

ків чи характеризують індивідуальні їхні параметри. За ознакою функціонального призначення малоповерхові будинки можна поділити на житлові, громадські і змішані. За кількістю поверхів вони поділяються на одно-, дво-, у т.ч. одноповерхові з мансардою, і триповерхові. Залежно від стінового матеріалу малоповерхові дерев'яні будинки можна *поділити* на дерев'яні з масивних дерев'яних деталей (рубаних і оциліндрованих колод, брусів) чи з матеріалів, виготовлених із використанням пилопродукції або відходів деревини. За конструкцією стін малоповерхові будинки можна *поділити* на укладальні (колода й брус, блоки й ін.), каркасні, панельні і щитові (дерев'яні панелі і щити), комбіновані, наприклад, цокольний або перший поверх із каменю чи цегли, а другий поверх (мансарда) із дерев'яних деталей чи конструкцій.

За соціальним рівнем малоповерхові дерев'яні житлові будинки можуть бути поділені на три основні групи: соціальні, економічні й елітарні. До соціальних належать малоповерхові житлові будинки, квартири (кімнати) у яких надаються безкоштовно чи за доступну ціну наймання або оренди за нормативами соціального мінімуму житлової площі тим громадянам, що мають право на отримання даної житлової площі. Загальна площа квартири – у межах 30 м². Малоповерхові житлові будинки, що будуються громадянами за рахунок власних коштів чи кредитів, позичок, належать до економічних (доступних). Такі будинки є в основному одноквартирними, і за наявності обладнаної й використовуваної для господарської діяльності земельної ділянки, таке житло називають садибою. Це, в основному, двоповерхові (одноповерхові з мансардою) будинки загальною площею 120-150 м². Економічний житловий будинок, при якому є невелика земельна ділянка, використовуваний тільки для відпочинку (газони, галявини, альтанки і т.п.), називають котеджем. До елітарних (висококомфортних, особливо престижних) належать одноквартирні малоповерхові житлові будинки з високими споживчими параметрами (загальною й житловою площею, кількістю кімнат, насиченості інженерним устаткуванням і т.п.). Звичайно, їх називають особняками, віллами. Загальна площа елітарних житлових будинків в останні роки встановилася на рівні 180-220 м². Вони характеризуються наявністю земельної ділянки великої площі (від 1 гектара) з парком, садом, водоймою і т.п.

За кількістю квартир малоповерхові житлові будинки поділяють на одноквартирні (елітарні й економічні будинки), двоквартирні (окремий випадок економічних і соціальних житлових будинків) і багатоквартирні (переважно соціальні житлові будинки). За періодичністю проживання малоповерхові дерев'яні житлові будинки поділяються на будинки для постійного (цілорічного) проживання, будинки для сезонного проживання (в основному – дачі) і будівлі типу садових (літніх) будиночків. Пропонована класифікація малоповерхових дерев'яних будинків не претендує на остаточну повноту й достатність, але сьогоднішній порядок із термінологією класифікація має потребу у визначеній стійкості і нормативній регламентації. Без цього сучасна нормативна база вітчизняного малоповерхового дерев'яного житлового будівництва, гостру необхідність якої відчувають усі, буде багата неточностями й погрішностями.

Література

1. Максимів В.М., Горбачова Л.Н., Маслій В.В. Тенденції розвитку дерев'яного домобудування// Наук. вісник УкрДЛТУ: 36. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.5. – С. 134-138.

2. *Справочное* пособие по деревообработке. Под ред. В.В. Кислого. – Екатеринбург: Бриз, 1995. – 346 с.

УДК 621.928.9

Доц. В.П. Куц, канд. техн. наук;

інж. О.М. Марціян – Тернопільський ДТУ ім. Івана Пулюя

РОЗРАХУНОК І ОБЛАСТІ РАЦІОНАЛЬНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ЦИКЛОНА ЗІ СТУПЕНЕВИМ ВІДВЕДЕННЯМ ПИЛУ

Викладено методику розрахунку конструктивних розмірів і технічних показників створеного і дослідженого авторами нового пиловловлюючого апарата та подано рекомендації щодо його практичного застосування.

Doc. V.P. Kuts; eng. O.M. Martsiyash – Ternopil State Technical University named after Ivan Pulyui

Calculation in rational applying of the cyclone with a stage dust separation

The article deals with the calculation of the constructive sizes and technical indicates of the new dust catcher device that was created and investigated by the authors' recommendation as to its practical usage.

