

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ

УДК 621.941

Протасеня М.Л., Ларченков Л.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЛЬЦЕВОГО МЕТАТЕЛЯ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Необходимость разработки способа и устройства для рационального использования рассева сыпучих материалов, например, минеральных удобрений, показана нами в опубликованном исследовании на Европейской экономической комиссии по вопросам сельского хозяйства [1].

Несмотря на заинтересованность многих государств Европы в данном вопросе и предоставления своих результатов исследований, ничего не было сделано в области машиностроения по созданию требуемой техники, обеспечивающей повышение качества рассева сыпучих материалов по площади, соответственно, повышение производительности агрегатов.

В сборниках научных трудов БНТУ “Современные методы проектирования машин” [2] и “Машиностроение” [3] опубликованы результаты наших теоретических исследований кольцевого метателя, на который получен патент № 6659 согласно Государственному реестру изобретений Республики Беларусь [4].

По результатам теоретических исследований кольцевого метателя, изложенных в указанных статьях, можно рассчитать некоторые эксплуатационные параметры, в частности, дальность x_n полета частиц сыпучего материала в зависимости от частоты n вращения и угла α_0 выброса частиц.

Формула траектории полета имеет вид:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha_0 - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha_0} - \frac{gkx^3}{3v_0^2 \cos^2 \alpha_0} - \dots$$

Третий член формулы — сопротивление продвижению частиц воздушной среды. На этой стадии расчета траектории полета этим сопротивлением пренебрегаем и находим время t полета частиц до точки приземления:

$$0 = y_0 + v_0 t \sin \alpha_0 - \frac{gt^2}{2} . \text{ Откуда находим время полета:}$$

$$t = \frac{1}{g} (v_0 \sin \alpha_0 + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha_0 + 2gy_0}),$$

где $y_0 = 1$ м — точка выброса частицы.

Зная время t полета и начальную скорость v_0 полета частиц, находим:

$$x = v_0 t \cos \alpha_0; \quad y_{max} = y_0 + \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha_0}{2g}.$$

Данные расчета сводим в табл. 1.

Таблица 1

n, мин ⁻¹	v ₀ , м/с	t, с			X, м			У _{макс} , м		
		30°	45°	60°	30°	45°	60°	30°	45°	60°
500	10,40	1,2	1,6	1,9	10,8	11,8	9,8	2,4	3,7	5,1
600	12,56	1,4	1,9	2,3	15,2	16,9	14,4	3,0	5,7	7,0
700	14,65	1,6	2,2	2,6	20,3	22,8	19,0	3,7	6,5	9,2
800	16,75	1,8	2,4	3,0	26,1	28,2	25,1	4,6	8,2	11,7
900	18,84	2,0	2,7	3,3	32,6	36,0	31,1	5,5	10,1	14,6
1000	20,98	2,2	3,0	3,7	38,8	44,4	38,7	6,6	12,2	17,8

Согласно анализа научных работ, представленных нам странами Европы [1] и других литературных источников [5], до 80% применяемых машин являются дисковыми разбрасывателями фирм: Amazone, Vogballe, FMR"Agromet", Kverneland, Rauch, Sipma, Sulky. Приведенные данные известными испытательными станциями дисковых разбрасывателей указанных фирм показывают, что дальность полета частиц сыпучих материалов составляет 9 метров (общая ширина разброса 2×9 = 18 метров), неравномерность распределения частиц по площади составляет 10,2 - 21,5 % при норме внесения 240 кг/га. С уменьшением нормы внесения в 2 раза неравномерность увеличивается до 15,38 - 37,8 % . Такие данные можно получить только при испытании новых, не бывших в работе, машин. В результате эксплуатации машин в течении 5 - 7 лет показатели неравномерности сильно ухудшаются и достигают 50 - 60 % [1].

Совместная работа с Запорожским научно-исследовательским конструкторским и технологическим институтом механизации (НИКТИМ) сельхозмаш (Украина) привела к созданию машины СТТ-10 (сеялка туковая тракторная на 10 тонн), отличающейся тем, что ось вращения разбрасывающих лопастных роторов расположена горизонтально. Проведенные государственные приемочные испытания ее на Западной МИС (пос.Привольный Минского района) показали, что при дальности полета частиц 9 метров неравномерность составила 10,5 - 17,1 % в зависимости от вида сыпучего материала [6].

