

УДК 631.879:631.3

**ОБЗОР И АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЯЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ
ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ТВЁРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

Э. Дыба, канд. техн. наук, **Ю. Салапура**, канд. техн. наук,
В. Микульский, аспирант,
*Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический
центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского
хозяйства»*

*В статье представлен обзор и анализ распределяющих рабочих органов
к машинам для внесения твёрдых минеральных удобрений.*

Ключевые слова: *минеральные удобрения, машины для внесения
минеральных удобрений, штанговые распределяющие рабочие органы,
неравномерность внесения, дозирующие устройства.*

Постановка проблемы. Зарубежной и отечественной агрохимической наукой и передовой практикой доказано, что прибавка урожая основных сельскохозяйственных культур от удобрений находится в прямой зависимости от качества их внесения. Это означает, что снижение неравномерности внесения удобрений на 1 % приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур также на 1 % и наоборот [1, с. 16].

В Республике Беларусь на протяжении ряда лет окупаемость 1 кг НРК зерном находится на уровне 5,5 кг, что составляет 55–60 % от их потенциальных возможностей. Одной из главных причин тому является неравномерное распределение удобрений по полю существующими машинами вследствие этого республика ежегодно не добывает более 600 тыс. тонн зерна и большое количество другой сельскохозяйственной продукции. Львиная доля из этого недобора является следствием использования дисковых центробежных разбрасывателей, неравномерность внесения которыми составляет 30...70 %, вместо агротехнически допустимых, с учетом современного уровня развития техники, до 10 % для азотных и до 20 % для калийных и фосфорных удобрений. Кроме того, неравномерное внесение удобрений негативно влияет не только на количество и качество получаемой продукции, но и на окружающую природную среду [1, с. 16].

Анализ последних исследований и публикаций. Изложенное выше во многом объясняет причину относительно низкой эффективности применения минеральных удобрений в республике в целом и убеждает в необходимости изыскания новых принципов построения машин для их внесения и распределяющих рабочих органов, которые бы свели до минимума факторы, снижающие качество распределения питательных веществ, включая и

человеческий фактор, что немаловажно в условиях общественной собственности. Именно по этой причине в последние годы на мировом рынке стало появляться всё больше штанговых машин для внесения удобрений. В частности, на международной выставке "Agritechnika – 2013" в г. Ганновер (Германия) образцы прицепных и самоходных штанговых машин представили такие известные в мире фирмы как Amazone, Streumaster, Rauch (Германия), Bredal (Дания), Prolog и Sulky (Франция).

Цель исследования – провести обзор и анализ отечественных и зарубежных штанговых распределяющих рабочих органов.

Изложение основного материала исследования. В отличие от центробежных разбрасывателей в штанговых машинах, классифицирующихся по принципу воздействия рабочих органов на материал как пневматические и механические, удобрения транспортируются по трубам, т.е. ветрозащитой в поперечном к направлению движения направлении, при помощи шнеков, скребковых транспортёров, ленты или воздушного потока. Ширина захвата штанговых распределителей всегда одинаковая.

Поскольку перекрытие смежных обработанных полос штанговыми машинами незначительное или его вообще нет (в отличие от центробежных распределителей), чтобы обеспечить качественное внесение минеральных удобрений, необходима высокая точность вождения агрегата для соблюдения рабочей ширины захвата. При работе штанговых машин по технологической колее проблем стыковки смежных проходов не существует.

Кроме того, неровности и наклон рельефа, ветер, частота вращения коленчатого вала двигателя и другие факторы меньше влияют на равномерность распределения, чем в центробежных дисковых машинах.

Пневматические штанговые распределяющие рабочие органы имеют то преимущество, что минеральные удобрения дозируются с помощью кулачковых, зубчатых, штифтовых и ячеистых дозаторов, более точных по сравнению с шиберами, применяемые на центробежных разбрасывателях. Изменением частоты вращения или ширины кулачковых и ячеистых рабочих органов обеспечивается точная установка нормы высева и дозирование удобрений, благодаря чему обеспечивается более высокое качество распределения туков.

Наиболее типичная конструкция пневматического штангового распределяющего рабочего органа установлена на сеялке СУ-12 (рис. 1) с шириной захвата 12 м.



