

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАВНОМЕРНОГО ВНЕСЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Г. О. ИВАНЧИКОВ, аспирант
В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Основным показателем функционирования средств механизированного внесения минеральных удобрений является равномерность распределения питательных веществ по поверхности поля. Если при внесении однокомпонентных или сложных удобрений качество функционирования машин оценивается по равномерности распределения частиц, то при внесении туковых смесей качественные показатели зависят от распределения по поверхности поля частиц каждого из компонентов смеси [3–5, 7–9, 11–18].

Отклонение дозы и равномерности распределения компонентов от агротехнической нормы приводит к снижению урожайности или к накоплению в продуктах питания вредных веществ [4, 5, 9].

Некачественное выполнение технологического процесса следует рассматривать как технологический брак или отказ системы. Важным условием создания точных технологий, кроме отмеченного, является разработка методов для объективной оценки обеспеченности почв питательными элементами и устройств для контроля и управления технологическими процессами. Также важным вопросом является выбор пневматической системы для равномерного внесения минеральных удобрений дифференцированным способом.

Основная часть. В пневматических сеялках для надежного транспортирования гранулированных удобрений, скорость воздушного потока должна быть в пределах 20–26 м/с. Гранулы, перемещаясь в воздушном потоке со скоростью 5–8 м/с, интенсивно разрушаются, что отрицательно влияет не только на эффективность применения удобрений, но и на экологию. Образовавшаяся при истирании пыль, вместе с отходящим воздухом, поднимается в атмосферу. Ширина захвата пневматических сеялок непостоянна, а неравномерность распределения по полю достигает 20–30 % [1, 2, 6, 10]

Анализ литературы показывает, что удобрения, применяемые для приготовления туковых смесей, содержат от 4,7 до 83,1 % частиц размером (1–3) мм. Для выделения частиц требуемых размерных групп необходимо введение в технологический процесс дополнительной операции и может быть оправдано при небольших объемах работ. Частицы удобрений, непригодные к смешиванию, необходимо будет измельчать или вносить без смешивания. Кроме того, тукосмесь, приготовленная из 13 частиц с заданными размерами, после взаимодействия с рабочими органами машин изменит свои гранулометрические характеристики.

Таблица 1. Гранулометрический состав некоторых минеральных удобрений, %

Удобрение	Размер фракции, мм							
	>7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	0,25<
Суперфосфат порошковидный	6,1	6,2	10,6	8,7	9,8	18,1	21,0	20,5
Суперфосфат двойной гранулированный	–	2,0	38,0	36,0	16,0	5,0	2,0	1,0
Аммиачная селитра	–	0,8	3,7	11,5	50,0	34,0	–	–
Калийная соль	15,0	6,0	8,0	8,0	6,0	52,0	5,0	–
Хлористый калий	–	2,2	8,6	9,7	5,5	29,3	25,7	19,0

Необходимость измельчения туковых смесей обусловлена склонностью их к слеживанию. Причем процесс слеживания наиболее интенсивно протекает в первые 1–3 дня после приготовления тукосмеси. Выравнивание компонентов туковых смесей по гранулометрическим характеристикам не является достаточным условием качественного распределения частиц по поверхности поля, так как при взаимодействии частиц с рабочими поверхностями машин на процесс расслоения существенное влияние оказывают фрикционные, аэродинамические и другие характеристики.

Фрикционные характеристики минеральных удобрений (табл. 2) и их смесей оцениваются коэффициентами внутреннего и внешнего трения. Коэффициент внутреннего трения характеризует сопротивление материала сдвигу частиц относительно друг друга, а коэффициент внешнего трения скольжения характеризует сопротивление сдвигу относительно поверхности рабочих органов машин. Результаты экспе-

риментальных исследований свидетельствуют о том, что коэффициенты внешнего трения частиц удобрений одного вида варьируют в широких пределах. Коэффициент вариации углов трения составляет от 6,4 до 23,4 % для разных видов минеральных удобрений.

Таблица 2. Коэффициенты трения скольжения минеральных удобрений и их смесей

Удобрения	Поверхность трения			
	сталь	дерево	резина	полиэтилен
Аммиачная селитра	0,66	0,73	0,69	0,49
Карбамид (мочевина)	0,64	0,54	0,81	0,31
Суперфосфат гранулированный	0,55	0,54	0,58	0,43
Суперфосфат двойной гранулированный	0,47	0,56	0,57	0,42
Хлористый калий	0,51	0,47	0,64	0,35
Аммофос	0,48	0,62	0,62	0,43
Нитрофоска	0,42	0,49	0,56	0,30
Двойная туковая смесь (суперфосфат + карбамид)	0,56	0,50	0,56	0,41
Тройная туковая смесь (суперфосфат + карбамид + сульфат калия)	0,58	0,63	0,65	0,49

На работу аппаратов (центробежных, ленточных, пневматических и др.) оказывают влияние аэродинамические характеристики частиц. Результаты испытаний показывают, что коэффициенты парусности частиц минеральных удобрений изменяются в широких пределах от 3,7 до 11 м/с. Следовательно, задача подбора компонентов для смесей минеральных удобрений с близкими коэффициентами парусности весьма затруднена.

