

Симметричность распределения минеральных удобрений центробежным аппаратом

Е.В. Припоров, к.т.н., Д.Н. Котович, магистрант, ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ

Урожайность зерновых зависит от ряда факторов. В их числе – качество посевного материала, качество посева, и плодородие почвы. Качество посевного материала зависит от технологии послеуборочной обработки семян [1–4]. Основное средство механизации для поверхностного внесения минеральных удобрений – центробежный аппарат.

Повысить эффективность внесения минеральных удобрений возможно за счёт равномерности. Основным параметром, влияющим на величину равномерности, – симметричность зоны рассева относительно продольной оси. На величину угла рассева влияет множество факторов: место подачи на диск, коэффициент трения сыпучего материала, технологические и конструктивные параметры лопатки, угол установки лопатки к радиусу диска и др. Отдельные факторы устанавливаются на стадии проектирования центробежного аппарата

и остаются постоянными в период эксплуатации, другие требуют корректировки в производственных условиях и зависят от фрикционных свойств рассеваемого материала. В производственных условиях корректировка зоны рассева относительно продольной оси агрегата выполняется путём изменения места подачи на диск. Качество выполненной регулировки оценивается визуально и носит субъективный характер. Это одна из причин увеличения неравномерности рассева материала центробежным аппаратом, снижения эффективности расхода удобрений.

Цель исследования – разработка прибора для настройки однодискового центробежного аппарата на требуемое место подачи для обеспечения симметричности распределения материала относительно продольной оси.

Материал, методы и результаты исследования. Важный параметр зоны рассева – угол распределения материала центробежным аппаратом. Угол рассева – угол, в пределах которого собирается

до 95% от общей массы рассеиваемых частиц. На кафедре ЭМТП Кубанского ГАУ разработана конструкция однодискового центробежного аппарата с подачей материала вдоль лопаток. Разработанная конструкция однодискового центробежного аппарата обладает технической новизной, что подтверждают полученные авторские свидетельства [5–7].

Конструктивно-технологическая схема однодискового центробежного аппарата с подачей материала вдоль лопаток представлена на рисунке 1.

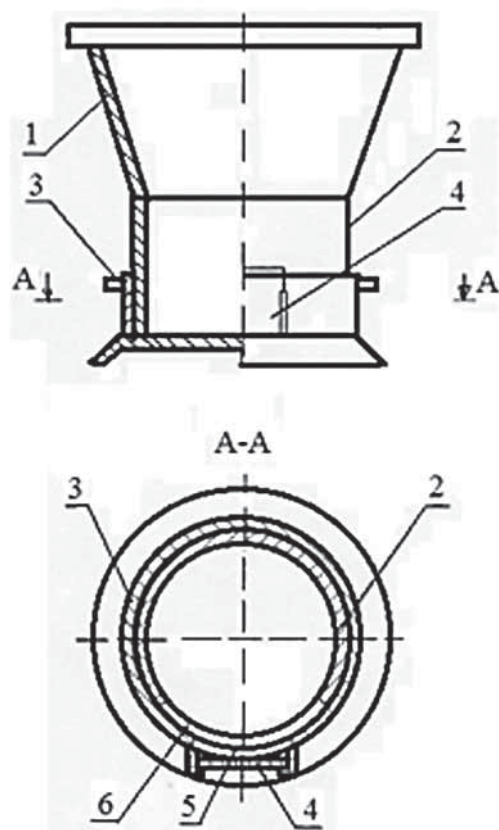


Рис. 1 – Дозатор центробежного аппарата с подачей материала вдоль лопаток: 1 – коническая часть; 2 – цилиндрическая часть; 3 – кольцо-заслонка; 4 – настроечная заслонка; 5 – сектор подачи настроечной заслонки; 6 – сектор подачи дозатора

Однодисковый центробежный аппарат включает бункер, состоящий из цилиндрической и конической части 1. Коническая часть переходит в цилиндрическую 2 и выполняет функции дозатора.