Рисунок 1 – Пневматический штанговый распределитель твердых минеральных удобрений СУ–12 (Беларусь) с пневматическим делением потока

Высевающе-распределительная система с пневматическим делением потока включает дозирующий аппарат катушечного типа расположенный в нижней части бункера и распределительное устройство. Последнее состоит из каналов-трубопроводов с делительной головкой и пневматического транспортёра. Пневматический транспортёр состоит из центробежного вентилятора, трубопровода, эжектора для ввода удобрений в трубопровод.

Основной недостаток сеялки СУ-12, ограничивающий её широкое применение, это высокая требовательность к качеству вносимых удобрений. Удобрения с влажностью даже незначительно превышающие требования ГОСТ налипают внутри дозирочных каналов и в пневмотукопроводах, что приводит к резкому увеличению неравномерности. В реальных же условиях почти всегда влажность удобрений выше, чем необходимо, т.к. они нередко хранятся в ненадлежащих условиях [2, с. 32].

Поскольку распределители закреплены на штанге с интервалом 500 мм, после чего дополнительно рассеиваются отражателями, при внесении удобрений под вегетирующие культуры с высоким стеблестоем не наблюдается перекрытие смежных полос и происходит локализация туков при встрече с растениями, как и у центробежных разбрасывателей.

Кроме этого сеялка СУ-12 имеет малый диапазон регулирования доз (10-180 кг), что не позволяет осуществлять основное внесение. Эта машина также не может быть применена для внесения смесей туков из-за их расслоения воздушным потоком.

Помимо этого, машины с пневматическим делением потока удобрений не могут вносить мелкокристаллические и пылевидные материалы, поскольку для их нормальной работы требуется материал с выровненным гранулометрическим составом. Машины такого типа быстро выходят из строя, что нарушает технологический процесс и ухудшает надежность работы. Кроме того, на неравномерность внесения удобрений машинами данного типа влияет длина пневмотукопроводов [2, с. 33].

Существенное отличие от машин с пневматическим делением потока

удобрений имеют распределители, в которых поток туков разделяется механически непосредственно перед смешиванием с воздухом.

По такому принципу работает распределительная система, установленная на разбрасывателе типа модели DPS 12 фирмы Nodet gougis (Франция) (рис. 2). В отличие от распределительной системы типа СУ-12 в такой машине под днищем бункера установлено 20 высевающих аппаратов катушечного типа. Под ними расположено 20 эжекторов, соединённых с таким же количеством каналов-трубопроводов. При работе этой сеялки сжатый воздух подаваемый вентилятором, разделяется на двадцать потоков и проходит через эжекторы, в результате чего в каналах трубопроводах создаются воздушные потоки. Удобрения из бункера поступают к высевающим аппаратам, которые подают их в эжекторы, где они захватываются воздушным потоком и передвигаются по каналам-трубопроводам различной длины и распределительными пластинами рассеиваются по поверхности почвы [3, с. 9-10].

Из зарубежных пневматических машин следует назвать французские модели типа DPS 12 фирмы Nodet gougis (рисунок 3), JET 801-12 фирма Amazone-Werke (ширина захвата 12 м, вместимость бункера 1000 л), Rauch Aero (ширина захвата 18 м, вместимость бункера 1700 л), Kohgskilde серии 4000 (ширина захвата 12-24 м, вместимостью бункеров 4000-6000 л), ПШ-21,6 НПО «НИКТИМсельхозмаш» (ширина захвата 21,6 м, вместимость бункера 2000 л) и др.



Рисунок 2 – Пневматический разбрасыватель минеральных удобрений DPS 12 фирмы Nodet gougis (Франция) с механическим делением потока

В машинах с механическим делением потока удобрений короче и проще пневмотранспортная система. Неравномерность распределения удобрений в них не зависит от длины пневмотукопроводов. Однако эжекторы металлоемки и конструктивно сложны. В целом же, машинам данного типа присущи недостатки машин с пневматическим делением потока [2, с. 33].

В силу перечисленных недостатков пневматические штанговые распределители не получили широкого распространения. Так в ФРГ на 20 проданных разбрасывателей приходится лишь один пневматический [4, с. 26].