В этой статье мы приводим результаты экспериментальных исследований кольцевого метателя, где использовалась машина СТТ-10. Лопастной

ротор, состоящий из лопастей 1 и дисков 2,3 (рис. 1 а), был заменен на диск 1 (рис. 1 б) с приваренными к нему кольцом из полосовой стали шириной 120 и толщиной 1,5 мм и осью 3, на которой посажен нож-сбрасыватель 2. Диаметр кольца 400 мм соответствует лопастному ротору.

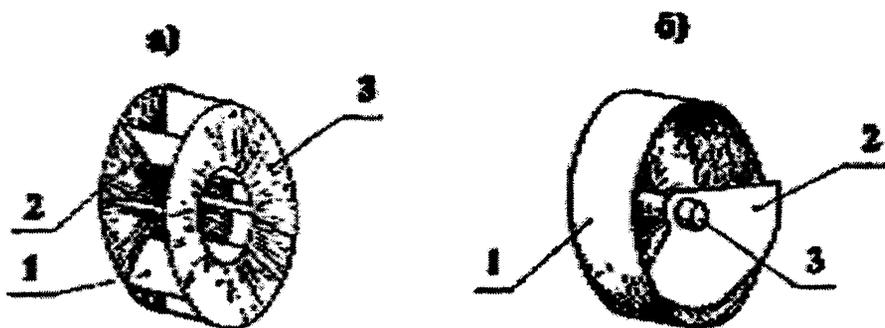


Рис. 1

Программа исследований. Отличительной особенностью нового способа и рассеивающего устройства является то, что сообщение кинетической энергии сыпучему материалу происходит внутри вращающегося конуса, заканчивающегося небольшой частью цилиндра, на внутреннюю поверхность которого, совершая вращательно-поступательное движение, непрерывно переходит материал [4].

При проведении исследований сыпучий материал подавался на внутреннюю поверхность кольца по наклонному желобу. Материал распределялся по поверхности кольца равномерным по толщине слоем под действием сил центробежной и трения. После этого желоб убирался, а вместо него вводился нож гребенки сбрасывателя, повернутый на небольшой угол к плоскости основания кольца. Частицы сыпучего материала, набегая на нож, меняли движение вращательное на поступательное вдоль него. В точке соприкосновения окружности основания кольца с кромкой ножа центробежная сила мгновенно исчезала, а частицы материала продолжали движение по траектории свободного полета. Место схода частиц с поверхности кольца определяет начальный угол наклона траектории полета к горизонту, измеряемый между касательной к траектории и горизонталью. Эта касательная является общей к окружности основания кольца и траектории.

Частота вращения ротора задавалась исходя из данных табл. 1.

Частота вращения изменялась переключением передачи и оборотами двигателя трактора.

Начальные углы наклона траектории: 30, 45 и 60 градусов (табл.1).

В качестве сыпучего материала использовались: фрезерный торф, доломитовая мука с нормой внесения 600 кг/га, калийная кристаллическая соль

100 и 350 кг/га, гранулированный фулерфосфат 120 и 240 кг/га, аммиачная селитра 120 и 240 кг/га.

Характеристика сыпучих материалов по гранулометрическому составу в процентах приведена в табл. 2.

Таблица 2

Сыпучий материал	Размер гранул, мм			
	0,0...1,0	1,1...2,0	2,1...3,0	3,0...4,0
Гранулированный суперфосфат	2,8	47,3	42,7	7,2
Аммиачная селитра	0,02	61,1	38,18	0,7
Калийная соль (кристаллическ.)	1,5	4,3	31,1	63,1
Доломитовая мука	97,1	—	0,9	2,0
Крошка фрезерного торфа	2,3	4,7	38,3	54,7

Методика исследований. Дальность полета частиц сыпучих материалов определялась по ОСТ 70.7.1-74 “Машины для внесения минеральных удобрений, известковых материалов и гипса. Программа и методы испытаний” с помощью пяти противней размером 0,5×0,5×0,15 м, разложенных в конце траектории полета, согласно теоретическому расчету табл. 1.

