

КОЛІНЬКО В.А., магістрант
ЛАПЕНКО Т. Г., кандидат технічних наук, доцент
Полтавський державний аграрний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ІНЕРЦІЙНОГО ЖАЛЮЗІЙНО-ПРОТИТОЧНОГО ПИЛОВЛОВЛЮВАЧА

В результаті вивчення літературних даних [1,2,3] і проведення експериментальних дослідів визначили, що на величину ефекту очищення повітря $E_{\text{пв}}$ і гідравлічного опору ΔP_{sv} інерційного пиловловлювача найбільше впливають наступні параметри: швидкість $V_{\text{вх}}$ повітряного потоку на вході в пиловловлювач, довжина $l_{\text{ж}}$ жалюзійної решітки, висота $h_{\text{жв}}$ вихідного вікна жалюзійного відокремлювача, висота $h_{\text{в}}$ вихідного вікна протиточного відокремлювача і глибина $h_{\text{пв}}$ осадової камери пиловловлювача (рис.1).

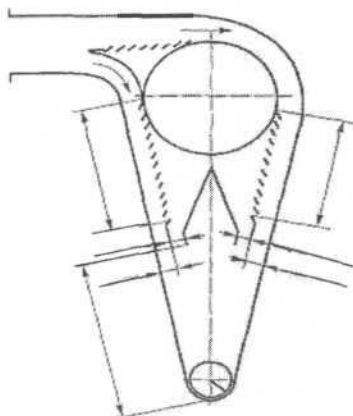


Рисунок 1 – Схема пиловловлювача

Критеріями оптимізації були $E_{\text{пв}}$ ефект очищення повітря і гідравлічний опір ΔP_{sv} інерційного пиловловлювача. Дослідження проводили при глибині осадової камери пиловловлювача $h_{\text{пв}} = 0,9$ м.

Після обробки результатів експерименту були отримані математичні моделі другого порядку ефекту $E_{\text{пв}}$ (%) очищення повітря і гідравлічного опору ΔP_{sv} (Па) інерційного пиловловлювача.

$$Y_{E_{\text{пв}}} = 95,13 - 0,41x_1 + 0,46x_2 + 0,22x_3 - 2,42x_4 - 1,16x_1^2 + 0,25x_1 \cdot x_2 - 1,11x_2^2 - -1,43x_2 \cdot x_3 + 0,45x_2 \cdot x_4 - 1,90x_3^2 + 0,23x_3 \cdot x_4 - 0,10x_4^2 \quad (1)$$

$$Y_{\Delta P_{\text{св}}} = 102,6 + 35,5x_1 - 9,2x_2 - 10,6x_3 - 23,3x_4 + 10,9x_1^2 + x_1 \cdot x_2 - x_1 \cdot x_3 - 5,1x_1 \cdot x_4 + 2,9x_2^2 - 2,1x_2 \cdot x_3 + 2,6x_2 \cdot x_4 - 3x_3^2 + 1,3x_3 \cdot x_4 + 5,0x_4^2$$

Аналіз математичних моделей (1) і (2) проводили за допомогою двовірних перерізів поверхні відгуку (рис. 2). Максимальне значення ефекту очищення повітря $E_{\text{пв}} = 97,5\%$ досягається при $x_1 = -0,18$ ($V_{\text{вх}} = 7,6$ м/с); $x_2 = -0,02$ ($h_{\text{жв}} = 0,045$ м); $x_3 = 0,02$ ($h_{\text{пв}} = 0,05$ м) і $x_4 = -1$ ($l_{\text{ж}} = 0,4$ м). Гідрравлічний опір при цих рівнях факторів $\Delta P_{\text{св}} = 109,2$ Па.

