

УДК 631.331.022

## НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ ПОСЕВНОГО МАТЕРИАЛА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВЫСЕВА ЗЕРНОВОЙ СЕЯЛКИ

**В. Чеботарёв**, канд. техн. наук,  
**Ю. Салапура**, канд. техн. наук, **Д. Зубенко**,  
*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»*

*В статье проведён обзор и анализ дополнительных элементов применяемых в распределительных устройствах пневматических систем высева для снижения неравномерности распределения семян по сошникам и снижения их травмирования, предложены направления совершенствования указанных устройств.*

**Ключевые слова:** *пневматическая система высева, неравномерность распределения по сошникам, материал-воздушный поток, турбулентность потока, направители потока, центраторы потока, турбулизирующие вставки.*

**Введение.** Одной из основных операций при возделывании сельскохозяйственных культур является посев. Основными задачами посева является обеспечение заданной площади питания и глубины заделки, которые во многом определяют величину будущего урожая, так как от них зависит рост и развитие растений [1]. Установлено, что недобор урожая только при несоблюдении оптимальных сроков сева зерновых культур может достигать 18-30% [2]. Для обеспечения выполнения данной технологической операции в установленные агротехнические сроки необходимо использование широкозахватной высокопроизводительной посевной техники.

**Актуальность проблемы.** В настоящее время все посевные машины по типу применяемой на них системы высева подразделяются на механические и пневматические, последние по способу дозирования посевного материала разделяют на централизованного, группового или индивидуального дозирования. Наиболее широкое распространение как в республике так и за её пределами получили широкозахватные (6 метров и более) сеялки с пневматической системой высева посевного материала и созданные на их базе почвообрабатывающе-посевные агрегаты. Это связано с их существенными преимуществами: возможностью создания широкозахватных агрегатов с шириной захвата до 24 метров, уменьшение удельной материалоемкости на 20-25%, возможностью их использования в комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатах. Практикой

также установлено, что сменная производительность сеялок с пневматической системой высева на 15-20 % и более превосходит производительность агрегатов с механическими сеялками при одинаковой ширине их захвата [3]. Это связано с сокращением времени на техническое обслуживание и заправку бункера посевным материалом.

Однако, наряду с достоинствами, пневматические системы высева имеет и недостатки. Известно, что неравномерность распределения семян по сошникам при высеве ячменя, пшеницы, рапса, гороха, ржи и овсяницы превышает значения, регламентированные агротребованиями и составляет 9,6-16,0 % для зерновых (не более 5 % по ТКП 078-2007) [4]. Установлено, что при неравномерности высева между семяпроводами выше 10 % наблюдается устойчивое снижение урожайности на 1-2 ц/га [5, 6]. Недостатком данной системы является также повреждение семян из-за многократных соударений при движении по трубопроводу с дополнительными элементами различной конструкции (гофры, сужения, расширения и др.) и лобового удара с крышкой распределительной головки, что требует поддержания скорости воздушного потока в строго заданных пределах (18-24 м/с). Особенно остро эти проблемы касаются на широкозахватных посевных машинах на которых распределители удалены от дозаторов и питателей на значительное расстояние (5 метров и более).

Решение проблем, связанных с повышением равномерности распределения семян по сошникам и снижении их травмирования при пневматическим транспортировании является важной научной задачей.

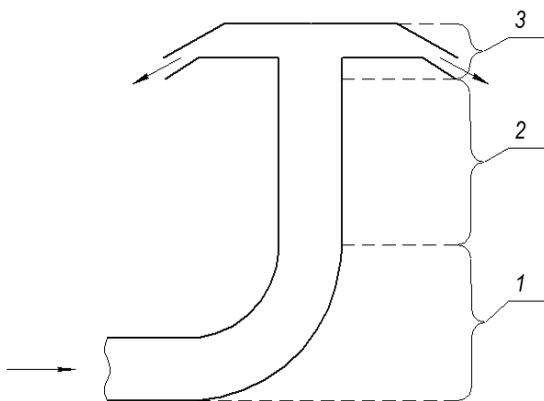
**Цель работы.** Провести обзор и анализ дополнительных элементов применяемых в распределительных устройствах пневматических систем высева для повышения равномерности распределения семян по сошникам и снижения их травмирования.

**Основная часть.** Наиболее важной частью пневматической системы высева, отвечающей за распределение семян по сошникам, являются распределители посевного материала, т.к. они оказывают существенное влияние на качественные показатели работы высевающей системы, которые выражаются в обеспечении необходимой площади питания растений. Наиболее важным показателем, по которому оценивают качество работы распределителей, является неравномерность распределения посевного материала по семяпроводам.

