміші, величина змінна. Її прямолінійна змінність передбачає прямолінійний характер зношуваності лопаті в процесі експлуатації.

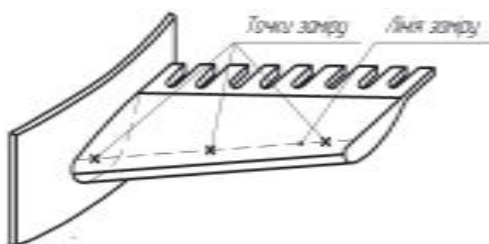


Рис.2 Схема проведення замірів

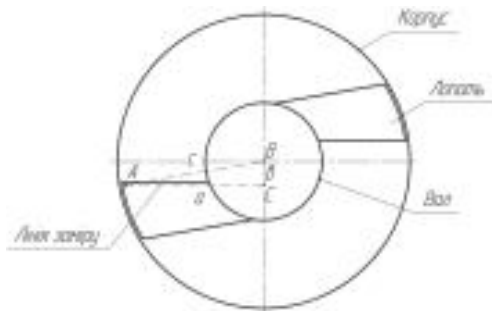


Рис.4. Схема уточнення величини діаметру руху точки

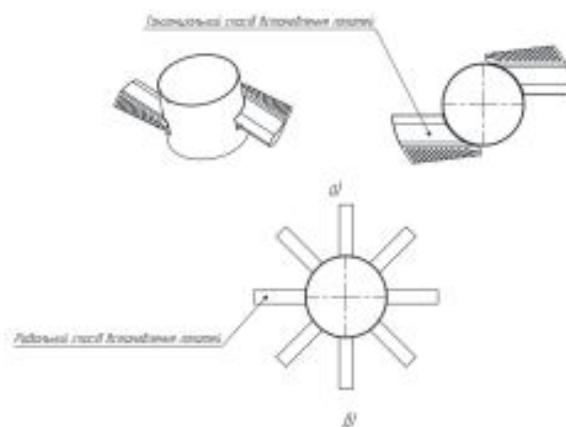


Рис. 3 а) — фрагмент малолопатевої транспортної системи з тангенціальним підводом лопастей; **б)** — фрагмент багатолопатевої транспортної системи з радіальним підведенням лопастей

Багатолопатеві транспортні системи мають радіально встановлені лопаті (Рис.3, б) і тому розрахунок швидкостей переміщення не потребує уточнення. Малолопатеві транспортні системи мають лопаті різної конфігурації [4] встановлені тангенціально (Рис.2, а). При такому розташуванні через точки, по яких проводилися дослідження, можна провести прямі, які не перетинають центр вала, а постійно зміщені на величину катета b прямокутного трикутника ABC з катетами a і b та гіпотенузою c (Рис.4).

Виразувавши величину c для кожної точки окремо, знайдемо відстань яку вона проходить.

Товщина лопаті спрацьовується за n кількість обертів. Не враховуючи дії інших факторів вважаємо, що стирання металу лопатей від дії тільки механічних факторів відбувається прямолінійно. Введемо коефіцієнт стирання k , що буде дорівнювати відношенню товщини спрацьованого металу до відстані, яку пройшла ділянка лопаті.

$$k = \frac{\Delta\delta}{2\pi Rn} \quad (1)$$

$$\Delta\delta = \delta_n - \delta_o \quad (2)$$

де δ_n — початкова товщина матеріалу лопаті, м; δ_o — дійсна товщина матеріалу лопаті на момент дослідження, м; n — кількість обертів що пройшла лопать за період експлуатації; R — радіус досліджуваної точки, м.

Рух сокостружкової суміші в пристінній зоні дифузійного колонного апарату є найбільш дослідженим. Прийmemo величину $\Delta\delta$ в ній за фіксовану номінальну, яка для наших умов дорівнює різниці початкової і дійсної товщини металу (формула (2)). Наприклад дані таблиці (для ряду №1, третьої точки заміру) $\delta_n = 10$ мм, $\delta_o = 4,6$ мм тоді $\Delta\delta = 10 - 4,6 = 5,4$ мм. Виразувавши k для цієї зони за формулою (1), знайдемо співвідношення $\Delta\delta$ до відстані, що проходить відповідна точка за період експлуатації. Знайдений коефіцієнт k використаємо для обрахунку $\Delta\delta$ наступної точки. Знаючи $\Delta\delta$ при сталому значенні δ_n знайдемо розрахункову товщину металу.

