

Винахід належить до сільськогосподарського машинобудування, зокрема до посівних машин, а саме до їх повітророзподільних органів.

Відомий повітророзподільник пневматичної сівалки (Патент Румунії №53414, кл. А01С7/04), з'єднаний з вентилятором, з примикаючими до його бокової зовнішньої поверхні повітропроводами, вхідні отвори яких збільшуються в діаметрі від центру до периферії.

Недоліком відомого повітророзподільника є неузгодженість його геометричних розмірів, опору пневматичної мережі, яку він живить, і діаметрів вхідних отворів, що приводить до нерівномірних витрат повітря в повітропроводах, з'єднаних з висівними апаратами сівалки, хоча в деяких випадках, коли перелічені параметри випадково знаходяться в оптимальному співвідношенні, цей устрій забезпечує рівномірні витрати повітря у висівних апаратах.

Відомий також повітророзподільник пневматичної сівалки (А.с. СССР №1713471, кл. А01С15/04, 1990), виготовлений з порожнистої циліндричної труби з розташованими по всій її довжині і сполученими з внутрішньою поверхнею повітропроводами, площа поперечного перерізу яких збільшується в напрямку від вентилятора до периферії повітророзподільника згідно з співвідношенням

$$\left[1 + 0.5 \left(1 - \frac{f_{\text{отв.}i}}{f_w} \right)^{3/4} \right] \frac{1}{f_{\text{отв.}i}} - 1 + 0.5 \left(1 - \frac{f_{\text{отв.}i} - 1}{f_w} \right)^{3/4} \frac{2}{f_{\text{отв.}i}} - \frac{32}{\pi^2 D_e^3} \left[i^2 - (i-1)^2 + \frac{\lambda_i L}{2(n-1)D_e} (i-1)^2 \right] = 0.$$

де f - площа поперечного перерізу отвору повітропровода, м²;

L - відстань від осі периферійного повітропровода до осі вентилятора, м;

λ - коефіцієнт опору тертя в повітророзподільнику;

μ - коефіцієнт витікання;

i - порядковий номер повітропровода, починаючи рахувати від периферії до центру ($i = 2, 3, 4, \dots, n$);

$2n$ - рядність сівалки;

D_e - еквівалентний діаметр повітророзподільника, м;

У відомій конструкції повітророзподільника для кожного висівного апарата по ширині захвату сівалки необхідно мати індивідуальний повітровод, що збільшує номенклатуру деталей і ускладнює технологію виготовлення сівалки.

Завданням даного винаходу є спрощення будови повітророзподільника при рівномірній сівбі насіння по ширині захвату сівалки.

Вирішення завдання досягається тим, що площі вхідних отворів повітророзподільника змінюються згідно з співвідношенням

повітророзподільника, м²;

f_w - площа прохідного перерізу штуцера, м²;

D_e - еквівалентний діаметр

повітророзподільника, м;

i - порядковий номер вхідного отвору повітророзподільника, рахуючи від периферії до центру ($i = 2, 3, 4, \dots, n/2$);

n - рядність сівалки;

λ_B - коефіцієнт гідравлічного опору повітророзподільника;

L - робоча довжина повітророзподільника, м.

В запропонованій конструкції повітророзподільника використовуються однакові повітроводи, що зменшує номенклатуру деталей і спрощує конструкцію сівалки, а рівномірність сівби по її ширині захвату досягається за рахунок змінних площ вхідних отворів повітророзподільника згідно запропонованого співвідношення.

На рисунку (фіг.1) зображена схема запропонованого повітророзподільника. Повітророзподільник складається з двох симетричних ділянок А і В порожнистої циліндричної труби і еквівалентним діаметром D_e , периферійні кінці якої заглушені фланцями 2, а в центральній її частині внутрішня запона труби з'єднана з вентилятором 3. На боковій поверхні повітророзподільника на відстані l_0 по всій його довжині виконані вхідні отвори 4 по $n/2$ на кожній ділянці, які мають різні площі прохідних перерізів $f_{\text{отв.}i}$. До зовнішньої бокової поверхні повітророзподільника на відстані l_0 по всій його довжині співвісно з вхідними отворами 4 примикають штуцера 5 однакової довжини по $n/2$ на кожній ділянці, сполучені через повітропроводами 6 з висівними апаратами 7.