Возвращаясь к вопросу выбора пневматической системы для равномерного внесения гранулированных минеральных удобрений, можно выделить определенные моменты. Системы делятся на две разновидности: с горизонтальным и вертикальным распределением. Важным моментом в выборе пневматической системы является определение распределителя, удовлетворяющего заданным условиям, поэтому необходимо рассмотреть преимущества и недостатки как вертикальных, так и горизонтальных распределителей.

Основное преимущество вертикальных распределителей состоит в том, что они просты по устройству и надежны в эксплуатации. Надежность протекания процесса распределения обеспечивается тем, что

посевной материал в вертикальном канале находится в состоянии пневмотранспорта, а это значительно упрощает процесс распределения посевного материала по отводящим патрубкам. Существенным недостатком таких распределительных устройств является высокая неравномерность распределения посевного материала по сошникам, особенно при работе на склонах.

Недостатком распределителей горизонтального типа является то, что они конструктивно ограничены в количестве обслуживаемых сошников (не более 12). Кроме того, они требуют обеспечения равномерного распределения по сечению потока материаловоздушной смеси на входе в распределитель.

Для этого необходимо конструкцию распределителя дополнять непосредственно перед ним прямым горизонтальным участком, равным 8–10 диаметрам материалопровода, что составляет порядка 500–600 мм, или применять дополнительные выравнивающие устройства. В известных посевных машинах реализация такого конструктивного предложения зачастую оказывается невозможна по компоновочным требованиям. Поэтому широкого распространения на посевных машинах данный тип распределителей не нашел.

Несмотря на недостатки распределителей данного типа он имеет и интересующие нас преимущества. Преимуществами выбора такого типа распределения будут являться снижение риска разрушения гранул, ввиду особой геометрии конструкции, и более высокая точность внесения минеральных гранулированных удобрений, а также, именно горизонтальный тип распределения обеспечивает лучшую точность при работе на различных уклонах. Данный тип распределителя содержит решающее преимущество в виде приспособленности к гранулометрическому составу практически всех минеральных удобрений, что дает ему широкий спектр возможностей по работе с различными видами минеральных удобрений без потери качества их внесения даже в широком диапазоне доз внесения от 80 до 1000 кг/га.

Заключение. Использование пневматической системы для равномерного внесения минеральных удобрений дифференцированным способом с горизонтальным распределителем является наиболее предпочтительным и рациональным решением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. Результаты испытаний пневматической централизованной высевающей системы при внесении минеральных удобрений / В. С. Астахов // Весці Акадэміі аграрных навук Рэспублікі Беларусь. – 1997. – № 1. – С. 67–72.

2. Астахов, В. С. Совершенствование пневматических высевających систем сеялок / В. С. Астахов. – Горки, 2007. – 148 с.
3. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
4. Босак, В. Н. Система сбалансированного применения удобрений на хорошо окультуренных дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2004. – 297 с.
5. Босак, В. Н. Система удобрения в севооборотах на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах / В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2003. – 176 с.
6. Гусев, В. М. Возможности пневматической системы централизованного высева пропашной сеялки / В. М. Гусев // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1987. – № 6. – С. 28–27.
7. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
8. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
9. Лапа, В. В. Сравнительная эффективность различных способов заделки минеральных удобрений при возделывании зерновых культур / В. В. Лапа, В. Н. Босак // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2002. – № 4. – С. 41–42.
10. Любушко, Н. И. Применение высевającej системы с централизованным дозированием / Н. И. Любушко, В. А. Юзбашев, В. Е. Хоруженко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1984. – № 6. – С. 15–17.
11. Применение однокомпонентных и комплексных удобрений / В. Н. Босак [и др.]. – Минск: БГТУ, 2018. – 30 с.
12. Применение удобрений при возделывании овощных культур / В. В. Скорина [и др.]. – Минск: БГТУ, 2012. – 16 с.
13. Рошка, Т. Б. Производственные технологии / Т. Б. Рошка, В. Н. Босак, О. В. Нилова. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – 102 с.
14. Смянович, О. Применение удобрений в севообороте / О. Смянович, В. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2013. – 108 с.
15. Соколовский, И. В. Основы земледелия / И. В. Соколовский, В. Н. Босак. – Минск: БГТУ, 2012. – 137 с.
16. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
17. Schubert, S. Pflanzenernährung / S. Schubert. – Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2018. – 234 s.
18. Smeyanovich, A. Influence of long-term fertilizer application on productivity of crop rotation and fertility of Podzoluvisol / A. Smeyanovich, V. Bosak // Archives of Agronomy and Soil Science. – 2003. – Vol. 49. – P. 97–99.

Аннотация: Проведен теоретический обзор пневматических систем для равномерного внесения гранулированных минеральных удобрений и обоснован выбор распределителя горизонтального типа.

Ключевые слова: минеральные удобрения, распределительные устройства, пневматические системы.