Механические штанговые распределяющие рабочие органы в зарубежной и отечественной практике приобретают все большую популярность. Наиболее простыми и распространёнными из распределяющих рабочих органов этой группы являются штанги с открытой шнековой высевающе-распределительной системой (рис. 3) [5]. Они менее требовательны к качеству удобрений, так как комки разрушаются шнеком или вместе с инородными телами выбрасываются через выгрузные окна, расположенные в торцах кожуха.

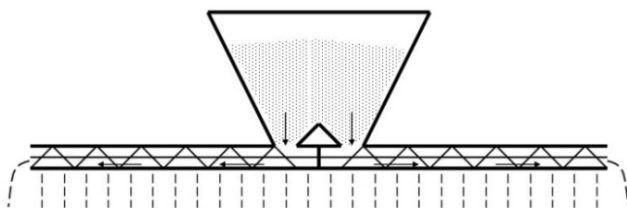


Рисунок 3 – Схема механической штанги с открытой шнековой высевающе-распределительной системой

Фирма Amazone-Werke выпускает серию ZG (рис. 4) машин для внесения минеральных удобрений, которые могут быть оборудованы как центробежными двухдисковыми аппаратами, так и шнековыми штангами с шириной захвата 6 и 8 м.

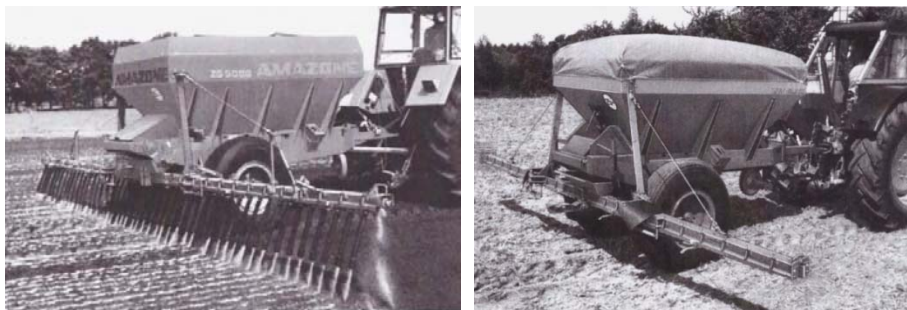


Рисунок 4 – Штанговые машины «Amazone» ZG 5000 (слева) и ZG 3002 (справа) для внесения минеральных удобрений материалов

Канал-желоб штанги устанавливается под выпускным окном питателя (цепочно-планчатого транспортёра). Внутри его имеется шнек с правым и левым направлениями витков. В нижней части канала-желоба по всей длине

установлены высевающие отверстия с заслонками, а по концам желоба сделаны выпускные окна, через которые сходят комки и инородные предметы. Такое выбрасывание излишка удобрений приводит к повышению неравномерности рассева удобрений.

Проблему с избытком удобрений, выбрасываемых из штанги, можно решить установкой на концах штанг центробежных дисков или применением возвратных шнековых транспортеров (рис. 5), что в обоих случаях приводит к усложнению конструкции машины.

Шнековые штанговые распределяющие рабочие органы по сравнению с пневматическими, хотя и имеют несколько большую металлоёмкость и нуждаются в антикоррозионном покрытии шнеков, меньше разрушают гранулы, не распыляют удобрения, менее требовательны к их качеству. Все это определяет их широкое распространение за рубежом.