Повітророзподільник працює таким чином. Під дією вентилятора 3 повітря відводиться з запони повітророзподільника 1, в якій створюється вакуум і за рахунок цього повітря через вхідні отвори 4 починає надходити в повітророзподільник і по штуцерах 5 і повітропроводах 6 з висівних апаратів 7.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що швидкість потоку повітря всередині повітророзподільника в напрямку від периферії до вентилятора збільшується. Це пов'язано з тим, що швидкість потоку повітря вздовж вісі повітророзподільника в напрямку до вентилятора збільшується, оскільки в цьому напрямку відбувається відсмоктування повітря з висівних апаратів. В зв'язку з цим динамічний тиск, згідно закону збереження енергії, зменшується. Частина статичного тиску витрачається також на подолання опору повітророзподільника. Тому розрідження в повітророзподільнику в напрямку до вентилятора збільшується і відбір повітря з висівних апаратів виходить нерівномірним.

Для досягнення завдання запропонованого технічного рішення одержана залежність змін площ вхідних отворів повітророзподільника по його довжині для рівномірного відсмоктування повітря з висівних апаратів. Для об'єму повітря, обмеженого $i - m$, ($i - 1$) - м перерізами та стінками повітророзподільника, запишемо рівняння кількості руху в проекції на поздовжню вісь повітророзподільника

де $f_{\text{отв.}}$ - площа вхідного отвору

де P - статичний тиск в перерізах

повітророзподільника, Па;
 F - площа прохідного перерізу
 повітророзподільника, m^2 ;
 P - периметр повітророзподільника, м;
 l_0 - відстань між вісями суміжних вхідних
 отворів повітророзподільника, м;
 ρ - густина повітря, kg/m^3 ;
 V_n - швидкість потоку повітря в перерізах
 повітророзподільника, м/с;
 τ - дотичне напруження в перерізах
 повітророзподільника, Н/м, яке висловлюється

тут λ_{n-1} - коефіцієнт гідравлічного опору в перерізі
 1 повітророзподільника.

Умова рівномірного відбору повітря з суміжних
 висівних апаратів записується у слідуючому
 вигляді:

де n - рядність сівалки.

Підставляючи в рівняння (1) значення V_{ni} та
 V_{n-1} з (3) і враховуючи, що $l_0 = L/(n - 1)$, одержимо

де L - робоча довжина повітророзподільника, м;
 D_e - еквівалентний діаметр
 повітророзподільника, м.

З умови рівномірного відбору повітря площу -
 го вхідного отвору можна встановити

де $f_{отв.i}$ - площа i - го вхідного отвору
 повітророзподільника, m^2 ;

$Q_{n/2}$ - витрати повітря в перерізі $n/2$
 повітророзподільника, m^3/c ;

$V_{отв.i}$ - швидкість потоку повітря в i - му
 вхідному отворі повітророзподільника, м/с.

Швидкість руху потоку повітря в i - му вхідному
 отворі повітророзподільника визначимо,
 використовуючи відому формулу витікання
 (Альтиуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П.
 Гидравлика и аэродинамика. - М.: Стройиздат,
 1987. - С.303)

де μ - коефіцієнт витрат;

P_a - атмосферний тиск, Па.

Для визначення μ_i , запишемо рівняння
 Бернуллі для ділянки а-б

де ΔP_{a-b} - втрати тиску на ділянці а-б, Па, які
 складаються з втрат у висівному апараті $\Delta P_{вв}$,
 втрат на тертя при русі повітря в повітроводі $\Delta P_{мр}$,
 втрат при вході потоку повітря в штуцері $\Delta P_{вх}$
 втрат на тертя при русі потоку повітря в штуцері
 $\Delta P_{ш}$ і втрат при вході потоку повітря в отвір
 повітророзподільника $\Delta P_{отв.i}$

Втрати тиску у висівному апараті

де ξ - коефіцієнт гідравлічного опору висівного
 апарата;

V - швидкість потіку повітря в повітроводі, м/с.