Цилиндрическая часть дозатора служит для дозированной подачи материала через сектор подачи 6. Масса поступающего материала через сектор подачи регулируется заслонкой 3. В средней части кольца-заслонки 6 установлена настроечная заслонка 4 с сектором подачи настроечной заслонки 5, равным 20–30°. Величина угла менее 20° приводит к уменьшению ширины настроечной заслонки. Величина угла более 30° приводит к погрешности измерений, вызванных формой распределения сыпучего материала по ширине

настроечной заслонки. Величина угла сектора подачи настроечной заслонки обеспечивает сосредоточенную подачу сыпучего материала на лопатки диска. Исследованиями установлено, что в пределах центрального угла подачи, равного 30°, угол слёта частиц с лопаток составляет 60°. С целью снижения потерь сыпучего материала во время настройки центробежного аппарата угол охвата индикатора должен составлять 60–80°. Увеличение центрального угла охвата индикатора более 80° приводит к увеличению габаритов индикатора.

Индикатор представляет две ловушки с углом раствора 40° одинакового размера. Ячейки обтянуты прочным материалом и имеют в нижней части мешки для сбора. Корпус индикатора закреплён по касательной к центробежному диску и охватывает угол схода материала при его поступлении через сектор подачи настроечной заслонки. Техническое решение прибора настройки центробежного аппарата обладает новизной.

Индикатор установлен соосно с рассеивающим диском. Положение индикатора относительно диска устанавливается экспериментально с использованием модельного сыпучего материала, при рассеивании которого ранее были достигнуты наименьшая неравномерность материала и наибольшая ширина зоны рассеивания. В бункер засыпают модельный материал, например карбамид, массой 15–20 кг. Индикатор монтируется консольно на раму рассеивателя. Открывают настроечную заслонку при закрытой заслонке сектора подачи. Сыпучий материал поступает через настроечную заслонку и подхватывается лопатками рассеивающего диска. В момент слёта с лопаток частицы улавливаются ловушками индикатора. По завершении эксперимента масса материала по ловушкам сравнивается по массе. Если в ловушки первой по ходу вращения приводного диска собрано больше сыпучего материала чем во второй, то индикатор поворачивают в сторону, противоположную направлению вращения рассеивающего диска. Если в ловушки первой по ходу вращения рассеивающего диска собрано меньше сыпучего материала, то индикатор поворачивают по направлению вращения рассеивающего диска. Так, подбором угла смещения индикатора вокруг приводного вала рассеивающего диска, достигают равенства масс в ловушках слетевшего с лопаток рассеивающего диска модельного сыпучего материала. Найденное положение отмечают на раме рассеивателя. По завершении калибровочных работ настроечную заслонку закрывают.

При рассеивании материала с иными фрикционными свойствами, отличными от модельного, смещают дозатор от исходного положения на величину угла, определяемого по выражению:

$$\Delta\Theta = \arctg \frac{1}{\sqrt{1+f_2^2} + f_2} - \arctg \frac{1}{\sqrt{1+f_1^2} + f_1},$$

где $\Delta\Theta$ – угол поворота дозатора вокруг вертикальной оси от первоначального, град;

f_1 – коэффициент трения модельного материала;

f_2 – коэффициент трения рассеиваемого материала.

Если угол смещения дозатора от первоначального получился положительным, то смещение происходит против направления вращения рассеивающего диска. Если угол смещения дозатора получился отрицательным, то поворот дозатора происходит по направлению вращения рассеивающего диска.

Обработка экспериментальных данных при рас­се­ве материала с различным коэффициентом трения позволил установить зависимость медианы угла от фрикционных свойств рассеиваемого материала. Полученная математическая зависимость хорошо аппроксимируется уравнением вида:

$$M_e = 40f + 74,6,$$

где M_e – медиана угла распределения материала, град;

f – коэффициент трения сыпучего материала.

На рисунке 2 представлена зависимость медианы угла распределения от коэффициента трения сыпучего материала.



Рис. 2 – Зависимость медианы угла рассева от коэффициента трения рассеиваемого материала

Анализ представленного графика свидетельствует, что с увеличением коэффициента трения увеличивается медиана угла распределения. Это связано с тем, что повышение коэффициента трения приводит к увеличению времени движения частиц по внутренней поверхности лопатки. Медиана угла распределения должна проходить через продольную ось, что обеспечит симметричность зоны рассева.

Важным технологическим параметром распределения сыпучего материала центробежным аппаратом является начальный угол слёта частиц. Проведённое экспериментальное исследование позволило установить зависимость начального угла слёта от коэффициента трения рассеиваемого материала.

$$\beta_n = 76f + 51,74,$$

где β_n – начальный угол рассева сыпучего материала, град.

На характер распределения материала по ширине зоны рассева влияет форма рассеивающего диска с параллельным отгибом краёв (рис. 3).