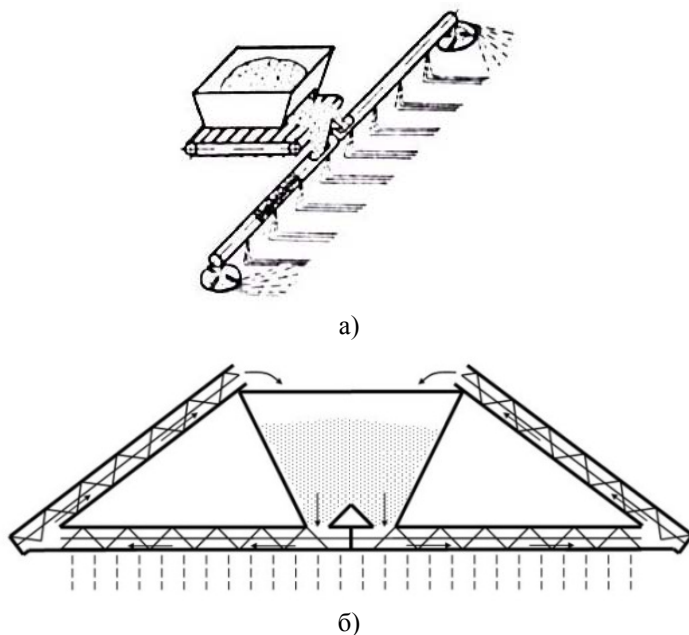


Рисунок 5 – Схема штангового распределителя

а – с центробежными распределителями; б – с возвратным шнеком

В соответствии с рисунком 6 приведена схема ленточного штангового распределителя твердых минеральных удобрений. К машинам такого типа относится Rauch серии EBS. В странах СНГ такие распределители не производились и не производятся.

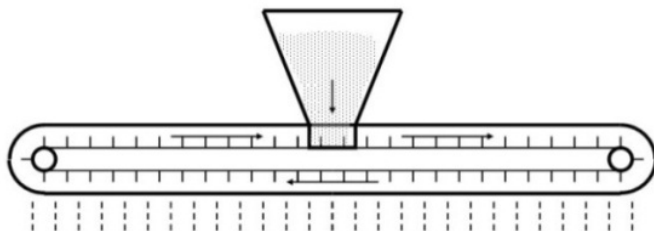


Рисунок 6 – Штанговый распределитель с ленточным транспортером

В целом, ленточный распределитель состоит из кожуха замкнутого сечения, внутри которого находится лента со скребками, натянутая на ролики, установленные в перегибах кожуха. Таким образом, распределитель имеет две ветви – верхнюю и нижнюю. На верхней ветви (возвратной) имеется загрузочное окно, через которое туки из бункера попадают в распределительное устройство. По всей длине нижней ветви (рабочей) расположены высевные отверстия с регулировочными заслонками.

Установка нормы высева удобрений производится изменением площади высевных отверстий и скоростью движения ленточного транспортера [4, с. 26-27].

Механические ленточные распределители используются в основном для внесения сухих порошковидных форм фосфора, калия и извести. Но, поскольку в настоящее время почти все минеральные удобрения выпускаются в гранулированном или кристаллическом виде, машины данного типа утратили свое значение.

Их недостатки заключаются в следующем: трудоёмкая регулировка; высокие затраты на очистку и обслуживание; сложность в обслуживании; используется лишь для внесения порошковидных удобрений.

В начале 90-х годах после экспериментальных исследований в УП «БелНИИМСХ», был разработан штанговый распределитель минеральных удобрений цепочно-шайбового типа. Представителем данного типа машин является подкормщик РШУ-12 (рис. 7) и МТТ-4Ш (рис. 8).



Рисунок 7 – Штанговая машина с цепочно-шайбовым транспортером РШУ -12

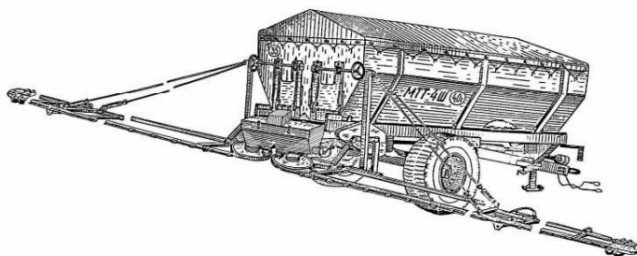


Рисунок 8 – Штанговая машина с цепочно-шайбовым транспортером МТТ-4Ш

Штанговый распределитель в соответствии с рисунком 9 состоит из рамы, бункера 1, правой и левой 2 штанг внутри которых посредством привода перемещается цепочно-шайбовый транспортер 4, заслонка 3 [2, с. 36-38].

