

Зменшення опору повітропроводів пневматичних сівалок

В статті розглянуті системи повітророзподілу пневматичних висівних систем та вплив місцевих опорів на якість повітропостачання на окремі висівні апарати. Проаналізовано вплив швидкості потоку повітря в повітропроводі на вид течії повітряного потоку. Запропоновано метод розрахунку діаметра повітропровода для уникнення впливу місцевих опорів на якість повітропостачання.
повітропровід, пневматична висівна система, місцеві опори, діаметр повітропровода

Тенденція розвитку посівних машин показує напрям збільшення ширини захвату за рахунок збільшення кількості посівних секцій. Для сівалок з механічними висівними апаратами, в яких дозування потоку насіння здійснюється на кожну посівну секцію

© С.А. Мартиненко, Т.М. Ауліна, Л.С. Світецька, 2011

окремим висівним апаратом, цей фактор не впливає на якість роботи машини в цілому. Пневматична висівна система сівалки складається з джерела розрідженого або надлишкового повітря, системи повітропроводів та власне висівних апаратів. Система повітропроводів призначена для забезпечення висівних апаратів сталим тиском повітря і тому вона є найбільш важливою частиною пневматичної сівалки. Системи повітропроводів поділяють на індивідуальні та колекторні. Обидві системи мають як недоліки, так і переваги. Зокрема індивідуальна система збільшує габарити сівалки, не здатна забезпечити високу рівномірність аеродинамічних параметрів на вході в кожний висівний апарат, особливо при їх великій кількості. Збільшення кількості посівних секцій погіршує умови роботи для периферійних посівних секцій оскільки потребує більш розгалужену систему повітропроводів. Збільшується довжина повітропроводів, кількість місцевих опорів. Для вирівнювання вказаних параметрів треба додавати спеціальні пристрої, що також ускладнює конструкцію сівалки [1]. В той же час є можливість збільшувати ширину захвата за рахунок подовження рами та встановлення на ній додаткових посівних секцій. Таким чином, наприклад, сівалка СУПО-6 була модифікована до СУПО-9. Колекторні системи повітропостачання є більш компактними. Аеродинамічні параметри посівних секцій є однакові, що забезпечує рівномірність повітропостачання. Але збільшення кількості посівних секцій задля збільшення ширини захвата сівалки потребує значних переробок конструкції сівалки.

Таким чином, конструктору треба визначитися зі способом забезпечення повітропостачання з урахуванням вищевказаних вад та переваг. В той же час відомо, що при ламінарному режимі руху повітря місцевими опорами можна знехтувати [2].

Метою наших досліджень було визначення можливості забезпечення ламінарного потоку повітря у пневмосистемі сівалки зі збереженням потрібних для роботи параметрів розрідження або тиску повітря та потужності вентилятора.

Відомо, що вид потоку визначається числом Рейнольдса - R_e . При $R_e \leq 2300$ маємо гарантовану ламінарну течію. $R_e = 2300 \dots 4000$ перехідна, критична область. $R_e \geq 4000$ – турбулентна течія. Величина числа Рейнольдса визначається за формулою

$$R_e = \frac{V_{кр.} d}{\nu}, \quad (1)$$

де $V_{кр.}$ - швидкість течії повітря, при якій має місце перехід від ламінарного до турбулентного режиму, м/с;

d - внутрішній діаметр труби, м;

ν - кінематична в'язкість повітря, $1,5 \times 10^{-5}$ м²/с.

Таким чином, потрібно визначити критичну швидкість повітря при якій буде забезпечено ламінарний потік повітря. З іншого боку, швидкість потоку повітря визначає величину розрідження в вакуумній камері висівного апарату.