Влажность и характеристика удобрений соответствуют требованиям, предъявляемым к этим материалам согласно ГОСТ 28714-90, ИСО 5690-185 и ГОСТ 20851.4.

Исследования проводились на экспериментальной базе “Ждановичи” Белорусского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (БНИИМСХ) в июле месяце 1997 года.

Показатели неравномерности распределения частиц сыпучего материала по длине траектории полета определялись на материалах, приведенных в табл. 2: гранулированный суперфосфат с нормой внесения 100 и 300, аммиачная селитра — 120 и 240, калийная соль кристаллическая — 100 и 350, доломитовая мука и торфокрошка — 600 кг/га.

За неравномерность распределения сыпучего материала по длине принимается коэффициент вариации массы материала на отдельных противнях, расставленных на общую длину в сплошной ряд в направлении траектории полета. Для устранения рикошета частиц от днища и стенок в противнях устанавливают ячейки размером 0,05×0,05 м и высотой не более половины высоты противня. После выброса нормы с каждого противня последовательно собирают и взвешивают удобрения, результаты обрабатывают методом вариационной статистики.

Вычисляют среднее значение массы материала в противне q . После этого определяют степень неравномерности, которая характеризуется коэффициентом δ вариации в процентах, который вычисляют по формуле: $\delta =$

$= \frac{\sigma_{ct}}{q} 100$, где σ_{ct} — стандартное отклонение, г; q — среднее значение массы материала, собранного из одного противня, г.

Среднее значение q вычисляют по формуле: $q = \frac{\sum_1^n q_i}{n}$, где n — количество противней; q_i — масса удобрений, собранная из каждого противня, г.

Стандартное отклонение σ_{ct} вычисляют по формуле:

$$\sigma_{ct} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (q_i - q)^2}{n - 1}}$$

Результаты исследований. Кольцевой метатель был исследован на возможность выполнять метание фрезерного торфа и определение при этом механических характеристик. В отличие от сыпучих материалов таких, как минеральные удобрения, торф обладает повышенной влажностью, низкой плотностью, величиной измельченных фрезерованием частиц. Торф представляет собой почву, обладающую уникальными биохимическими, биофизическими и энергетическими свойствами. Это полуразложившиеся остатки растений, способных произрастать на болотистых местностях. Из-за своей уникальности и полезного влияния на окружающую среду разработка торфяных месторождений находится под охраной государства и мировой общественности. Поэтому разработка этих месторождений может производиться в небольших объемах для промышленных и медицинских целей без нанесения ущерба природе. Хотя объемы добычи торфа небольшие, механизация работ должна производиться. В этом случае, чтобы разработка машины была экономически выгодной, машина должна быть универсальной.

Целью исследований, кроме основных, была проверка кольцевого метателя на способность его работы с торфом.

Использовался фрезерный торф с нормой 600 кг/га и влажностью 50 — 60 %. Измерялась высота траектории и дальность полета. Эти параметры траектории определяют время нахождения частиц в воздушном пространстве и испарение влаги из торфа, т.е. период естественной сушки.

При оборотах кольца 500 мин^{-1} и угле выброса 30° высота выброса составила 4 и дальность полета - 9 метров; при 1000 мин^{-1} и угле выброса 60° высота выброса составила 12 и дальность полета 33 метра. При выбрасывании торфа на высоту 10 - 14 метров при температуре воздуха $27-30^\circ$ с влажностью 75-85 % происходит ее уменьшение на 10-20 %.

Анализ исследований торфа показывает, что его можно сушить в естественных условиях, используя кольцевой метатель.

Для экономической оценки кольцевого метателя необходимо провести его исследование на применении других сыпучих материалов.

Показатели неравномерности распределения частиц сыпучего материала по длине траектории полета определялись на материалах, приведенных в табл. 2 : гранулированный суперфосфат с нормой внесения 100 и 300, аммиачная селитра — 120 и 240, калийная соль кристаллическая — 100 и 350, доломитовая мука и торфокрошка — 600 кг/га.