Постановка проблеми. Для прискорення використання нових чи вдосконалених пиловловлюючих апаратів у конкретних умовах виробництва важливо розробити чітку методику їх розрахунку, основою якої мають бути результати теоретичних і експериментальних досліджень цих апаратів, проведених відповідно із рекомендованими для такого класу обладнання вимогами. За цією методикою, крім технічних показників – ефективності пиловловлювання і гідравлічного опору, – повинні розраховуватись розміри пиловловлювача, адже часто при виборі обладнання поряд з вимогами до технічних показників ставляться вимоги і до його габаритних розмірів.

Не менш важливо окреслити області найдодільнішого застосування цих апаратів, щоб уже на стадії проектування пилоочисних систем можна було оцінити придатність чи непридатність їх для використання в даних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оскільки в створеному авторами циклоні зі ступеневим відведенням пилу [1] поєднані принципи дії циклонних і жалюзійних апаратів, при розробці методики розрахунку цього апарата повинні враховуватись особливості розрахунку як циклонів, так і апаратів з жалюзійним відводом очищеного повітря.

Циклони відомі уже більше 100 років. Циклонній сепарації присвячено багато робіт. І хоч не всі питання циклонної очистки вивчені повно і всебічно, дослідження циклонних пиловловлювачів значно випереджають дослідження апаратів інших типів. Незважаючи на велику кількість типів і різновидів циклонних пиловловлювачів, для найпоширеніших з них розроблені детальні методики розрахунку їх технічних показників і конструктивних розмірів [2-5], які широко використовуються впродовж декількох десятиріч.

Що стосується жалюзійних пиловловлювачів, то для них практично відсутні узагальнені методики розрахунку. Автори небагатьох досліджень цих апаратів давали рекомендації лише для тих різновидностей апаратів, які вони досліджували.

Для відцентрово-інерційних пиловловлювачів із жалюзійним відводом повітря, розробка і дослідження яких розпочаті порівняно недавно [6,7,8,9], розрахунки проводяться з врахуванням як подібності, так і особливостей кожного з досліджених апаратів, що дає підстави для узагальнень і розробки універсальної методики, яку можна буде використовувати для інших різновидів цих апаратів.

Постановка завдання. Позитивні результати експериментальних і теоретичних досліджень створеного пиловловлювача, дані успішного практичного застосування цих апаратів на двох підприємствах повністю підтвердили доцільність його створення і висунули на перший план необхідність розробки простої і зручної методики його розрахунку для прискорення робіт у його ширшого практичного застосування. Суть цієї методики і рекомендації щодо областей раціонального використання пиловловлювачів такого типу викладено нижче.

Як і для відцентрово-інерційного пиловловлювача з жалюзійним відводом повітря, конструкція якого є прообразом конструкції створеного циклона зі ступеневим відведенням пилу, для розрахунку цього апарата необхідні такі початкові дані:

- кількість повітря, яке необхідно очистити, при робочих умовах Q , м³/с;
- густина газу при робочих умовах ρ , кг/м³;
- динамічна в'язкість газу при температурі роботи μ , Па·с;
- дисперсний склад пилу;
- концентрація пилу на вході в апарат $c_{вх}$, кг/м³;
- густина частинок пилу ρ_s , кг/м³;
- необхідний ступінь пиловловлювання η , %.

Визначальною величиною при розрахунках конструктивних розмірів пиловловлювача є кількість газу, яку необхідно очистити. Значення інших, важливих для цього пиловловлювача параметрів, приймалися такими, які в процесі експериментальних досліджень забезпечували найвищий показник ефективності. Це стосується швидкості проходження газу через апарат $w_{пл}$, швидкості проходження газу через жалюзійну решітку w_p , коефіцієнта живого перерізу жалюзійної решітки k_p . Що стосується швидкості очищеного газу, який виходить із апарата, то її величина залежить від розміру (діаметра) вихідної труби, який приймається залежно від значення діаметра корпусу апарата, розрахованого за необхідною продуктивністю і оптимальною швидкістю руху газу через апарат.

Оптимальні значення швидкості руху газу через апарат, при яких досягається найвищий ступінь пиловловлювання, перебувають в межах від 3,0 до 4,0 м/с. При розрахунках доцільно брати середнє значення $w_{пл}=3,5$ м/с.

Оптимальне значення швидкості проходження газу через жалюзійну решітку w_p близьке до 5 м/с. За цієї величиною була розрахована і виготов-

лена жалюзійна решітка створеного апарата, бо саме при такому значенні цієї швидкості досягалась найвища ефективність дослідженого раніше відцентрово-інерційного пиловловлювача з жалюзійним відводом повітря [7].