Наибольшее распространение в мировой практике получили вертикальные распределители пассивного действия, реализованные в системах высева типа «Accord» немецкой фирмой «H. Weiste & Co» в 60-х годах XX века [7]. Основное их преимущество состоит в том, что они просты по устройству и надёжны в эксплуатации. Существенным недостатком таких распределительных устройств является высокая неравномерность распределения посевного материала по сошникам, а также чувствительность при работе на склонах.

Вертикальные распределители представляют собой вертикальную колонну, к нижнему сечению которой присоединён отвод либо выходное сечение питателя, а к верхнему – распределительная головка, представляющая собой низкий цилиндр с расположенными на боковой поверхности отводящими патрубками, соединёнными семяпроводами с сошниками. В таком распределителе можно выделить три основных участка отличающихся по характеру протекающих процессов: участок ввода посевного материала в распределитель (отвод) – 1, участок вертикальной колонны – 2, участок распределительной головки – 3 (рис. 1).

Процесс распределения в данных устройствах заключается в следующем: воздушный поток, создаваемый вентилятором, транспортирует посевной материал в вертикальную колонну, где создаётся восходящий поток материал-воздушной смеси, который, отражаясь от крышки распределительной головки, распределяется по отводящим патрубкам. Неравномерность распределения посевного материала по сошникам в них в них непосредственно зависит от равномерности размещения посевного материала в поперечном сечении восходящего воздушного потока.



*1 – отвод; 2 – вертикальная колонна; 3 – распределительная головка*

**Рисунок 1 – Схема вертикального распределительного устройства**

При движении материал-воздушного потока по отводу происходит изменение его структуры, что выражается в перераспределении локальных давлений и скоростей воздуха по сечению потока: скорость убывает с увеличением радиуса кривизны и, следовательно, давление у внутренней стенки меньше, чем у внешней. При входе в отвод у внутренней стенки образуется конфузурный участок, а у внешней – диффузурный, в то время как при выходе из отвода в вертикальную колонну, наоборот, у внутренней стенки образуется диффузурный, а у внешней – конфузурный участки. В

диффузорных областях криволинейного участка наблюдается интенсивный рост пограничного слоя, который мало устойчив и легко отрывается от стенки канала (рисунок 2) [8].

Из рисунка 2 видно, что наличие местных отрывов приводит к нарушению однородности поля скоростей на выходе из отвода, что не может не отразиться на равномерности распределения посевного материала по всему поперечному сечению вертикальной колонны. Это приводит к тому, что необходимо выровнять скорость материало-воздушной смеси по поперечному сечению вертикальной колонны, тем самым увеличивая турбулентность потока.

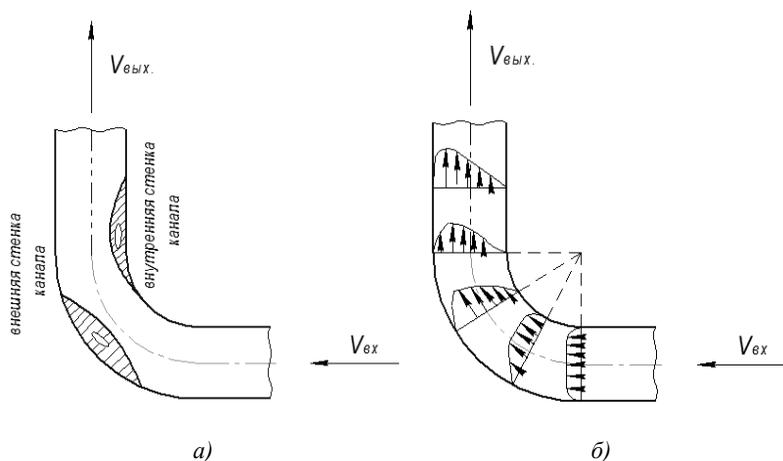


Рисунок 2 – Области отрыва потока (а), поля скоростей в отводе (б)

Для увеличения турбулентности в проточном канале вертикальной колонны, отводе и распределительной головке размещают дополнительные элементы различного конструктивного исполнения (центраторы, турбулизирующие вставки и направлятели), позволяющие создать более однородный поток материало-воздушной смеси по всему сечению и, следовательно, более равномерному распределению посевного материала по семяпроводам (рис. 3).

Так в отводе для повышения равномерности распределения посевного материала используются центраторы различного исполнения: ступенчатые, сетчатые, в виде прямоугольного поворота, среза кромки и направляющих лопаток. Данные устройства позволяют подавать поток посевного материала в центр вертикальной колонны.

Вертикальная колонна может дополняться различными по конструкции турбулизирующими вставками [9]: шаровидными, шипованными, коническо-цилиндрическими, гофрированными, конфузorno-диффузорными, сетчатыми,

трубчатыми, пружинными, спиральными, в форме наклонной решетки и сужения потока. Применение вставок также способствует увеличению турбулентности потока и соответственно равномерному распределению частиц посевного материала по поперечному сечению вертикальной колонны.

