

Заключение. Построенная математическая модель процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины в лабораторных условиях позволила выделить следующие значимые факторы, влияющие на полноту удаления ботвы лука и сорных растений: частоту вращения рабочего органа, высоту установки рабочего органа относительно поверхности поля, угол установки ножей.

Библиографический список

1. Ларюшин, Н. П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – №2. – С. 15-17.
2. Ларюшин, Н. П. Уборка без задержек / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Сельский механизатор. – 2007. – №7. – С. 48-49.
3. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров : дис. ...канд. техн. наук : 05.20.01 / Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с.
4. Фролов, Д. И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова // Известия Самарской ГСХА. – 2013. – №3. – С. 18-23.
5. Фролов, Д. И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров : автореф. дис. ...канд. техн. наук : 05.20.01 / Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с.
6. Ларюшин, Н. П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства при лабораторных исследованиях / Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов // Нива Поволжья. – 2008. – №2 (7). – С. 46-51.
7. Курочкин, А. А. Регулирование структуры экструдатов крахмалсодержащего сырья / А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова, Д. И. Фролов, П. К. Воронина // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 4. – С. 94-99.

УДК 631.33.022.96:633.21

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЕМЯН ТРАВ

Савельев Юрий Александрович, д-р техн. наук, проф. Кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а.

E-mail: ssaa-samara@mail.ru

Крючин Александр Николаевич, аспирант кафедры «Сельскохозяйственные машины и механизация животноводства», ФГБОУ ВПО Самарская ГСХА.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Спортивная, 8-а.

E-mail: kryuchin@inbox.ru

Ключевые слова: дозирование, мятлик, аппарат, свод, сыпучесть, высев.

Цель исследований – оптимизация конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевающего аппарата определением физико-механических свойств семян трав. Для посева трав в селекционном производстве разработана самоходная пневматическая мини-сеялка, оборудованная специальным высевающим аппаратом для дозирования трудносыпучих и связанных посевных материалов, таких как семена мятлика лугового. Мятлик луговой благодаря устойчивости к климатическим и механическим воздействиям применяется в составе большинства кормовых травосмесей для образования высокопродуктивных многолетних пастбищных травостоев. Однако посев мятлика является затруднительным из-за особенностей его семян. Качество работы дозирующей и пневмотранспортирующей систем сеялок существенно зависит от размеров и формы семян. Для оптимизации конструктивно-технологических параметров разработанного высевающего аппарата были исследованы физико-механические свойства семян мятлика лугового. В статье приведены результаты измерений длины, ширины и толщины зерновок. Определена объемная масса сыпучего материала, а так же среднее значение массы 1000 семян. Проведены исследования фрикционных свойств семян мятлика лугового и кормовой травосмеси, в состав которой входят семена овсяницы луговой и красной, мятлика лугового и райграса. Определены динамический угол естественного откоса, коэффициент сыпучести и угол обрушения (статический угол естественного откоса). Построены диаграммы напряжений в сыпучих телах, по которым установлены средние значения углов и коэффициентов трения семян мятлика лугового и семян кормовой травосмеси. Полученные в ходе лабораторных исследований данные о размерно-массовых характеристиках и фрикционных свойствах семян мятлика лугового будут учтены при математическом описании процесса дозирования и оптимизации конструктивно-технологических параметров высевающего аппарата в ходе лабораторных исследований процесса его работы.

Семена мятлика лугового применяются в составе большинства кормовых травосмесей при закладке пастбищ и лугов [1]. Мятлик луговой устойчив к вытаптыванию скотом, вынослив к климатическим условиям, а его зеленая масса обладает высокой питательностью. Посев многолетних злаковых трав традиционно осуществляется зернотравяными сеялками с катушечными высевающими аппаратами. Проблема посева семян

мятлика лугового и травосмесей с его участием заключается в том, что они покрыты шерстистыми волосками в виде крючков [2]. Это способствует образованию сводов в бункерах сеялок и затрудняет дозирование материала.

В лаборатории посевных машин Самарской ГСХА разработана самоходная пневматическая мини-сеялка для посева трав на селекционных участках [3], оборудованная дисково-штифтовым высевальным аппаратом с активатором истечения трудносыпучего семенного материала из бункера [4]. Технологическая схема, реализованная в данном дозирующем устройстве, позволяет разрушать образующиеся над загрузочным отверстием своды, устраняя тем самым так называемые «мертвые зоны», и повышая качество высева материала.

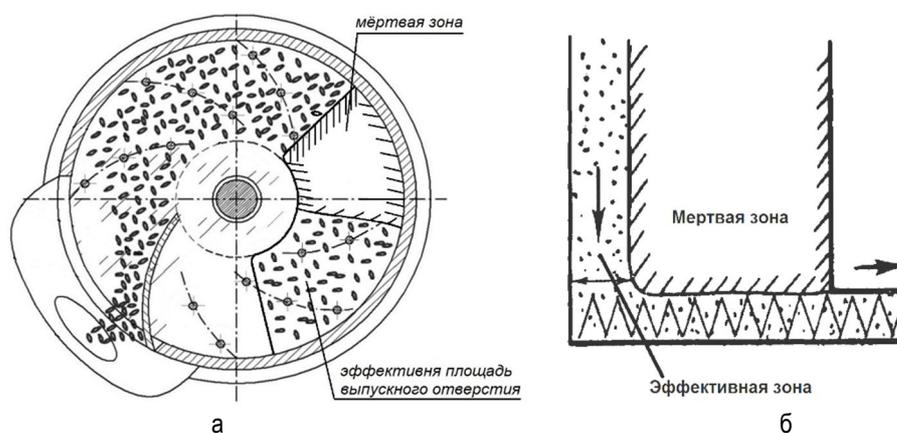


Рис. 1. Схема истечения семян из бункера в экспериментальном высевальном аппарате (а) и по Дженике (б)

В процессе предварительных испытаний экспериментального высевального аппарата (рис. 1, а), а так же на основании существующих исследований процесса дозирования трудносыпучих и связных посевных материалов [5] (рис. 1, б) установлено, что на истечение семян из бункера в зоны дозирования оказывают влияние характеристики рабочей среды, участвующей в технологическом процессе.