Значення коефіцієнта живого перерізу жалюзійної решітки також приймається таким, яке було оптимальним для того ж відцентрово-інерційного пиловловлювача з жалюзійним відводом повітря, а саме $k_p=0,4$.

Зі врахуванням прийнятих оптимальних значень швидкості руху газу через апарат $w_{пл}=3,5$ м/с, швидкості проходження газу через жалюзійну решітку $w_p=5,0$ м/с, коефіцієнта живого перерізу жалюзійної решітки k_p розрахунок конструктивних розмірів створеного апарата проводиться в такій послідовності.

1. За необхідною продуктивністю Q і оптимальною швидкістю руху газу через апарат $w_{пл}$ визначається діаметр апарата D , м:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0.785 w_{пл}}} \quad (1)$$

2. За оптимальною швидкістю проходження газу через жалюзійну решітку w_p , коефіцієнтом живого перерізу жалюзійної решітки k_p визначається висота жалюзійної решітки h_p , м:

$$h_p = \frac{Q}{\pi d_p k_p w_p} \quad (2)$$

де d_p – діаметр жалюзійної решітки, м.

При цьому треба врахувати, що для надання запиленому газовому потоку, який поступає в апарат, стійкого обертального руху, на половині оберту його навколо жалюзійної решітки вона закрита суцільним металевим листом, і на цій ділянці немає проходження очищеного газу через решітку. Отже, її площа не повинна враховуватись при розрахунку висоти.

Оскільки діаметр жалюзійної решітки в створеному апараті має збігатись з діаметром вихідної труби, а він прийнятий рівним $0,59D$, то формула (2) набуває вигляду:

$$h_p = \frac{Q}{\pi \cdot 0,59 D k_p w_p} 20200 \quad (3)$$

Решта конструктивних розмірів (висоти циліндричної і конічної частин, розміри вхідного і пилевипускного патрубків і ін.) приймаються такими, як для циклонів НИИОГаз, у частках внутрішнього діаметра D . Значення їх наведені в табл. 1.

Гідравлічний опір пиловловлювача Δp можна визначити двома способами:

а) за формулою:

$$\Delta p = \xi \frac{\rho w_{пл}^2}{2} \quad (4)$$

б) шляхом застосування для обробки експериментальних даних [10] методу графічного розв'язку рівняння $\lg \Delta p = \lg a + m \lg Q$, що дає змогу вста-

новити аналітичну залежність між величиною гідравлічного опору і витратою газу у вигляді $\Delta p = a \cdot Q^m$, з внесенням поправочних коефіцієнтів. Наявність такої залежності значно спрощує розрахунок.

Табл. 1. Розміри циклона зі ступеневим відведенням пилу у частках внутрішнього діаметра

Назва	Позначення	Значення
Внутрішній діаметр вихідної труби	d	0,59
Внутрішній діаметр пилевипускного отвору	d ₁	0,3-0,4
Ширина вхідного патрубку в циклоні	b	0,2
Ширина вхідного патрубку на вході	b ₁	0,26
Довжина вхідного патрубку	l	0,6
Діаметр середньої лінії циклона	D _{ср.}	0,8
Висота встановлення фланця	h _{фл.}	0,1
Кут нахилу кришки і вхідного патрубку	α	11°
Висота вхідного патрубку	a	0,48
Висота вихідної труби	h _т	1,56
Висота циліндричної частини циклона	H _ц	2,06
Висота конуса циклона	H _к	2,0
Висота зовнішньої частини вихідної труби	h _в	0,3
Загальна висота циклона	H	4,38
Діаметр бункера	D _б	1,5
Висота циліндричної частини бункера	H _ц ^б	3,0
Висота конічної частини бункера	H _к ^б	1,5
Діаметр пилевипускного отвору бункера	d ₁ ^б	0,6

У виразі (4) введено такі позначення: ξ – коефіцієнт гідравлічного опору, визначений експериментально [10]; ρ – густина газового потоку з врахуванням концентрації пилу, кг/м³. Поправочні коефіцієнти на діаметр, запиленість газу, компоновання для апаратів інших розмірів і для інших умов їх експлуатації приймаються такими, як при розрахунку відцентрово-інерційного пиловловлювача з жалюзійним відводом повітря;

Ефективність очистки η може бути визначена декількома шляхами. Однак найкраще збіг теоретичних розрахунків з експериментальними даними було досягнуто при використанні загальноприйнятої для відцентрових пиловловлювачів методики за парціальними коефіцієнтами очистки η_n і за фракційним складом пилу. При цьому для визначення парціальних коефіцієнтів очистки можна скористатись графіком залежності парціальних коефіцієнтів очистки від діаметра частинок для відцентрово-інерційного пиловловлювача з жалюзійним відводом повітря, приведеним в [7], оскільки саме цей апарат є прообразом створеного апарата, і в ньому використана така ж жалюзійна решітка. Там же, в [7], наведена детальна методика цього розрахунку.