Розрідження в вакуумній камері для дискового пневматичного висівного апарату, що необхідне для гарантованого присмоктування насіння з урахуванням впливу аеродинамічного поля повітря отвору та маси насіння у насінневій камері визначається за формулою [3].

$$H \geq \frac{Q}{Skf} \sqrt{1 + \left(\frac{V_d^2}{gr_d}\right)^2} - \frac{2V_d^2}{gr_d} \sin\beta, \quad (2)$$

де $Q = mg$ - сила тяжіння, кгм/с²;

S - площа отвору, що присмоктує, м²;

f - динамічний коефіцієнт тертя насіння о висівний диск;

k - коефіцієнт присмоктування;

V_d - швидкість руху диску по діаметру отворів що присмоктують, м/с;

g - прискорення вільного падіння;

r_d - радіус кола отворів що присмоктують, м;

β - кут виходу насіння що присмоктує з насінневої маси.

При цьому витрати повітря через один висівний апарат будуть

$$q = \frac{1}{4} \eta \pi d_0^2 z \sqrt{\frac{2gH}{\gamma}}, \quad \text{м}^3/\text{с}, \quad (3)$$

де η - коефіцієнт аеродинамічного опору висівного диску – 5491,45 [4];

z - кількість відкритих отворів що присмоктують по довжині вакуумної камери;

γ - щільність повітря, 1,2 кг/м³;

d_0 - діаметр отвору що присмоктує, м².

Діаметр повітропроводу що забезпечить потрібних витрат повітря

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{q}{\pi V}}, \quad (4)$$

де V - швидкість повітря в повітропроводі, м/с.

Відповідно до [5] $V \geq 10$ м/с, оскільки при менших швидкостях має місце відкладання пилу у повітропроводі.

Таким чином, підставляючи (4) в (1), отримуємо:

$$V_{кр.} = \frac{R_e \cdot v}{1,13 \sqrt{\frac{q}{\pi}}} \quad (5)$$

Ця формула дозволяє нам підрахувати потрібний діаметр повітропроводу, що забезпечить ламінарний потік повітря у повітропроводу. Для цього треба провести розрахунки по формулах (2) та (3), підставляючи в них потрібні значення елементів висівного диску та фізико-механічних властивостей насіння що висівають. Значення R_e обираються такими що забезпечують ламінарний потік. Підбором величини діаметру повітропроводу досягають потрібне значення швидкості руху повітря, що з одного боку забезпечує ламінарний режим руху повітря, а з іншого – потрібну величину розрідження в вакуумній камері саме для даного сорту насіння.

Для прикладу проведемо розрахунки для пневматичної овочевої сівалки. Цей вибір обумовлено різноманіттям насіння що висівають і, як наслідок, великою номенклатурою висівних дисків. Вихідні дані для розрахунків: діаметри отворів що присмоктують, кількість відкритих отворів що присмоктують по довжині вакуумної камери, коефіцієнти аеродинамічного опору висівного диску. Для спрощення розрахунків використаємо середню величину розрідження в вакуумній камері для дискового пневматичного висівного апарату, що необхідне для гарантованого присмокування насіння з урахуванням впливу аеродинамічного поля отвору та маси насіння у насінневій камері $H = 3100 \text{ Па}$ [6]. Швидкість повітря в повітропроводі 10 м/с. Проведені розрахунки зведемо в таблицю 1.

Таблиця 1 – Діаметри повітропроводів, що забезпечать ламінарний потік повітря

z	d_0 , мм	$\pi d_0^2 / 4$, мм ²	q , м ³ /с	d , м
9	4,0	113,06	0,036	0,038
27	3,0	149,74	0,0482	0,044
29	1,0	22,765	0,021	0,029
29	1,5	51,22	0,026	0,033
29	2,0	91,06	0,031	0,036
45	1,2	50,87	0,0254	0,032

Користуючись значеннями з табл.1 побудуємо графік визначення діаметру повітропроводу, який забезпечує ламінарний потік повітря в залежності від сумарної площі отворів що присмоктують яки приходяться на переріз вакуумної камери (рис.1).

