

### **Введение**

Посев сельскохозяйственной культуры является важной составной частью технологии ее возделывания, от качества выполнения которой во многом зависит нормальное развитие растений и как результат – получение высоких урожаев.

В последние годы в сельскохозяйственных организациях республики применяются сеялки и почвообрабатывающе-посевные агрегаты, имеющие в своей основе различные системы высева, различающиеся как конструктивным исполнением рабочих органов, так и принципом их работы. Основные усилия производителей в совершенствовании технических средств для посева направлены на разработку новых и модернизацию существующих конструктивных элементов для высокой точности дозирования семян и минеральных удобрений с различными физико-механическими свойствами, для ввода семян в воздушный поток с минимальными затратами энергии, равномерного распределения посевного материала по сошникам, качественной и равномерной по глубине заделке семян и удобрений, автоматизации технологического процесса и систем контроля высева. Именно от слаженной работы всех указанных элементов высевающих систем главным образом зависит качество проведения сева.

В связи с этим проведение работ по совершенствованию и разработке распределителей посевного материала для пневматических систем высева зерновых сеялок является актуальной научно-технической задачей.

*Цель работы* – провести анализ современного состояния технических средств для распределения посевного материала по сошникам в пневматических системах высева зерновых сеялок и определить основные направления их развития.

### **Анализ исследований и публикаций**

Основным рабочим органом пневматической системы высева зерновой пневматической сеялки, обеспечивающим равномерное распределение материала по семяпроводам и отвечающим за поперечную неравномерность высева пневматической системы в целом, является распределитель.

Применение того или иного распределителя во многом обусловлено типом применяемой системы высева, а также компоновкой посевного агрегата. Так, на агрегатах, спроектированных с системой высева по

типу Accord, возможно применение только вертикальных распределителей потока с вертикальным расположением подводящих материалопроводов длиной от 1,5 до 2,0 метров. Такие распределители способны обслуживать от 24 до 48 сошников. В системах высева группового дозирования, в которых преобладает горизонтальное расположение подводящих материалопроводов, возможна установка как горизонтальных, так и вертикальных распределителей. Отличительной особенностью вертикальных распределителей для данных систем высева является то, что высота вертикального материалопровода для подвода материала незначительна и обычно не превышает 0,5...1,0 метр. Такие распределители ориентированы на обслуживание от 6 до 12 сошников. Эти системы обеспечивают как одноступенчатое, так и многоступенчатое распределение посевного материала.



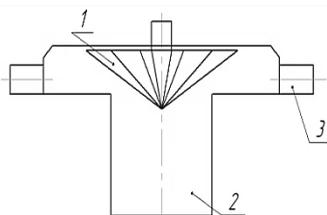
*Рисунок 1 – Распределитель первой ступени  
фирмы «Bourgault» (Канада)*

В последние годы ряд североамериканских и европейских производителей сеялок и посевных агрегатов начал использовать в своих моделях двухступенчатую систему распределения (рисунок 1). Отличительной чертой указанной системы является то, что в ней имеется несколько ступеней распределения посевного материала (обычно 2) до поступления его в сошники. Такая система высева широко применялась на посевных агрегатах в 80-х и начале 90-х годов и позволяла использовать одновременно распределители одного, вертикального (Flexi-Coil, СЗПЦ-12), либо двух типов: первая ступень – вертикальные делительные головки, вторая – горизонтальные делительные головки (сеялка СЗПЦ-6). В проводимых экспериментальных исследованиях установлено, что многоступенчатая система может дать высокую равномерность лишь при практически идеально работающих делителях, при этом с увеличением ступеней деления средняя неравномерность увеличивается [1]. Большой недостаток двухступенчатых пневматических систем заключается в повышенном травмировании посевного материала (за счет увеличения длины пневмотранспортной сети и увеличения количества соударений в распределителях), а сложность конструкции и большое количество материалопроводов требует установки более мощных вентиляторов, что, в свою очередь, увеличивает затраты энергии на их привод. Неслучайно именно

на агрегатах с двухступенчатой системой деления для привода вентилятора, чтобы обеспечить устойчивый режим работы системы, применяются автономные двигатели внутреннего сгорания, мощность которых составляет от 20 кВт. Согласно результатам исследований таких систем, повреждение семян зерновых культур составляет 0,1...0,8 %, зернобобовых – 0,1...1,5 % [2]. Поэтому в настоящее время на современных посевных агрегатах применяют одноступенчатую систему деления, что значительно упрощает конструкцию и повышает технологическую надежность посевного агрегата и системы высева в частности.