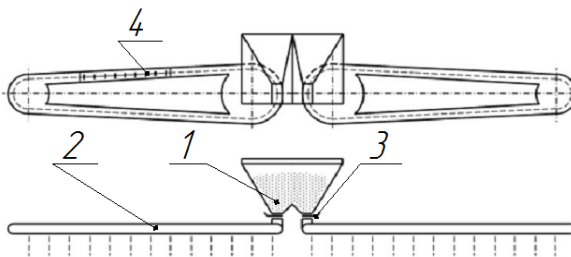


Рисунок 9 – Схема штангового распределителя с цепочно-шайбовым транспортером

Данный тип штанговых распределителей не нашел широкого применения. Основная причина в том, что они могут вносить только гранулированные удобрения, и не работоспособны при внесении мелко- и крупнокристаллических удобрений.

Штанговый распределитель РШУ-12 также мог снабжаться вместо цепочно-шайбового транспортера спиральным транспортером замкнутого типа. Машина показала хорошие результаты на испытаниях по качеству внесения, но пружина, используемая в качестве транспортирующего устройства, выдерживает относительно небольшое число циклов перемены напряжений, после чего происходит её разрушение. Поэтому данный тип распределителей также не нашел применения.

Необходимо также отметить, что все механические штанговые распределители с высевными отверстиями не обеспечивают в полной мере равномерное распределение удобрений по ширине захвата. По этой причине в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского» хозяйства на протяжении нескольких лет проводились исследования по устранению

данных проблем, в результате чего была разработана высокоточная шнеко-катушечная штанга, где вместо дозирующих отверстий были установлены бункерки (депо) на дне которых расположены катушки ячеистого типа. Данные машины представлены на рисунке 10.



а)



б)

Рисунок 10 – Штанговые машины со шнеко-катушечными распределяющими рабочими органами МШВУ-18 (а) и РШУ-18 (б)

Отличительной особенностью данных высокоточных распределяющих рабочих органов является и то, что распределяющие рабочие органы выполнены закрытого типа. Датчики, установленные в канале, сигнализируют об уровне заполнения штанги удобрениями и при его превышении включают электрогидравлическую муфту привода шнека.

Благодаря такой конструкции распределяющих рабочих органов удалось существенно увеличить ширину захвата штанг с механическим воздействием на материал от 12 до 18 м. Неравномерность распределения удобрений таким распределяющим устройством по ширине захвата между отдельными высевальными аппаратами не превышает 15 %, а по ходу движения не более 10 %. К тому же данное устройство может быть использовано как для подкормочных, так и для основных доз простых и смешанных минеральных удобрений [1, с. 425]. Следует также отметить, что данные машины (МШВУ-18 и РШУ-18) не имеют аналогов в мире как по конструктивному исполнению, так и по качеству распределения удобрений.

Вывод. Таким образом, анализ известных отечественных и зарубежных машин для внесения твёрдых минеральных удобрений, со штанговыми распределяющими рабочими органами, приведенные аргументы и доказательства позволяют сделать вывод о том, что на сегодняшний день наиболее перспективным решением проблемы высокоэффективного применения твёрдых минеральных удобрений в условиях Республики Беларусь является использование шнеко-катушечной системы распределения.

Литература

- 1 Степук, Л. Я. Построение машин химизации земледелия / Л. Я. Степук, А. А. Жешко; Нац. акад. наук Беларуси, РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2012. – 443с.
- 2 Лях, С.И. Повышение качества внесения минеральных удобрений совершенствованием процесса их дозирования: дис. канд. техн. наук : 05.20.01 / С.И. Лях. □ Минск, 2003. – 164 л.
- 3 Ларюхина Г.Г. Тенденции развития средств механизации для внесения удобрений: Обзорная информация / Госкомсельхозтехника СССР. ЦНИИТЭИ. – М., 1983.
- 4 Степук, Л.Я. Механизация процессов химизации и экология / Л.Я. Степук, И.С. Нагорский, В.П. Дмитрачков. – Минск, 1993. – 272 с.
- 5 Мойсеенко, В.К. Штанговые сеялки / В.К. Мойсеенко, В.В. Адамчук // Сельское хозяйство за рубежом. – 1982. □ №5. С. 2-12.

Анотація

У статті представлений огляд і аналіз розподільчих робочих органів до машин для внесення твердих мінеральних добрив.

Summary

The review and analysis of the distributing working bodies to machines for application of solid mineral fertilizers is presented in article.