Втрати тиску на тертя в повітроводі

де λ - коефіцієнт гідравлічного опору повітровода;

l - довжина повітропровода, м;

d - прохідний діаметр повітровода, м.

Втрати при вході в штуцер

де $V_{ш}$ - швидкість потоку повітря в штуцері, м/с;

$\xi_{вх}$ - коефіцієнт місцевого опору раптового
 звуження (Идельчик И.Е. Справочник по
 гидравлическим сопротивлениям. - 2 - е изд.,
 перераб. и доп. - М.: Машиностроение; 1975. - С.94)

тут $f_{ш}$ - площа прохідного перерізу штуцера, m^2 ;

f - площа прохідного перерізу повітровода, m^2 .

Втрати тиску на тертя в штуцері

де $\lambda_{ш}$ - коефіцієнт гідравлічного опору штуцера;

$l_{ш}$ - довжина штуцера, м;

$d_{ш}$ - прохідний діаметр штуцера, м.

Втрати тиску при вході в отвір
 повітророзподільника

Враховуючи рівняння об'ємних витрат

маємо можливість виразити втрати ΔP_{a-bi} через
 швидкість $V_{отв.i}$

Враховуючи (6), (7) і (16), після перетворення
 маємо

Використовуючи в залежності (6) значення $V_{отв.i}$
 з (5) і враховуючи (17), одержимо

Аналогічний вираз можна записати для будь-якого перерізу, наприклад, $(i - 1)$

Підставляючи в залежність (4) величини P_i та P_{i-1} з (18) і (19), після перетворень одержимо математичний вираз для визначення площ входних отворів повітророзподільника при умові рівномірного відбору повітря з висівних апаратів по ширині захвату сівалки

По математичному виразу (20) можна задатися площею f_1 і послідовно визначити площі всіх дальших входних отворів при $i = 2, 3, 4, \dots, n/2$.

Оскільки пневматична висівна система симетрична відносно вентилятора, для площ входних отворів $n/2 + 1, n/2 + 2, n/2 + 3, \dots$, можна записати

Наприклад, розрахуємо повітророзподільник 12 - ти рядної пневматичної кукурудзяної сівалки СКПН-12 ($n = 12$), робоча довжина якого $L = 7,7\text{ м}$ з еквівалентним діаметром $D_e = 0,055\text{ м}$, прохідний діаметр штуцера $d_{\text{шт}} = 0,025\text{ м}$. Коефіцієнт гідравлічного опору λ_n визначимо по універсальній формулі Альтшуля

де δ - величина абсолютної шорсткості повітророзподільника, м; (на основі спроб визначено $\delta = 0,1\text{ мм}$);

Re_{ni-1} - число Рейнольдса в перерізі $i - 1$ повітророзподільника

де $Q_{\text{ва}}$ - витрати повітря у висівному апараті, $\text{м}^3/\text{с}$;
 ν - кінематична в'язкість повітря, $\text{м}^2/\text{с}$.

Величина витрат повітря $Q_{\text{ва}} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ одержана в результаті спроб з висівним апаратом

сівалки СКПН-12.

Діаметр першого входного отвору на периферії повітророзподільника $d_{\text{отв.1}}$ дорівнює прохідному діаметру штуцера $d_{\text{шт}}$.

Результати розрахунків, проведених на ЕОМ, зведені в таблиці.

Крім того, були проведені експериментальні дослідження по вивченню впливу змінної величини площ входних отворів повітророзподільника на нерівномірність відбору повітря з висівних апаратів. По результатам обробки масивів, одержаних експериментальних даних на ЕОМ були розраховані параметри регресійної залежності параболічного виду

Таким чином, був перевірений запропонований математичний вираз, приведений в формулі винаходу.

На графіку (фіг.2) нанесена суцільною лінією крива, яка одержана по емпіричному рівнянню (24), а точками - по математичному виразу, яке приведене в формулі винаходу. Аналіз цього графіка вказує на високу точність одержаного математичного виразу, яке приведене в формулі винаходу.