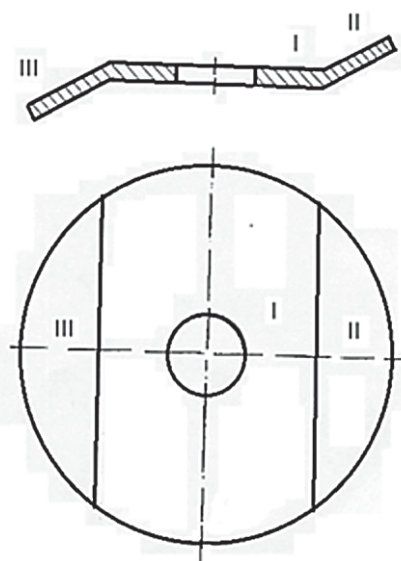


Рис. 3 – Схема диска с параллельным отгибом краёв

Особенность центробежного диска – наличие трёх зон с различной величиной угла конусности, что создаёт различный угол вылета частиц к горизонту. Центробежный диск с отогнутыми краями состоит из трёх зон: горизонтальный участок $j_k = 0$ (I), зона положительного отклонения $j_k > 0$ (II) и зона отрицательного отклонения от горизонтали $j_k < 0$ (III). Линии изгиба размещены от центра диска на некотором расстоянии. Отогнутые части диска параллельны и отклонены от горизонтали на угол $+5^\circ$ или $+10^\circ$. Поисковые исследования показали, что увеличение противоположной конусности более $+10^\circ$ сопровождается возрастанием динамических нагрузок на приводной вал, и поэтому это значение принято за оптимальное.

Для этой формы рассеивающего диска на основе экспериментального исследования установлена зависимость угла конусности J_k от угла установки лопаток к радиусу диска α_p :

$$J_k = 2,5\alpha_p.$$

Выводы. Затраты на удобрения и их эффективность от внесения зависят главным образом от характера распределения материала по ширине захвата. Симметричность зоны рассева относительно продольной оси в производственных условиях достигается за счёт выбора места подачи материала на рассеивающий диск. Контроль характера зоны рассева относительно продольной оси осуществляется визуально. Это обстоятельство является одной из причин высокой неравномерности распределения материала центробежным аппаратом. На кафедре эксплуатации МТП Кубанского ГАУ разработан прибор, представляющий две изолированные

ячейки, угол раствора каждой равен 40° . Индикатор должен входить в состав распределителя минеральных удобрений и устанавливается соосно с рассеивающим диском на момент настройки аппарата на требуемое место подачи материала дозатором. Разработана методика настройки однодискового центробежного аппарата на требуемое качество распределения материала. Место подачи изменяется за счёт поворота цилиндрического дозатора относительно вертикальной оси в зависимости от коэффициента трения рассеиваемого материала. Повышение коэффициента трения требует поворота дозатора против направления вращения рассеивающего диска.

Литература

1. Припоров И.Е., Лазебных Д.В. Рациональная технология послеуборочной обработки семян подсолнечника // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 112. С. 1475 – 1485.
2. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Качественные показатели работы универсального семяочистительного комплекса на базе отечественных семяочистительных машин нового поколения // В сборнике: Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК: Сборник научных трудов 9-й Международной научно-практической конференции. 2014. С. 162 – 167.
3. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Влияние толщины, ширины и индивидуальной массы семян подсолнечника на скорость их витания. // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2010. № 1 (142 – 143). С. 76 – 80.
4. Припоров И.Е., Кривогузов Д.Д. Повышение процесса разделения семян подсолнечника в универсальном семяочистительном комплексе на базе ЗАВ-20 // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (35). С. 72 – 76.
5. Патент на изобретение RUS № 2177216. Устройство для поверхностного рассева минеральных удобрений и других сыпучих материалов / Якимов Ю.И., Иванов В.П., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. заяв. 14.03.2000. Бюл. № 36 от 27.12.2001.
6. Патент на изобретение RUS 2177218. Рабочий орган для рассева сыпучих материалов / Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. заяв. 14.03.2001. Бюл. № 36 от 27.12.2001.
7. Патент на изобретение RUS 2177217. Центробежный рабочий орган для рассева сыпучего материала / Якимов Ю.И., Припоров Е.В., Иванов В.П., Заярский В.П., Волков Г.И., Селивановский О.Б. заяв. 14.03.2000. Бюл. № 36 от 27.12.2001.