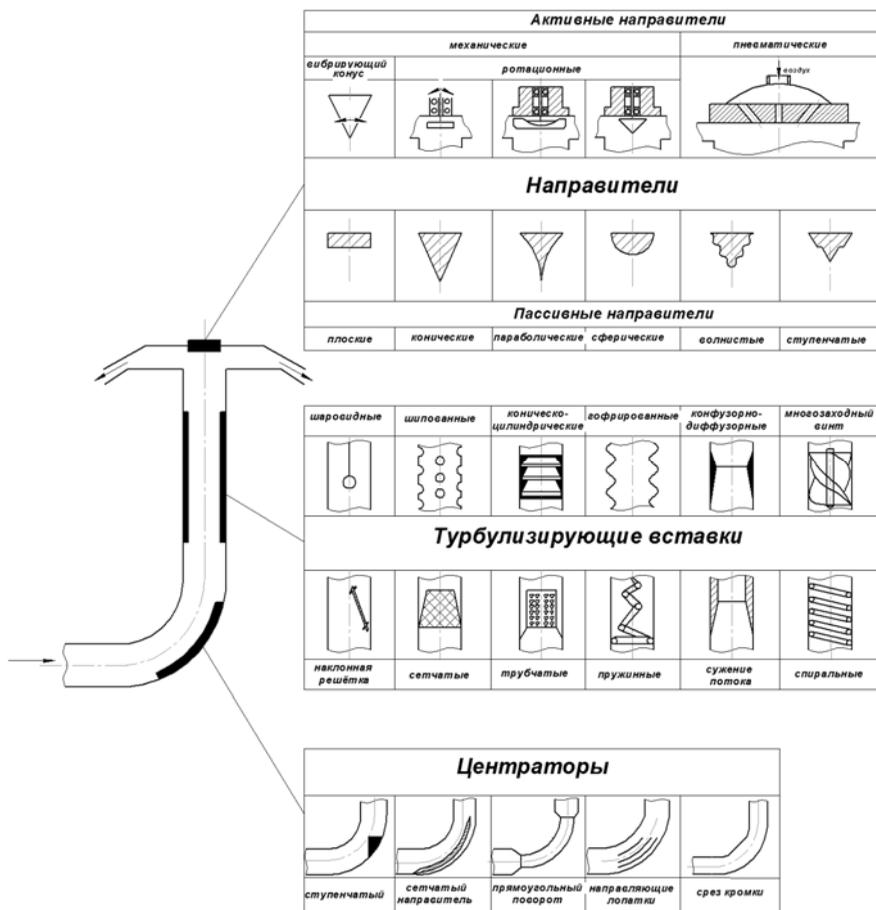


Рисунок 3 – Дополнительные элементы, применяемые в вертикальных распределительных устройствах

В распределительной головке чаще всего устанавливаются дополнительно направлятели, которые помимо снижения степени травмирования частиц посевного материала, ввиду отсутствия лобовых соударений, направляют его равномерно по отводящим патрубкам. Эти устройства также имеют различную геометрическую форму: плоские,

конические, параболические, сферические, волнистые и ступенчатые. Особо следует отметить распределительные головки с активными направляющими, которые бывают механические, где в качестве основного рабочего органа выступают вибрирующие и ротационные элементы (лопасти, конусы), а также пневматические, в которых дополнительный воздушный поток воздействует на посевной материал со стороны распределительной головки и направляет его к отводящим патрубкам.

Дополнительные элементы, которые применяются в вертикальном распределительном устройстве, обобщенно можно представить в виде классификационной блок-схемы (рис. 4).

Приведенная классификация позволяет охватить различные устройства повышающие равномерность распределения посевного материала в пневматических системах высева с распределительными устройствами вертикального типа различной конструкции, которые используются на всех выпускаемых сегодня посевных машинах. Это дает возможность использовать ее при комплексной оценке качества работы распределителей.

Зачастую применения только одного дополнительного элемента, повышающего равномерность распределения высеваемого материала в распределителях такого типа недостаточно.

Большинство мировых производителей посевной техники с пневматическими системами высева применяют несколько рабочих органов направленных на повышение неравномерности распределения посевного материала по сошникам.

