



Міністерство освіти і науки України  
Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
Механіко-технологічний факультет  
НДІ техніки і технологій

Представництво Польської академії наук в Києві  
Відділення в Любліні Польської академії наук  
Академія інженерних наук України  
Українська асоціація аграрних інженерів



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ  
XIX МІЖНАРОДНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ НАУКОВО-  
ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ, НАУКОВИХ  
СПІВРОБІТНИКІВ ТА АСПІРАНТІВ**

**«Проблеми та перспективи розвитку технічних та  
біоенергетичних систем природокористування»**

**(25–29 березня 2019 року)**

**присвячену 205-річчю з дня народження Т.Г. Шевченка  
під гаслом «І чужому навчайтесь, й свого не цурайтесь...»**



Київ – 2019

УДК 614.82

## МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ТВЕРДОПАЛИВНИХ ВИРОБНИЦТВ

*Єременко О. І., кандидат технічних наук, доцент  
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Актуальність.* Технологічні процеси твердопаливних виробництв на біомасі супроводжуються виділенням газів, пари, пилу, тепла, що має шкідливий вплив на організм людини і є неприпустимими факторами умов праці. Для зниження концентрації шкідливих речовин на підприємствах здійснюється низка заходів, зокрема, вентиляція повітря. Це дає змогу створювати нормативні умови роботи у виробничих приміщеннях.

*Мета роботи.* Підвищення продуктивності твердопаливних виробництв на біомасі шляхом уточнення методичних розрахунків систем вентиляції.

*Викладення основного матеріалу.* За призначенням системи вентиляції поділяють на притокові та витяжні. Для одночасного подавання свіжого і видалення забрудненого повітря улаштовують системи припливно-витяжної вентиляції. За конструкційним виконанням системи вентиляції поділяють на місцеві та загальнообмінні. На виробництвах твердих біопалив функціонують різні види вентиляційних систем і установок.

Найбільш поширені у виробничих приміщеннях твердопаливних підприємств системи припливно-витяжної вентиляції. Розрахунок їх зводиться до знаходження необхідного повітрообміну, підбору вентиляторів, калориферів, фільтрів і діаметрів повітропроводів.

Необхідний повітрообмін визначають за формулою

$$L_{\text{по}} = m \cdot V, \quad (1)$$

де  $m$  – кратність повітрообміну (приймають за галузевими нормами);  $V$  – об'єм приміщення,  $\text{м}^3$ .

Вентилятори підбирають за номограмою згідно з розрахованим повітрообміном у приміщенні і повним тиском, який повинен розвивати вентилятор, що необхідно для усунення опору фільтра, калорифера і повітропроводів. Повний тиск найчастіше становить 300-600 Па.

Для підігрівання холодного зовнішнього повітря в зимовий період використовують калорифери, які розраховують і підбирають з урахуванням витрат тепла на нагрівання повітря і площі поверхні калорифера.

Витрати тепла на нагрівання повітря визначаються так:

$$Q = L_{\text{в}} \rho c (t_{\text{вих}} - t_{\text{п}}), \quad (2)$$

де  $L_B$  – витрати повітря, м<sup>3</sup>/с;

$\rho$  – густина повітря за середньої температури в калорифері, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – питома масова теплоємність повітря, Дж/кг К° (приймають  $c = 1000$ );

$t_{\text{вих}}$  – температура повітря на виході з калорифера, °С (приймають такою, що дорівнює температурі повітря в приміщенні);

$t_p$  – розрахункова температура повітря на вході до калорифера, °С (визначають за кліматологічними даними регіону розташування підприємства).

Площу поверхні нагрівання калорифера визначають за формулою:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{сер}}}, \quad (3)$$

де  $K$  – коефіцієнт теплопередачі калорифера, Вт/м<sup>2</sup> (приймають у межах 25-30);

$\Delta t_{\text{сер}}$  – середня різниця температур теплоносія і повітря, °С.

Калорифер вибирають за умови, що поверхня його нагрівання має дорівнювати розрахунковій поверхні або бути більшою за неї.

Необхідну ефективність повітряного фільтра визначають за формулою:

$$E = \frac{q_n - q_k}{q_n} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де  $q_n$  – початкова концентрація пилу в повітрі перед фільтром, мг/м<sup>3</sup> (приймають  $q_n = 5$  мг/м<sup>3</sup>);

$q_k$  – кінцева концентрація пилу в повітрі після фільтра, мг/м<sup>3</sup> (приймають  $q_k = 0,5$  мг/м<sup>3</sup>).