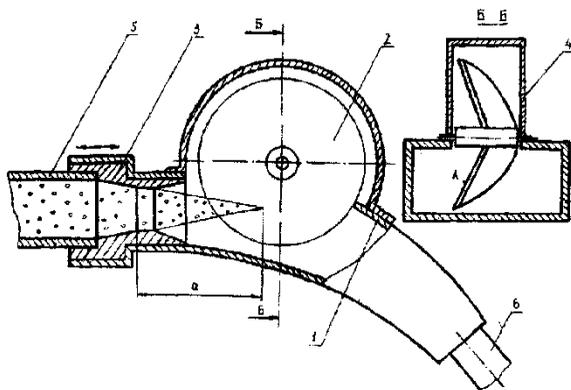
### Основная часть

Все распределители по принципу действия можно разделить на распределители активного и пассивного действия. В распределителях активного действия применяются рабочие органы с вращающимися элементами, как то: вращающийся конус 1 (рисунок 2) или крыльчатка 2 (рисунок 3). Все вращающиеся части распределителей приводятся в действие воздушным потоком. Поэтому качественное деление материала по семяпроводам напрямую зависит от стабильности параметров воздушного потока и постоянства частоты вращения этих частей. Эти распределители обеспечивают качественное распределение в сравнении с распределителями с пассивными рабочими элементами.



1 – конус; 2 – подводящая труба;  
3 – штуцера семяпроводов

Рисунок 2 – Схема распределителя потока семян с активным конусом



1 – волнообразная поверхность;  
2 – крыльчатка;  
3 – насадок;  
4 – крышка;  
5 – материалопровод;  
6 – семяпровод

Рисунок 3 – Схема шестиканального распределителя потока семян сеялки С-6

Так, по данным исследований ученых Белорусской государственной сельскохозяйственной академии [3], установка на сеялку СПУ-6 распределителя с активным конусом в сравнении с плоской крышкой позволяет снизить коэффициент вариации на высевах ржи с 15,7 до 4,1 %.

Однако, несмотря на качественное распределение материала по семяпроводам, эти распределители имеют ряд существенных недостатков: наличие вращающихся частей вызывает травмирование материала, а также частицы материала могут приводить к заклиниванию крыльчаток; так как часть энергии воздушного потока расходуется на привод рабочих частей, требуется установка более мощных вентиляторов; для снижения вероятности заклинивания крыльчаток требуется повышенная точность в изготовлении рабочих органов; снижение скорости воздушного потока приводит к снижению частоты вращения крыльчаток, что особенно актуально на агрегатах с приводом вентилятора от ВОМ трактора; необходим постоянный контроль вращения крыльчатки. Все вышеуказанные недостатки привели к тому, что распределители подобного типа в настоящее время не нашли широкого применения как в нашей стране, так и за рубежом.

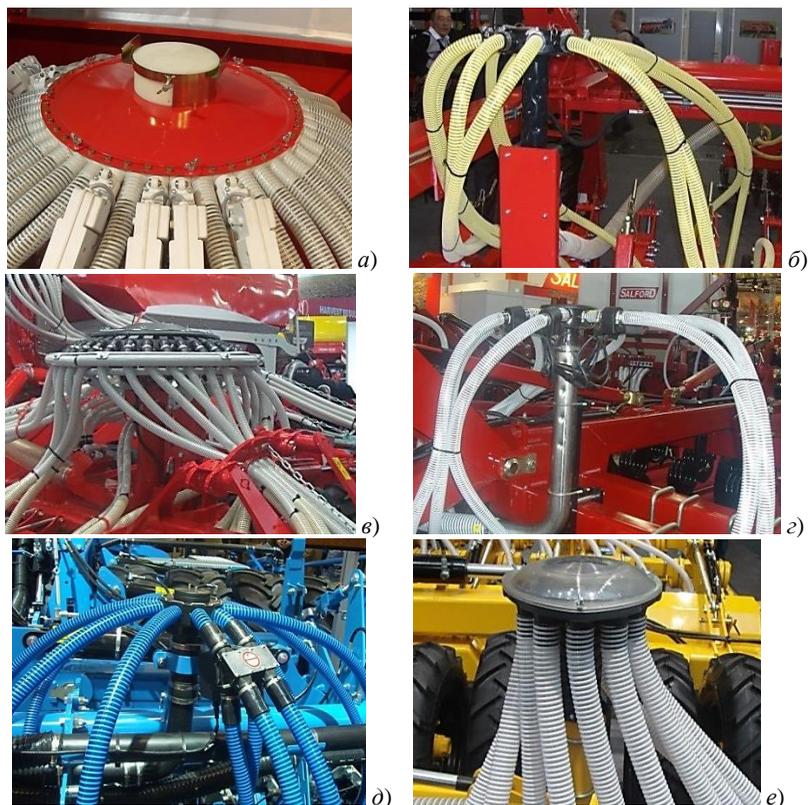
По типу подвода посевного материала выделяют распределители вертикального и горизонтального типов. Наибольшее распространение на практике получили вертикальные распределители посевного материала (рисунок 4 *a-e*), используемые в системе высева типа Accord в различном конструктивном исполнении. Впервые такие распределительные устройства были разработаны и практически реализованы немецкой фирмой «H. Weiste» [4] в 1964 году на сеялках Accord.

