

# ХІМІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

УДК 628.511

А.І. Дубинін, В.В. Майструк

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра хімічної інженерії та промислової екології

## АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ В ЦИКЛОНІ З ПРОМІЖНИМ ВІДВЕДЕННЯМ ОСАДЖЕНОГО ПИЛУ

© Дубинін А.І., Майструк В.В., 2002

**Проведено аналіз процесу сепарації в циклоні з проміжним відведенням осадженого пилу.**

**Analyze of processes of separation of the cyclone with the intermediate diversion of the dust was carried out.**

У попередній роботі\* описана будова і робота циклона з видаленням пилу, осадженого в основній зоні розділення, в проміжний пилозбірник через прямокутні отвори циліндричної частини циклона (циклона з ПВП).

Дослідження ефективності очищення в циклоні з ПВП проводили за умови оптимальних витрат  $0.265 \text{ м}^3/\text{с}$  (визначених для циклона ЦН-15) і різних запиленостей повітря. На рис. 1 наведені результати досліджень залежності ефективності очищення від запиленості повітря для різних варіантів схем роботи циклона – з відсмоктуванням і без нього, тільки з коаксіальною конічною вставкою і вставкою в комбінації з проміжним пилозбірником.

Як бачимо, найбільш суттєве зростання ефективності очищення повітря порівняно з базовим циклоном (крива 1) спостерігається у випадку комбінованого циклона (з проміжним пилозбірником і коаксіальною вставкою) з відсмоктуванням повітря і подачею в мультициклон (крива 6) – наприклад, при  $v = 2,71 \text{ кг}$  твердої фази/кг повітря  $\eta$  збільшується на 11,4 % і досягає значення  $\eta = 92,9 \%$ . Непогані результати і для варіанта, коли звичайний циклон оснащений тільки коаксіальною вставкою – ККД зростає до 86 %, тобто на 4,5 %. Наявність коаксіальної конічної вставки відокремлює значною мірою пристінний пиловий шар, що рухається в бункер, і зменшує захоплення твердих частинок радіальним стоком.

Для більш повного уявлення процесу сепарації в модернізованому циклоні розглянемо відмінності руху частинки в такому циклоні від базового ЦН-15.

Як і в базовому циклоні, запилений потік надходить з тангенціального патрубку у кільцевий простір і закручується. Зібраний у пиловий шнур пил рухається вздовж стінки циклону і попадає в зону пилорозвантажувальних отворів. Пил під дією відцентрової сили відхиляється, попадає у кільцевий простір між корпусом циклону і перегородкою, рухається вздовж стінки перегородки і осаджується в допоміжному пилозбірнику. При роботі циклону в режимі відсмоктування,

---

\* Дубинін А.І., Майструк В.В. Циклонний апарат з проміжним відведенням твердої фази // Вісн. ДУ “Львівська політехніка”. – 1997. – № 333. – С. 196–197.

внаслідок недосконалості пилозбірника, частина пилу виноситься з нього разом з повітрям. Очевидно будуть виноситься ті частинки пилу, швидкість витання яких менша від швидкості повітря у кільцевому просторі між перегородкою і кожухом. І чим більша кількість відсмоктаного повітря, тим більше пилу буде виноситься разом з повітрям.

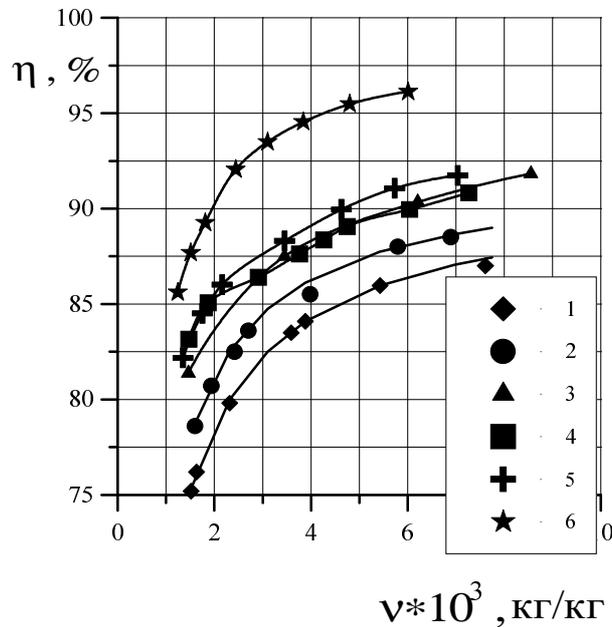


Рис. 1. Порівняння ефективності очищення циклонів:

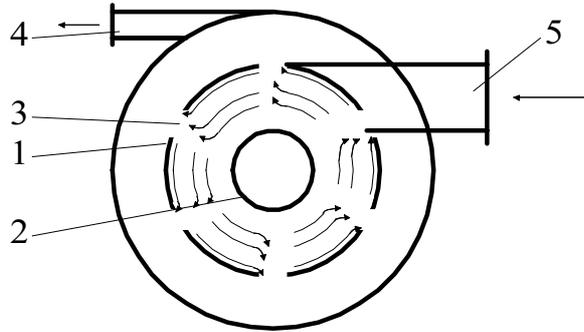
- 1 – базовий циклон ЦН-15; 2 – циклон з отворами в циліндричній частині;  
 3 – циклон з конусною вставкою; 4 – комбінований циклон з відсмоктуванням і подачею повітря за циклон ( $q = 0,02$  – відносні витрати відсмоктування, тобто відношення кількості, що відсмоктується із зони розділення, до загальних витрат запиленого газу);  
 5 – комбінований циклон з рециркуляцією повітря ( $q = 0,01$ );  
 6 – комбінований циклон з відсмоктуванням повітря і подачею в мультициклон ( $q = 0,07$ )

При подальшому русі потоку у кільцевому просторі між вихлопною трубою і корпусом циклону на частинки пилу, які не встигли відхилитись до стінки корпусу, діє відцентровий радіальний стік повітря в радіальному напрямку до стінки корпусу, який утворюється за рахунок відсмоктування повітря через пилорозвантажувальні отвори (рис. 2). Очевидно, що при збільшенні величини відсмоктаного повітря збільшується дія відцентрового радіального стоку, а, відповідно, і більша кількість пилу виноситься через пилорозвантажувальні отвори за межі циклону, збільшуючи ефективність очищення. Якщо ж все таки частинка пилу не винесеться відцентровим радіальним стоком через пилорозвантажувальні отвори, вона пройде більшу відстань в радіальному напрямку до стінки корпусу, ніж у стандартному циклоні, зменшуючи імовірність захоплення її стоком повітря до вихлопної труби.

У випадку малої вхідної концентрації, після пружного відскоку у кільцевий простір, частинка під дією відцентрової сили і відцентрового радіального стоку може бути винесена через пилорозвантажувальні отвори.

В режимі роботи циклона без відсмоктування не спостерігається дія відцентрового радіального стоку, і, відповідно, ефективність очищення є нижчою.

Частина пилу, яка не винесена через пилорозвантажувальні отвори, але під дією відцентрового радіального стоку наблизилась до стінки корпусу, при подальшому русі разом з деякою частиною потоку відтинається від основного потоку конічною вставкою. В подальшому він рухається в просторі між коаксіальними конусами до пилорозвантажувального патрубку, через який попадає в бункер, де і осаджується. Можна також сказати, що конусна вставка доповнює роботу пилорозвантажувальних отворів і відсмоктування повітря через них.



*Рис. 2. Схема руху потоку у кільцевому просторі:  
1 – корпус; 2 – вихлопна труба; 3 – пилорозвантажувальні отвори;  
4 – патрубок для відсмоктування повітря, 5 – вхідний патрубок циклону*

При повертанні потоку у вихлопну трубу основна частина пилу знаходиться біля стінки корпусу. І потік виносить в основному тільки пил, який не встиг за час руху відхилитись в радіальному напрямку до стінки корпусу циклону. В конічній частині, де діє радіальний сток до осі циклону, відстань між висхідним потоком і стінкою конічної вставки зменшується по мірі руху пилового потоку до пилорозвантажувального патрубку. Низхідний потік, який рухається по внутрішній стінці коаксіальної вставки з незначною частиною пилу, поступово переходить у висхідний, захоплюючи з собою тільки незначну частину пилу, тому що основна частина цього пилу є відокремлена конусною вставкою.

Визначення впливу пилорозвантажувальних отворів, відсмоктування повітря через них, конічної вставки на ефективність очищення показало, що ефективність циклону з пилорозвантажувальними отворами без відсмоктування є нижчою від ефективності циклону з конічною вставкою.

Узагальнюючи сказане вище, можна зробити висновок, що пилорозвантажувальні отвори в циліндричній частині корпусу, відсмоктування повітря через ці отвори, конічна вставка створюють більш сприятливі умови для сепарації пилу в циклоні, що впливає на ефективність очищення.