За здобутим значенням і необхідним повітрообміном вибирають фільтр.

У системі вентиляції частіше застосовують повітропроводи круглого поперечного перетину. Діаметр повітропроводів розраховують за виразом:

$$d = 1130 \sqrt{\frac{L}{V}}, \quad (5)$$

де  $L_{\text{по}}$  – повітрообмін, м<sup>3</sup>/с;  $V$  – швидкість руху повітря по повітропроводу, м/с (приймають в інтервалі 4-12 м/с).

Отриманий розрахунковий діаметр повітропроводу округляють до найближчого більшого із ряду прийнятих стандартних значень діаметрів повітропроводів, (мм): 100, 125, 140, 160, 180, 200, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 710, 800, 900 та ін. Після виконання розрахунку потрібно представити повний опис вибраної системи вентиляції.

Nestro Lufttechnik – європейський виробник аспіраційного обладнання – пропонує професійне рішення проблем видалення рослинних відходів від обладнання. Модульне компонування, яке застосовують у конструкції фільтрів Nestro, дозволяє використовувати їх як на невеликому виробництві, так і на великому твердопаливному підприємстві.

У конструкції фільтрів даної фірми використовують вакуумні вентилятори, які характеризуються незаперечною перевагою перед традиційними системами з пиловими вентиляторами, що створюють надлишковий тиск усередині фільтра. Вакуумний фільтр з регульованим розрідженням повітря дозволяє створити ефективну систему аспірації зі значно меншою енергомісткістю внаслідок підвищеного ККД вакуумної турбіни. До

вакуумному фільтру Nestro може бути під'єднано будь-яку кількість трубопроводів самого різного діаметру.

Для вакуумної системи немає необхідності жорстко прив'язуватися до типорозмірів вентиляторів. Вакуумні вентилятори для кожної системи підбираються точно під задану витрату повітря і необхідне верстатів розрідження. Вакуумний вентилятор розташовують за фільтрувальною поверхнею, через нього проходить тільки чисте повітря без домішок, тому немає шуму від ударів робочого колеса по частинках, що летять.

Порівняно зі звичайною схемою організації видалення пилу від обладнання з використанням напірних вентиляторів, коли групу засобів знепилює один напірний вентилятор, централізована система аспірації більш ефективна, тому що у разі виходу з ладу одного напірного вентилятора зупиняється лінія оброблення, порушуючи тим самим технологічний цикл підприємства. Якщо те ж саме станеться у вакуумному фільтрі Nestro, то це практично ніяк не позначиться на роботі підприємства загалом, а лише незначно знизиться розрідження на аспіраційних патрубках обладнання.

Фільтри Nestro справляються зі складними завданнями, наприклад, підвищений тиск повітря на всмоктувальних патрубках (до 2500-3000 Па), коли необхідно мати аспірацію для обладнання спеціального призначення, а також на твердопаливних виробництвах, де необхідно забезпечити цілодобову роботу без зупинок і перерв. Посилена конструкція фільтра з товщиною стінок 4 мм і застосування потужних вентиляторів дозволяють забезпечити підвищене розрідження, а тиск, що створюється фільтром, може становити 4 кПа.

Для забезпечення цілодобової роботи підприємства використовують проміжні фільтри протитиску. Звичайний фільтр потрібно зупинити через 6 годин роботи на 15 хв., щоб очистити фільтрувальну тканину (за допомогою вібромоторів). Система автоматичної регенерації фільтра протитиску дозволяє йому працювати без зупинок.

Очищення відбувається за закладеною програмою під час роботи за рахунок перенаправлення потоку очищеного повітря за допомогою автоматичних перепускних заслінок, що створюють ефект протитиску поперемінно в кожній секції фільтра. Для підвищення ефективності очищення одночасно відбувається струшування рукавів.

*Висновок.* Розглянуті основні методичні підходи до розрахунків і підбору систем повітрообміну у приміщеннях твердопаливних виробництв є однією з важливих складників від час проектування даних виробництв. Сучасні досягнення провідних фірм з виробництва вентиляційного обладнання на прикладі Nestro Lufttechnik дозволяють суттєво підвищити виробничі показники за рахунок покращення умов праці.