Основное преимущество данного типа распределителей с вертикальным подводящим трубопроводом позволяет частично избежать влияния на распределение гравитационных сил, что значительно упрощает деление материаловоздушной смеси. Эти распределители просты в устройстве и надежны в эксплуатации.

Однако сравнительный анализ [5] показывает, что системы высева с вертикальными делительными головками в 2–3 раза более энергоемки, чем аналогичные с горизонтальными. Все указанные выше распределители не имеют приводимых в движение частей и являются устройствами пассивного типа. Основным существенным недостатком таких распределительных устройств является значительное увеличение неравномерности распределения в зависимости от наклона агрегата в вертикальной плоскости, что проявляется при работе на склонах. Так, наклон распределителя до 15° в любую сторону приводит к увеличению коэффициента вариации до 12...18 % [2].

Для повышения равномерности распределения материала по семяпроводам в распределителях размещают конструктивные элементы, основным назначением которых является повышение равномерности рас-

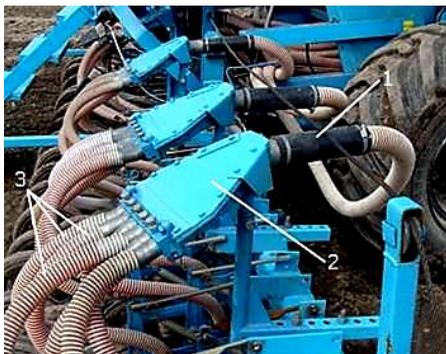
пределения высеваемого материала по сечению в подводящих материала-лопроводах. Эти элементы можно разделить на турбулизирующие и центрирующие [6]. Принцип работы первых основан на отражательном действии, когда за счет удара материал хаотически перемешивается и поступает более равномерно на распределительную поверхность, что повышает равномерность распределения в целом.



*a)* распределитель фирмы «Kverneland»; *б)* распределитель фирмы «Hatzenbicher»;  
*в)* распределитель фирмы «Pottinger»; *г)* распределитель фирмы «Salford»;  
*д)* распределитель фирмы «Lemken»; *е)* распределитель фирмы «Agrisem»

**Рисунок 4 – Вертикальные распределительные устройства посевных машин**

Помимо вертикальных распределителей посевного материала распространение в мировой практике находят распределители горизонтального типа пассивного действия. Такие распределители установлены на отечественных агрегатах С-6Т, АППА (рисунок 5), почвообрабатывающе-посевных агрегатах фирмы «Morris» (Канада) (рисунок 6), «Сириус» (Украина).



1 – выравнивающее устройство; 2 – распределитель посевного материала; 3 – семяпроводы

**Рисунок 5 – 6-канальный горизонтальный распределитель почвообрабатывающе-посевого агрегата АППА**

Применение распределителей горизонтального типа позволяет решить проблему повышения равномерности распределения при поперечном наклоне агрегата, что особенно актуально при работе на склонах. Однако применение делительной головки горизонтального типа сопряжено с рядом трудностей, ввиду того, что разделить горизонтальный поток является более сложной технической задачей, чем вертикальный.



**Рисунок 6 – Горизонтальный распределитель фирмы «Morris»**

Как и в вертикальных, в распределителях указанного типа возникает проблема равномерного ввода посевного материала в раструб распределителя, так как качественное деление возможно только при этом условии.

Проведенные исследования [7] показали, что качественное деление возможно только при наличии горизонтального участка, равного 8...10 диаметрам материалопровода, что составляет 500...600 мм. На реальных сеялках это не всегда является возможным. Таким образом, распространение горизонтальных распределителей на практике является довольно ограниченным.