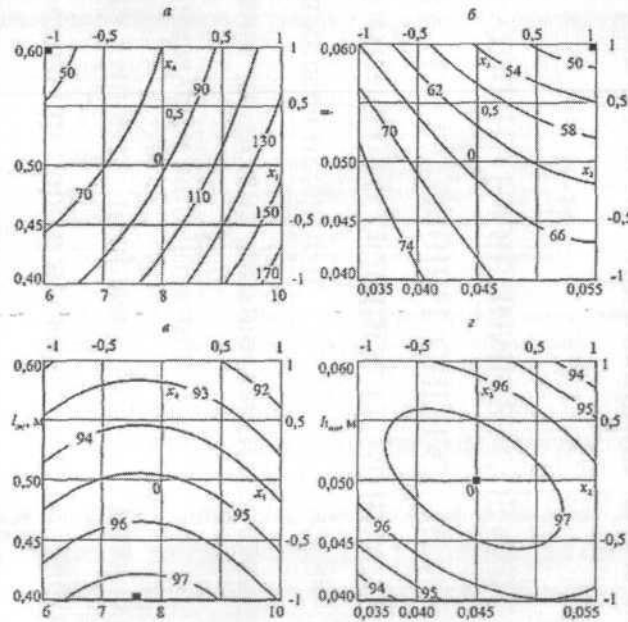


Рисунок 2 - Двовірні перерізи поверхні відгуку, що характеризують гідрравлічний опір $\Delta P_{\text{св}}$ ($V_{\text{вх}} = 6$ м/с; $h_{\text{жв}} = 0,055$ м; $h_{\text{пв}} = 0,06$ м; $l_{\text{ж}} = 0,6$ м) (а, б) та ефект $E_{\text{пв}}$ очищення повітря ($V_{\text{вх}} = 7,6$ м/с; $h_{\text{жв}} = 0,455$ м; $h_{\text{пв}} = 0,05$ м; $l_{\text{ж}} = 0,4$ м) (в,г)

У той же час мінімальні значення гідрравлічного опору $\Delta P_{\text{св}} = 47,0$ Па можуть бути досягнуті при наступних рівнях факторів: $x_1 = -1$ ($V_{\text{вх}} = 6$ м/с); $x_2 = 1$ ($h_{\text{жв}} = 0,055$ м); $x_3 = 1$ ($h_{\text{пв}} = 0,060$ м) і $x_4 = 1$ ($l_{\text{ж}} = 0,60$ м).

Збільшення швидкості $V_{\text{вх}}$ повітряного потоку від 6 до 10 м/с (рис. 2 а) при $l_{\text{ж}} = 0,6$ м призводить до збільшення гідрравлічного опору на 73 Па (від 47 до 120 Па).

Збільшення довжини $l_{\text{ж}}$ жалюзійної решітки (рис.2 а) до максимальних значень у вивченому інтервалі при $V_{\text{вх}} = 6$ м/с знижує гідрравлічний опір інерційного пиловловлювача на 32 Па (від 79 до 47 Па).

Збільшення висоти $h_{\text{жв}}$ вихідного вікна жалюзійного відокремлювача і висоти $h_{\text{пв}}$ вихідного вікна протиточного відокремлювача веде до зниження гідрравлічного опору. Так, при зміні висоти $h_{\text{жв}}$ вихідного вікна жалюзійного відокремлювача (рис. 2 б) від 0,035 до 0,055 м при $h_{\text{пв}} = 0,06$ м гідрравлічний опір знижується на 19 Па (від 66 до 47 Па).

При зміні швидкості від 6,0 до 7,6 м/с (рис. 2 в) збільшується ефект очищення повітря на 1,2 % (від 96,3 до 97,5 %), подальше збільшення швидкості до 10 м/с зменшує ефект очищення на 1,7 % (від 97,5 до 95,8 %).

Збільшення довжини $l_{\text{ж}}$ жалюзійної решітки від 0,40 до 0,60 м при $V_{\text{вх}} = 7,6$ м/с знижується ефект очищення повітря (рис. 2 в) на 5,2% (від 97,3 до 92,3%).

Збільшення висоти $h_{\text{пв}}$ вихідного вікна протиточного відокремлювача (рис. 2 г) від 0,040 до 0,050 м при $h_{\text{жв}} = 0,045$ м, веде до збільшення ефекту очистки на 2,0 % (від 95,5 до 97,5 %), подальше збільшення $h_{\text{пв}}$ до 0,06 м знижує ефект $E_{\text{пв}}$ на 1,7 % (від 97,5 до 95,8 %).

В результаті проведеного аналізу були визначені оптимальні значення досліджуваних факторів: швидкість повітряного потоку на вході в пиловловлювач $V_{\text{вх}} = 6,5 \dots 8,5$ м/с, довжина жалюзійної решітки $l_{\text{ж}} = 0,40 \dots 0,50$ м, висота вихідного вікна жалюзійного відокремлювача $h_{\text{жв}} = 0,040 \dots 0,050$ м і висота вихідного вікна протиточного відокремлювача $h_{\text{пв}} = 0,045 \dots 0,055$ м.

Далі були проведені експерименти по обґрунтуванню оптимальної глибини $h_{\text{пв}}$ осадової камери пиловловлювача, які показали незначний вплив $h_{\text{пв}}$ на гідрравлічний опір $\Delta P_{\text{св}}$ пиловловлювача. Тому критерієм оптимізації являється ефект $E_{\text{пв}}$ очистки повітря.