Виконані розрахунки для досліджених ділянок лопаті (формула 1,2) показали, що очікувана величина зношування металу на першій і другій ділянці замірів менша існуючої в природі і однакова на третій ділянці (Рис 5.).

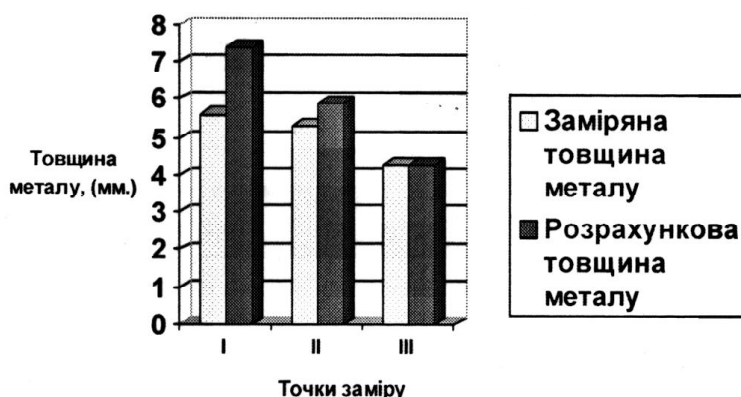


Рис.5. Заміряна та розрахункова товщина металу лопатей транспортної системи колони після експлуатації

Висновки. Відмінність розрахункових і визначених в досліджах величини зношення матеріалів транспортних систем колонних дифузійних апаратів показали, що на зношувальність поверхні лопатей впливає ряд додаткових факторів. Серед них найбільший малодосліджений вплив має зміна питомого навантаження по діаметру колони. Це призводить до зміни коефіцієнта тертя сокостружкової суміші по матеріалу лопаті. Врахування зміни коефіцієнта тертя по довжині елементів транспортних систем сприятиме збігу розрахункових і практично визначених результатів зношення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гребенюк С.М. «Технологическое оборудования сахарных заводов» — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: легкая пищевая пром-сть, 1983. — 520 с., С. 113-156.
2. Серегин А.А. Исследование и разработка рациональных транспортных систем колонных диффузионных аппаратов. Дис. канд. тех. наук — К.: КТИПП. — 1982. — 210 с., С. 93
3. Явер В.А., Гительман М.М., Ковинская С.В. и др. «Исследования износостойкости конструкционных материалов в диффузионных аппаратах непрерывного действия» — Пищевая промышленность 1980, №1 с. 39-42.
4. Серегин А.А., Пушанко Н.Н., Рогальский С.В., Адаменко В.П., Кухар В.Н., Балакан С.А. «Направления совершенствования конструкции колонных диффузионных установок в свеклосахарном производстве», К.: УкрНИИНТИ Госплана УССР, 1990. — 28с., С. 10,17,25.

Н.Н. Пушанко, А.М. Парахоня

Особенности износа элементов транспортных систем колонных диффузионных аппаратов

Рассмотрены конструктивные особенности транспортных систем колонных диффузионных аппаратов. Проведен сравнительный анализ износа их элементов. Разработана методика проведения опытов. Приведены данные экспериментальных опытов транспортных систем колонных диффузионных аппаратов типа КД2-А30 и ЭКА-3. Обработаны результаты экспериментов, подтвержден неравномерный характер износа лопастей по длине и высоте колонны. Перечислены возможные причины неравномерного износа материалов транспортных систем колонных диффузионных аппаратов в процессе эксплуатации. Установлены механические факторы, которые влияют на процесс износа металла. Предложена новая система оценки износа их элементов в зависимости от фактического времени работы диффузионной установки и от количества переработанного сырья.

Ключевые слова: лопасть, транспортная система, колонный диффузионный аппарат, стружка, износ, удельная нагрузка.

М. Pushanko, A. Parakhonia

Peculiarities of wear of the elements of transportation systems of column diffusers systems

The article considers the construction features of transport systems of columned diffusers. It gives the comparative analysis of the nature of wear of the elements. It also develops the methodology of research. The article describes the data of experimental studies of transport systems columned diffusers KD2-A30-3 and ECA type. It also revises the results of experimental studies confirmed the uneven features blades wear along the length and height of the column. There are given possible causes of uneven wear and material transport systems column diffusion devices during the operation. The paper establishes the mechanical factors that affect the metal wear. It also presents new evaluation system of the elements wear according to the right diffusion length of the installation and the amount of recycled raw materials.

Key words: blade, transport system, columned diffusers, chips, wear the specific load.

e-mail: jimp@ukr.net

Надійшла до редколегії 05.12.2011 р.