При исследовании кристаллической калийной соли (KCl) дальность полета частиц составила: при частоте вращения 500 мин^{-1} и угле выброса 30° — 11,5 метра, а при 1000 мин^{-1} — 46,6 метра. Неравномерность распределения калийной соли по длине траектории полета в обоих случаях составила: 0,87 - 3,61 %.

Исследование гранулированного суперфосфата (P_2O_5) показало следующие результаты: дальность полета при 500 мин^{-1} и угле выброса 30° — 10,1 , а при 1000 мин^{-1} — 38,1 метров. Неравномерность распределения частиц по длине траектории полета составила: 1,23 - 2,37 %.

Дальность полета гранул аммиачной селитры (NH_4NO_3) составила: при 500 мин^{-1} и угле выброса 30° — 9,7 , а при 1000 мин^{-1} — 38,2 метра. Неравномерность распределения гранул по длине траектории полета составила: 0,46 - 1,26 % .

В качестве испытываемого материала был опробован порошковидный сыпучий материал - доломитовая мука. Дальность полете составила: при 500 мин^{-1} и угле выброса 30° — 8,2 , а при 1000 мин^{-1} — 31,5 метра. Неравномерность распределения по длине траектории 2,9 - 4,1% .

Вывод. Предложенный нами кольцевой метатель может быть использован как универсальное средство для посева сыпучих материалов с высокой степенью точности по поверхности поля и для других целей в народном хозяйстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Севернев М.М., Ларченков Л.В. Совершенствование машин для внесения минеральных удобрений с улучшенной равномерностью посева их по площади. Женева, ООН, 1984. -41с.
2. Протасеня М.Л. и др. К вопросу проектирования центробежного рассеивателя сыпучего материала. Современные методы проектирования машин. Т.2, вып.19. -Мн. УП"Техно-принт", 2002. - 284с.
3. Протасеня М.Л. и др. Теоретические основы способа использования энергии центробежных сил. -Мн.: Машиностроение, 2003. - 538с.
4. Протасеня М.Л. и др. Способ и устройство для посева сыпучих материалов по поверхности поля. Патент 6659 РБ. 2004.
5. Сравнительные испытания разбрасывателей

удобрений западноевропейских производителей // Новое сельское хозяйство. - 2003. - № 1. - С.52-53. 6. Протокол № 7-102-81. Государственные приемочные испытания машины СТТ-10.1981. - с. 104.

УДК 621.9

А.В.Ажар, А.И.Грошева, А.А.Ермоленко

ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ РАБОЧИХ ГРАНЕЙ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН ТОРЦОВЫХ ФРЕЗ НА ПРОИЗВОДСТВЕ В МОМЕНТ СЪЕМА СО СТАНКА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Торцовые фрезы широко используются при лезвийной обработке плоскостей благодаря высокой производительности при хорошем качестве получаемой поверхности. Однако высокая стоимость и длительное время восстановления работоспособности приводят к необходимости принятия такого критерия смены, который бы позволил максимально использовать ресурс этого инструмента в конкретных производственных условиях. Использовать общепринятый критерий, заданную величину допустимого износа, в данном случае не представляется возможным по ряду причин. Во-первых, это многолезвийный инструмент, все зубья которого участвуют в процессе резания и в равной степени влияют на общую стойкость. Во-вторых, разброс механических свойств, состояния поверхностного слоя, припуска на обработку у заготовок, качества пластин и параметров точности их установки в гнезда корпуса фрезы, жесткости системы СПИД, параметров режима резания приводят к случайному разбросу величин износа граней, либо поломке отдельных зубьев инструмента. В-третьих, износ и поломки режущих граней приводят к перераспределению нагрузки между остальными зубьями в связи с чем, существует взаимное влияние состояния граней инструмента. При этом фрезу можно считать работоспособной при поломке нескольких ее зубьев, если это не приводит к возникновению «ломающей подачи» на оставшихся зубьях. В-четвертых, на производстве в качестве критерия смены инструмента часто используются такие показатели (в том числе и субъективные), как допустимая точность обработки, характерный шум, вибрации станка, замена других инструментов наладки, перерыв на обед.

В связи с этим встают задачи по исследованию состояния рабочих граней и закономерностей рассеивания величин износа фрез в момент съема со станка, а также по определению критерия смены этого многолезвийного инструмента,