

4. Лепешкин, Н.Д. Специальная сеялка для прямого посева трав, промежуточных и зерновых культур / Н.Д. Лепешкин, А.А. Точицкий, П.П. Костюков, А.Л. Медведев, Н.Ф. Сологуб, Н.Н. Дягель, Г.И. Павловский // Белорусское сельское хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 50–55.
5. Ключков, А.В. Перспективы прямого посева / А.В. Ключков // Земляробства і ахова раслін. – 2004. – № 1. – С. 42, 43.
6. Фирма «Kverneland» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusfield.ru/technics/firms-kv-airseeder.shtml>. – Дата доступа: 16.09.2014.
7. Фирма «Great Plains» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.greatplainsag.com/ru/products/761/пневматическая-сеялка-spartan-907>. – Дата доступа: 16.09.2014.
8. Фирма «Tume» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.tumeagri.fi/NC.eng.html>. – Дата доступа: 16.09.2014.
9. Концепция системы машин и оборудования для реализации инновационных технологий производства, первичной переработки и хранения основных видов сельскохозяйственной продукции до 2015 и на период до 2020 года: (рекомендации по применению) / Национальная академия наук Беларуси [и др.]; подгот.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск: НАН Беларуси, 2014. – 138 с.

УДК 631.331.027.525

А.Н. Смирнов, Н.Д. Лепешкин

*(РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь);*

А.В. Вавилов

*(УО «БНТУ»,
г. Минск, Республика Беларусь)*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОКАНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СЕЯЛКИ

Введение

Урожайность сельскохозяйственных культур во многом зависит от площади питания каждого растения, величина которой определяется степенью неравномерности распределения семян по засеваемой площади поля. При рядовом способе посева (в основном, при возделывании зерновых и зернобобовых культур) неравномерность контролируется количеством посевного материала, высеянного в каждый рядок за один и тот же временной интервал. В настоящее время для посева применяются высокопроизводительные широкозахватные машины с пневматическими системами высева централизованного или группового дозирования посевного материала. При централизованном дозировании дозатор обеспечивает требуемую норму высева одновременно для всех рядков, а при групповом – для определенного количества рядков. Распределение и подача посевного материала для каждого рядка осуществляется специаль-

ными устройствами, качественный показатель работы которых (неравномерность) во многом зависит от их конструктивного исполнения.

Как правило, эти устройства представляют собой вертикальный трубопровод, к нижнему сечению которого присоединен дугообразный воздуховод, а к верхнему – делительная головка, представляющая собой низкий цилиндр с расположенными на боковой поверхности отводящими патрубками, соединенными семяпроводами с сошниками. Процесс распределения заключается в следующем. Воздушный поток, создаваемый вентилятором, транспортирует посевной материал в вертикальный трубопровод, где создается восходящий поток материаловоздушной смеси, который, отражаясь от крышки делительной головки, распределяется по отводящим патрубкам. Неравномерность распределения зависит от равномерности размещения посевного материала в поперечном сечении восходящего потока. Для улучшения этого показателя в вертикальном трубопроводе и дугообразном воздуховоде размещают элементы различного конструктивного исполнения (направители, центраторы, турбулизаторы), повышающие турбулентность транспортирующего воздушного потока для создания более однородной материаловоздушной смеси по всему сечению и, следовательно, более равномерного распределения посевного материала по рядкам.

Однако все сеялки, особенно широкозахватные, имеют недостаток, который обычно не принимается во внимание при проектировании, но существенно влияет на неравномерность распределения семян по сошникам по причине того, что длина семяпроводов от делительных головок к сошникам может отличаться между собой до 2–2,5 раза, а также они могут иметь разные углы и число поворотов. Это создает различное аэродинамическое сопротивление в самих семяпроводах, а значит различные скорости и расход материаловоздушной смеси. Следовательно, даже в случае идеального распределения материаловоздушной смеси по сечению на входе в каждый семяпровод, к чему необходимо стремиться, на выходе из него расход семян за один и тот же временной интервал (неравномерность распределения по сошникам) по этой причине все равно будет разным. Это явление носит закономерный характер, поэтому необходимо исследовать степень его влияния.

Основная часть

Воздушные потоки при малых колебаниях давления можно рассчитывать по законам гидравлики. При допустимой величине ошибки до 5 % максимальные пределы изменения скорости при удельном весе воздуха $\gamma_a = 1,29 \text{ кг/см}^3$ – от 0 до $V \approx 87 \text{ м/с}$ [1].

Суммарный расход воздуха Q_{Σ} , поступающего от вентилятора в каждую распределительную головку, равен:

$$Q_{\Sigma} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n,$$

где $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ – соответственно расходы в n семяпроводах распределительной головки.

При параллельном соединении семяпроводов расход воздуха Q_{Σ} , поступающего в распределительную головку, распределяется по ветвям таким образом, что расход в каждой ветви обратно пропорционален ее аэродинамическому сопротивлению.

Расход воздуха Q_i , поступающего в каждый семяпровод, при турбулентном режиме движения в области квадратичного сопротивления [2]:

$$Q_i = K_i \sqrt{H / l_{npi}}, \quad (1)$$

где K_i, l_{npi} – соответственно модуль расхода и приведенная длина i -го семяпровода;

H – потеря напора между входами и выходами всех семяпроводов (при параллельном соединении потери напора во всех ветвях равны).

$$H = \frac{P_m - P_{атм}}{\gamma_e},$$

где P_m – избыточное (манометрическое) давление воздуха в делительной головке многоканального распределителя;

$P_{атм}$ – атмосферное давление на выходе из семяпроводов.

$$K_i = C_i S \sqrt{R}, \quad (2)$$

где C_i – коэффициент Шези, равный

$$C_i = \sqrt{8g / \lambda_i}; \quad (3)$$

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения;

λ_i – безразмерный коэффициент сопротивления трения;

$S = \pi d^2 / 4$ – площадь поперечного сечения семяпровода;

d – диаметр семяпроводов;

$R = d/4$ – аэродинамический радиус семяпровода.