Що стосується визначення раціональних умов застосування і експлуатації створеного апарата, то до уваги брались результати проведених експериментальних досліджень і дані їх експлуатації на двох підприємствах, де вони вже знайшли застосування. Тут варто виділити деякі вимоги:

1. Не рекомендується застосування апаратів цього типу діаметром більше 2000 мм в одиночному виконанні і більше 1600 мм в груповому виконанні.
2. При очистці газів з температурою більше 500 °С необхідне їх попереднє охолодження. Нормально працюють вказані пиловловлювачі при температурах газів до 200-300 °С.
3. При початковій запиленості газів більше 200-300 г/см³ рекомендується встановлювати два послідовно розміщених пиловловлювачів.
4. Створений пиловловлювач найдоцільніше рекомендується застосовувати як перший ступінь очистки пилоочисних систем, наприклад, перед електрофільтрами, рукавними фільтрами або апаратами мокрої очистки.

Що ж до загальних рекомендацій і вимог до виготовлення, монтажу і експлуатації, то при цьому можна керуватись основними вказівками, що відносяться до найпоширеніших сухих пиловловлювачів, в першу чергу, до циклонів і жалюзійних пиловловлювачів, принципи дії яких поєднані в створеному апараті.

Висновок: Позитивні результати експериментальних і теоретичних досліджень створеного циклона зі ступеневим відведенням пилу переконливо свідчать про доцільність його створення і практичного застосування.

Запропонована методика розрахунку конструктивних розмірів і технічних показників роботи дає змогу оцінити перспективу його використання в пилоочисних системах уже на стадії проектування, що, безумовно, сприяє прискоренню переходу до широкого практичного застосування. У комплексі з рекомендаціями щодо областей раціонального застосування, виготовлення, монтажу і експлуатації вона є достатньою основою для створення пиловловлювачів такого типу, їх подальшого вдосконалення і розвитку.

Література

1. Пат. 62320А Україна, 7 ВО4С 3/06. Циклон підвищеної ефективності із ступеневим відведенням твердої фази: Пат. 62320А Україна, 7 ВО4С 3/06./ Куц В.П., Марціянш О.М., Ярош Я.Д. Заявл. 20.03.03. Опубл. 15.12.03. Бюл. № 12. – 2 с.
2. Циклоны НИИОГаз/ Руководящие указания по проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации. – Ярославль: Ярославское книжное издательство, 1970. – 250 с.
3. Циклоны НИИОГаз/ Руководящие указания по проектированию, изготовлению, монтажу и эксплуатации. – Ярославль: Ярославское книжное издательство, 1971. – 94 с.
4. Кизин М.Г. Методы расчета и рекомендации по газовым циклонным аппаратам. – М.: Химия, 1970. – 243 с.
5. Методические указания для проектирования. Указания по расчету циклонов А6-52. – М.: Госстрой СССР, 1971. – 53 с.
6. Батлук В.А. Исследование процесса пылеулавливания с помощью жалюзийного инерционного пылеуловителя нового типа: Дис... канд. техн. наук: 05.17.08. – Львов, 1973. – 143 с.
7. Куц В.П. Повышение эффективности пылеулавливания в центробежно-инерционных пылеотделителях с жалюзийным отводом воздуха: Дис... канд. техн. наук: 05.17.08. – Львов, 1986. – 221 с.
8. Каспрук В.Б. Підвищення ефективності пиловловлювання в апаратах із зустрічними закрученими потоками: Дис... канд. техн. наук: 05.05.13. – Тернопіль, 1998. – 165 с.
9. Ярош Я.Д. Підвищення ефективності пиловловлювання батарейних циклонів за рахунок застосування елементів з жалюзійними решітками: Дис... канд. техн. наук: 05.17.08. – Тернопіль, 2003. – 160 с.
10. Куц В.П., Марціянш О.М., Ярош Я.Д. Визначення гідравлічного опору циклона з ступеневим відведенням твердої фази/ Вісник Сумського ДУ. Серія "Технічні науки" (Машинобудування). № 12 (58). – Суми, 2003. – 98-102 с.