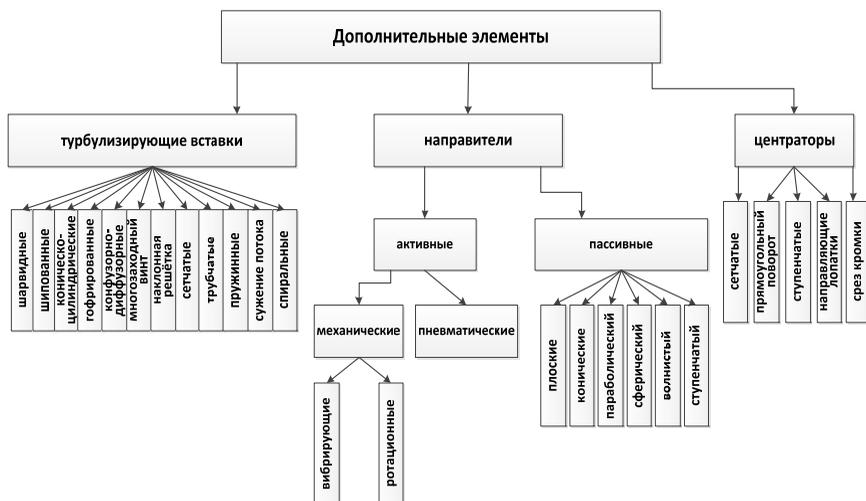


Рисунок 4 – Классификация дополнительных элементов, применяемых в вертикальном распределительном устройстве

В связи с этим особую актуальность приобретает разработка комбинированного устройства, обеспечивающего выравнивание посевного материала по поперечному сечению вертикальной колонны и в зоне распределительной головки при минимальном аэродинамическом сопротивлении, а также применения дополнительной вставки в распределительной головке для снижения и по возможности исключения травмирования посевного материала за счет снижения интенсивности и количества лобовых соударений.

**Выводы.** Развитие средств механизации посева в настоящее время показывает, что наиболее перспективными являются широкозахватные сеялки и посевные агрегаты с пневматической системой высева посевного материала. Основным недостатком данной системы высева является высокая неравномерность посевного материала по сошникам, что зачастую превышает допустимую по агротехническим требованиям. В настоящее время наибольшее распространение получили вертикальные распределители пассивного действия. Для повышения равномерности распределения в них применяются дополнительные конструктивные элементы. В результате анализа конструкций дополнительных элементов наибольший интерес представляет комбинированный способ, при котором в вертикальную колонну распределителя устанавливается турбулизирующая или центрирующая вставка, которая увеличивает турбулентность потока после прохождения отвода и соответственно равномерность распределения посевного материала по поперечному сечению вертикальной колонны или равномерно подает посевной материал на распределительную головку, а в распределительную головку – направлятель, который помимо снижения степени травмирования посевного материала, ввиду отсутствия лобовых соударений, направляет его равномерно по отводящим патрубкам (семяпроводам).

### **Литература**

1. Майсурян Н.А. Предисловие / Н.А. Майсурян // Прогрессивные способы посева зерновых культур. – М., 1959. – С. 3-9.
2. Кадыров М.А. О земледелии, селекции и рациональном хозяйствовании / М.А. Кадыров. – Минск: «Несси», 2001. – 163 с.
3. Хегай П.А. О производительности широкозахватных сеялок централизованного высева / П.А. Хегай, Ю.К. Дубасов // НТБ ВИМ. – М., 1975. – № 41. – С. 16-19.
4. Машины посевные и посадочные. Правила установления показателей назначения: ТКП 078-2007. – Введ. 06.08.2007 – Минск: Белорус. научн. ин-т внедрения новых форм хозяйствования в АПК, 2007. – 40 с.
5. Бахмутов В.А. Влияние равномерности размещения растений по площади на урожайность / В.А. Бахмутов, В.А. Любич // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 1981. – № 5. – С. 9-11.

6. Кузнецов М.К. Неравномерность высева семян зерновыми сеялками / М.К. Кузнецов, М.А. Виноградов, В.В. Жигайло, А.Н. Варавва // Тракторы и сельхозмашины. – М., 1980. – №7. – С. 17-18.

7. Журавлёв Б.И. Пневматические сеялки / Б.И. Журавлёв. – М.: Агропромиздат, 1965. – 85 с.

8. Повх И.Л. Техническая гидромеханика / И.Л. Повх. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1976, – 504 с.

9. Лысевский Г.Н. Рабочий процесс и основные параметры пневматической распределительной системы для высева минеральных удобрений: дис... канд. техн. наук: 05.20.01 / Г.Н. Лысевский. – Горки, 1984. – 190 с.

### **Аннотация**

*У статті проведено огляд та аналіз додаткових елементів, що застосовуються в розподільчих пристроях пневматичних систем висіву для зменшення нерівномірності розподілу насіння по сошниках і зменшення їх травмування, запропоновано напрями удосконалення зазначених пристроїв.*

### **Summary**

*The article provides an overview and analysis of additional elements used in the distribution systems of pneumatic seeding systems to reduce the uneven distribution of seed over openers and its injury, ways of improving these devices are suggested.*