В последние годы в области посева взят курс на повышение производительности посредством увеличения ширины захвата (свыше 9 метров) и рабочих скоростей движения (свыше 12 км/ч). Это сопряжено с рядом трудностей, главная из которых – невозможность осуществления

механизатором необходимого контроля качества выполнения технологической операции сева. В связи с этим важным направлением в области совершенствования конструкций распределителей посевного материала посевных машин является максимальная автоматизация технологического процесса и контроль качества его выполнения. Именно в этом направлении работают ведущие мировые производители посевной техники.

Так, австрийская фирма «Pöttinger Maschinenfabrik» GesmbH разработала «разумную» систему распределения Intelligent Distribution System с отдельно подключаемыми каналами распределительных головок, что обеспечивает уникальную гибкость и исключительный комфорт при закладке технологических колея при неизменной точной норме высева на ряд (рисунок 7).

Для измерения материалопопотоков (пропускного объема или подсчета зерен) в режиме реального времени разработана система Seedector, работающая на принципах радарной техники. Ее можно использовать в сеялках для контроля блокировки семяпроводов, проверки отключений или измерения повторной укладки семян в режиме реального времени. Данная система отличается простотой и гибкостью конструкции, компактностью и нечувствительностью к загрязнениям.



*Рисунок 7 – Разумная система распределения фирмы «Pöttinger»*

Применение указанных систем автоматизации и контроля значительно облегчает труд механизатора и повышает качество выполнения технологического процесса с осуществлением полного контроля.

### **Заключение**

В настоящее время имеется большое количество устройств для распределения высеваемых материалов по семяпроводам, отличающихся типом (горизонтальные или вертикальные) и конструктивным исполнением, а также наличием систем контроля и автоматизации процесса. Общим недостатком всех распределителей посевного материала остается необходимость равномерного по сечению материалопровода ввода материаловоздушной смеси на делительный элемент. Эта задача в настоящий момент окончательно не решена, над ней продолжают работать производители посевной техники во всем мире. Наибольшее рас-

пространение в мире получили распределители вертикального типа пассивного действия, обеспечивающие удовлетворительное распределение посевного материала по сошникам как в системах высева типа Accord, так и в системах высева группового дозирования. При работе на склоновых землях следует отдавать предпочтение распределителям горизонтального типа, как обеспечивающим качественное распределение при минимальном потреблении энергии. Значительные усилия разработчиков посевной техники направлены на создание систем, обеспечивающих автоматизацию процесса высева и его контроля, особенно на широкозахватных посевных машинах, что, несомненно, будет перспективным направлением в ближайшем будущем.

06.10.2014

### Литература

1. Сентюров, А.С. Распределение семян в пневматических централизованных высевающих системах / А.С. Сентюров // Технологические основы механизации обработки почвы и посева сельскохозяйственных культур комбинированными машинами: сб. науч. тр. / БСХА. – Горки, 1987. – С. 63–68.
2. Астахов, В.С. Совершенствование пневматических высевающих систем сеялок / В.С. Астахов. – Горки, 2007. – 148 с.
3. Ключков, А.В. Повышение равномерности высева семян пневматическими сеялками СПУ / А.В. Ключков, А.В. Тюликов // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 17–19 октября 2007 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: В.Н. Дашков [и др.]. – Минск, 2007. – С. 163–168.
4. Астахов, В.С. Анализ распределителей семян для пневматических сеялок / В.С. Астахов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. – № 5. – С. 31–33.
5. Адашь, А.В. Энергетическая оценка пневматических высевающих систем / А.А. Адашь, А.А. Татуев, И.А. Шаршуков // Повышение эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в АПК: материалы междунар. научн.-техн. конф., Минск, 1997 г. / БГАТУ; под ред. Г.И. Януковича. – Минск, 1997. – С. 70–71.
6. Чеботарев, В.П. Анализ вертикальных распределительных устройств пневматических сеялок / В.П. Чеботарев, А.Л. Медведев, Ю.Л. Салапура, Д.В. Зубенко // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник / ННЦ «ИМЭСХ»; редкол.: В.В. Адамчук [и др.]. – Глеваха, 2012. – Вып. 96. – С. 67–75.
7. Медведев, А.Л. Исследование распределителей посевного материала / А.Л. Медведев, Ю.Л. Салапура, Н.Н. Дягель // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы междунар. науч.-практ. конф., Минск, 21–22 октября 2009 г.: в 3 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П.П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2009. – Т. 1. – С. 114–118.