С учетом (2) и (3) выражение (1) представим в виде:

$$Q_i = S \cdot \sqrt{\frac{8gRH}{\lambda_i l_{npi}}}. \quad (4)$$

Коэффициент сопротивления трения равен:

$$\lambda_i = 0,3164 / \text{Re}_i^{0,25}, \quad (5)$$

где Re_i – число Рейнольдса для i -го семяпровода:

$$\text{Re}_i = \frac{V_i d}{\nu}, \quad (6)$$

$V_i = Q_i / S$ – средняя скорость воздуха в i -м семяпроводе;

ν – кинематическая вязкость воздуха.

С учетом (6) в выражение (5) примет вид:

$$\lambda_i = 0,3164 \left(\frac{vS}{d \cdot Q_i} \right)^{0,25}. \quad (7)$$

Подставляя (7) в выражение (4), после преобразований получим:

$$Q_i^8 = S^8 \cdot \left(\frac{8gRH}{\lambda_i l_{npi}} \right)^4, \quad Q_i^8 \lambda_i^4 = S^8 \cdot \left(\frac{8gRH}{l_{npi}} \right)^4,$$

$$Q_i^8 0,3164^4 \left(\frac{vS}{d \cdot Q_i} \right)^4 = S^8 \cdot \left(\frac{8gRH}{l_{npi}} \right)^4, \quad Q_i^7 = S^7 \frac{d}{v} \cdot \left(\frac{8gRH}{0,3164 l_{npi}} \right)^4, \text{ или}$$

$$Q_i = 23,35 \cdot S \left(\frac{d}{v} \right)^{1/7} \cdot \left(\frac{RH}{l_{npi}} \right)^{4/7}. \quad (8)$$

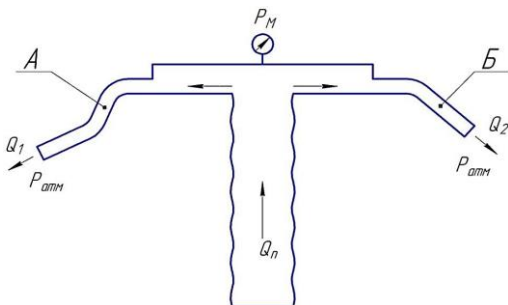


Рисунок 36 – Расчетная схема для определения расходов воздуха в семяпроводах распределителя

На рисунке 36 представлена расчетная схема для определения расходов воздуха в семяпроводах распределителя.

Для удобства расчетов выбираем два любых семяпровода (А и Б), имеющих различное аэродинамическое сопротивление.

Согласно (7), расходы воздуха в ветвях А и Б соответственно равны:

$$Q_1 = 23,35 \cdot S \left(\frac{d}{v} \right)^{1/7} \cdot \left(\frac{RH}{l_{np1}} \right)^{4/7}. \quad (9)$$

$$Q_2 = 23,35 \cdot S \left(\frac{d}{v} \right)^{1/7} \cdot \left(\frac{RH}{l_{np2}} \right)^{4/7}. \quad (10)$$

Разделив (9) на (10), получим:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left(\frac{l_{np2}}{l_{np1}} \right)^{4/7} = \left(\frac{l_{np2}}{l_{np1}} \right)^{0,5714}. \quad (11)$$

Из (11) следует, что расходы воздуха в любых двух семяпроводах обратно пропорциональны отношению их приведенных длин в степени 0,5714.

В уравнении (11) приведенная длина семяпроводов состоит из длины прямых участков l_{n1} , l_{n2} и эквивалентных длин $l_{\text{э}2}$, которые учитывают местные сопротивления:

$$l_{np1} = l_{n1} + l_{\text{э}1}; \quad l_{np2} = l_{n2} + l_{\text{э}2}.$$

Здесь

$$l_{\text{э}1} = \frac{d}{\lambda} \sum \xi_{i1}; \quad l_{\text{э}2} = \frac{d}{\lambda} \sum \xi_{i2},$$

где $\sum \xi_{i1}$, $\sum \xi_{i2}$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений соответственно в ветвях A и B .

Заключение

Таким образом, по данной методике можно теоретически определить расход воздуха, а следовательно, и материаловоздушной смеси в любом семяпроводе многоканального распределителя. Наилучшего результата с точки зрения распределения посевного материала по сошникам пневматической сеялки можно достичь выравниванием аэродинамических сопротивлений во всех семяпроводах, что необходимо учитывать при проектировании.

14.08.2014

Литература

1. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. – 2-е изд., перераб. и доп. / М.И. Клецкин [и др.]; под ред. М.И. Клецкина. – М.: Машиностроение, 1967. – 722 с.
2. Чугаев, Р.Р. Гидравлика (техническая механика жидкости): учебник для вузов / Р.Р. Чугаев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с.

УДК 631.31

Н.С. Козлов

(РУП «НПЦ НАН Беларуси по
механизации сельского хозяйства»,
г. Минск, Республика Беларусь)

ОБОСНОВАНИЕ

КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ СПИРАЛЬНО-НОЖЕВИДНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

Введение

Для того чтобы измельчить после уборки высокостебельных культур их растительные остатки, применяются различные почвообрабатывающие машины. Проанализировав их, можно сделать вывод о том, что наиболее приемлемы машины с рабочими органами пассивного действия, имеющими большое преимущество перед активными в производительности и конструктивном исполнении.

В ряду машин с рабочими органами пассивного действия в настоящее время в США («Great Plains», агрегат Turbo-chopper) и в Европе