Змінюваними чинниками були глибина $h_{\text{ос}}$ осадової камери пиловловлювача (від 0,5 до 0,9 м через 0,1 м) і швидкість $V_{\text{вх}}$ повітряного потоку на вході в пиловловлювач (від 4,5 до 8,5 м/с через 1 м/с).

За результатами експерименту побудовані графічні залежності зміни ефекту $E_{\text{пв}}$ очищення від швидкості $V_{\text{вх}}$ повітряного потоку на вході в пиловловлювач і глибини $h_{\text{ос}}$ пилоосадової камери (рис. 3). З графіків видно, що у всьому діапазоні зміни $h_{\text{ос}}$ при збільшенні швидкості від 4,5 до 7,5 м/с ефект очищення повітря зростає. Подальше збільшення швидкості $V_{\text{вх}}$ призводить до зниження ефекту $E_{\text{пв}}$. Так, наприклад, при глибині $h_{\text{ос}} = 0,8$ м ефект очищення зростає на 3,2% (від 93,5 до 96,7%), потім знижується на 0,5% (від 96,7 до 96,2%). Зниження ефекту $E_{\text{пв}}$ пояснюється тим, що при збільшенні швидкості в осадовій камері пиловловлювача погіршуються умови осадження легких частинок.

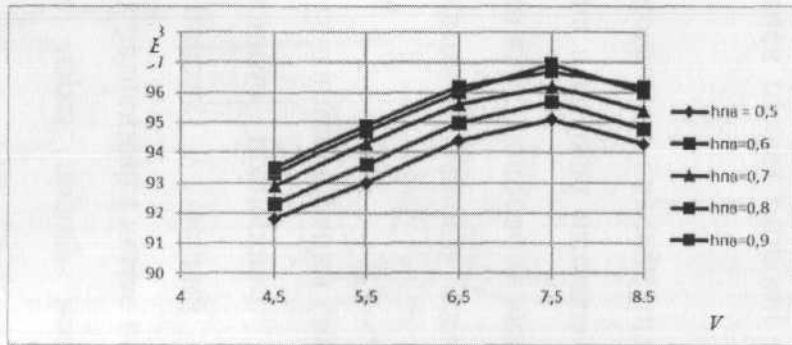


Рисунок 3 - Залежності ефекту $E_{\text{пв}}$ очищення від швидкості $V_{\text{вх}}$ повітряного потоку

При збільшенні глибини $h_{\text{ос}}$ пилоосадової камери від 0,5 до 0,9 м ефект $E_{\text{пв}}$ очищення повітря зростає. Так, при збільшенні глибини від 0,5 до 0,9 м при швидкості $V_{\text{вх}} = 7,5$ м/с, ефект очищення збільшується на 1,8% (від 95,1 до 96,9%).

Найбільш інтенсивна зміна ефекту забезпечується при збільшенні глибини $h_{\text{ос}}$ до 0,8 м. При подальшому збільшенні глибини $h_{\text{ос}}$ зростання $E_{\text{пв}}$ уповільнюється і стає незначним. Відбуваються явища обумовлені тим, що при малій глибині камери ядро струменя потоку повітря досягає її дна і перешкоджає осадженню пилу. При $h_{\text{ос}} = 0,8$ м ядро струменя не

досягає дна камери. Подальше збільшення глибини камери малоефективне.

Отже, визначено оптимальні конструктивно-технологічні параметри інерційного жалюзійно-протиточного пиловловлювача: швидкість повітряного потоку на вході в пиловловлювач $V_{\text{вх}} = 6,5 \dots 8,5$ м/с, довжина жалюзійної решітки $l_{\text{ж}} = 0,4 \dots 0,5$ м, висота вихідного вікна жалюзійного відокремлювача $h_{\text{жв}} = 0,04 \dots 0,05$ м, висота вихідного вікна проти точного відокремлювача $h_{\text{в}} = 0,045 \dots 0,055$ м, глибина осадової камери $h_{\text{ос}} \geq 0,8$ м.

СПИСОК В ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздев О.В. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв: навч. посібн. Вінниця: Нова Книга, 2008. 488 с.
2. Хомлюк Н.І. Олексюк В.П. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288 с.
3. Якуба О.Р., Савченко-Перерва М.Ю., Сабадаш С.М. Механічні пиловловлювачі та фільтри в технології комплексного очищення харчових пилоподібних продуктів: монографія. Суми: СНАУ, 2017. 203 с.