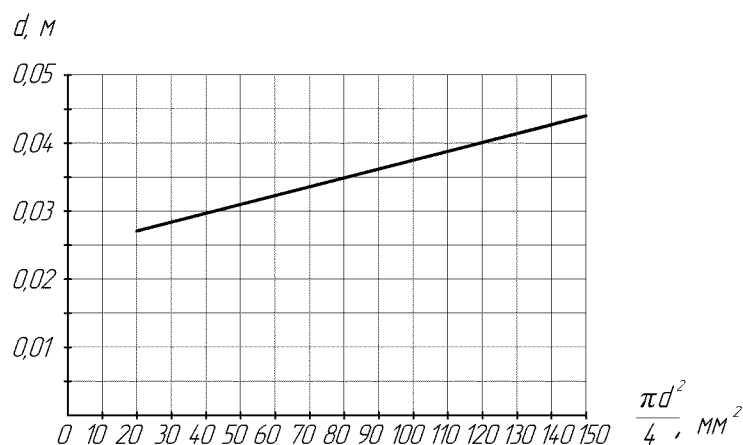


Рисунок 1 – Залежність діаметру повітропроводу від сумарної площі отворів, що присмоктують

Висновки:

1. На підставі аналізу тенденцій розвитку посівних машин виявлена необхідність врахування збільшення довжин повітропроводів та наслідки, до яких це зводить.

2. Запропонована методика розрахунків системи повітропостачання для зменшення впливу місцевих опорів пневмосистеми в цілому.

3. Приведена формула розрахунку діаметру повітропроводу з урахуванням елементів висівного диску та фізико-механічних властивостей що висівають.

4. Проведено розрахунок діаметру повітропроводу для овочевої сівалки СУПО-9, та побудовано графік його залежності від сумарної площі отворів що присмоктують які приходяться на переріз вакуумної камери.

Список літератури

1. Деклараційний патент 28649 А Україна, МПК 6А 01 С 7/04. Пневматичний висівний апарат/ Мартиненко С.А.; заявник та патентовласник Кіровоградський інститут сільськогосподарського машинобудування. - №97074053; заявл. 22.07.97; опубл. 16.10.2000, Бюл. №5(2 ч.).
2. Повх И.Л. Техническая гидромеханика / Повх И.Л. – М.: Машиностроение. – 1978. – 463с.
3. Мартиненко С.А. Деякі теоретичні аспекти роботи пневматичного висівного апарата / С.А. Мартиненко, М.В. Остапчук // Наукові записки. –Вип.8.- Кіровоград: КНТУ, 2007.- С.48-50.
4. Пневматические сѣялки: конструирование и расчет / [Мартыненко С.А., Мещишена Л.Г., Погорельий Л.В. и др.]; под ред. Л.В. Погорелого. – К.: Техніка, - 224с.
5. Волошин А.И. Механика пневмотранспортирования сыпучих материалов / А. Волошин, Б. Пономарев.- К.: Наукова думка, 2001. – 520с.
6. Моргунов Ю.А. Высевающие аппараты овощных сеялок / Юрий Моргунов, Гарри Пекерман // Тракторы и с.-х. машины. – 1982.- №10.- С. 28 – 29.

С. Мартыненко, Т. Аулина, Л. Свитецкая

Уменьшение сопротивления воздухопроводов пневматических сѣялок

В статье рассмотрены системы воздухораспределения пневматических высевных систем и влияние местных сопротивлений на качество воздуховоснабжения отдельных высывающих аппаратов. Предложена методика расчета диаметра воздухопровода для предотвращения влияния местных сопротивлений на качество воздуховоснабжения.

S. Martinenko, T. Aulina, L. Svitecka

Reduction resistance air pipes of pneumatic seeders

In article systems of distribution of air of pneumatic sowing systems and influence of local resistance on quality of supply are considered by air of separate sowing devices. The design procedure of diameter of an air line for elimination of influence of local resistance on quality of supply is offered by air.

Одержано 20.09.11