Цель исследований – оптимизация конструктивно-технологических параметров дисково-штифтового высевального аппарата определением физико-механических свойств семян трав.

Задача исследований – исследовать размерно-массовые и фрикционные свойства семян трав.

Методы исследований. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях по общепринятым методикам на специализированных устройствах с использованием приборов, предназначенных для определения характеристик дозируемых сыпучих материалов. Расчеты и обработка полученных результатов выполнялись на ЭВМ с применением методов математической статистики.

К первичным характеристикам семян, прежде всего, относят их размер и форму. Были проведены исследования по определению геометрических размеров семян мятлика лугового. Исследования проводились микроскопом МПБ-2. Отбор проб семян для измерений проводили по ГОСТ 12036-85. Бралась проба массой 0,5 кг. Из нее выделялась порция семян в количестве 100 шт. Проводилось измерение толщины, ширины и длины каждой зерновки. По итогам замеров выявлено, что семена мятлика имеют длину 2,6-3,4 мм, ширину 0,7-0,9 мм и толщину 0,6-0,8 мм. Согласно полученным значениям, по классификации С. В. Першиной [6] семена мятлика лугового можно отнести к крупнозернистым материалам.

Абсолютный вес семян (вес 1000 шт.), являясь одним из показателей качества семенного материала, служит основой при исчислении норм высева на единицу площади. Было определено среднее значение массы 1000 семян, которое составило 0,42 г. Величина объемной массы семян необходима при расчетах и проектировании высевальных аппаратов. Объемная масса (натура) – это масса зерна стандартного объема в 1 л [7]. Установленное в ходе исследований значение объемной массы семян мятлика лугового составляет 0,3 кг/л.

Результаты исследований. К важным характеристикам семян, оказывающих непосредственное влияние работу дозирующих устройств сеялок, предназначенных для посева связных посевных материалов, относится сыпучесть. Для определения данного показателя применялся цилиндр (рис. 2, а), который при опущенном поршне наполнялся исследуемым материалом. После снятия скребком излишков семян над цилиндром, производим поднятие поршня до верхней кромки, выталкивая из цилиндра часть семян. В зависимости от показателей сыпучести материала, их часть остается на поршне над цилиндром, а другая часть семян осыпается. По отношению массы осыпавшихся семян к общей массе семян вычисляется показатель сыпучести. Среднее значение коэффициента сыпучести семян мятлика лугового, полученное в результате

измерений и расчетов составило 0,58. Установленная величина коэффициента сыпучести свидетельствует о малой сыпучести материала.

Несмотря на то, что и размеры, и форма частиц, и насыпная плотность зернистого материала влияют на точность непрерывного весового дозирования, наиболее существенное влияние оказывают такие характеристики, как углы и коэффициенты трения. Это можно объяснить тем, что именно от коэффициентов трения в основном зависит характер движения отдельных частиц и всего материала в целом [6].

Наиболее распространенным способом для определения динамического угла естественного откоса является насыпание конуса через воронку на горизонтальную поверхность. По измеренным радиусу основания и высоте конуса определяется искомая характеристика сыпучего материала. Основным недостатком вышеупомянутого способа для определения динамического угла естественного откоса является то, что от высоты падения семян и скорости их истечения из бункера зависит величина угла наклона образующей конуса. К тому же, изучаемый материал контактирует с горизонтальной площадкой, а это означает, что на характер поведения семенного вороха будет оказывать влияние угол внешнего трения семян о поверхность из другого материала. Вышеупомянутые условия, по всей видимости, ведут к нестабильности результатов экспериментов по определению углов естественного откоса.

Экспериментальные исследования по определению динамического угла естественного откоса проводились на специальном устройстве [8], в котором устранены все указанные недостатки. Его особенностью является то, что семена высыплются на круглое основание с острыми кромками через трубу, на поверхность которой нанесена шкала. После насыпания конуса трубу опускают вниз до контакта с семенами. По известным значениям диаметров основания и трубы, и высоте усеченного конуса рассчитывается динамический угол естественного откоса. Среднее арифметическое пяти измерений принимали за окончательный результат. Для мятлика лугового его значение составило 34° .

По методике В. Ф. Першина [9] (рис. 2, б) был определен статический угол естественного откоса, так же его называют углом обрушения. Среднее значение угла обрушения семян мятлика лугового, полученное в ходе измерений, – 49° .



Рис. 2. Исследование сыпучести (а) и угла обрушения (б) семян мятлика лугового

Важнейшей характеристикой, оказывающей влияние на поведение сыпучего материала при его дозировании, является величина сопротивления сдвигу.

Определение значений угла внутреннего трения φ , начального сопротивления сдвигу τ_0 и угла сопротивления сдвигу φ_0 проводилось по методике С. В. Першиной [6]. Прибор состоит из прямоугольной коробки, заполненной семенным материалом, вдоль длинной стороны которой, сверху перемещается рамка, содержащая этот же материал. Семена в рамке через прижимную пластину нагружаются сменными грузами, создающими нормальное напряжение σ . Рамка соединена шнуром, перекинутым через блок, с грузовой чашей, вес которой увеличивают до тех пор, пока не произойдет сдвиг рамки на 10-20 мм.

По полученным в ходе исследований данным строится диаграмма напряжений (рис. 3).

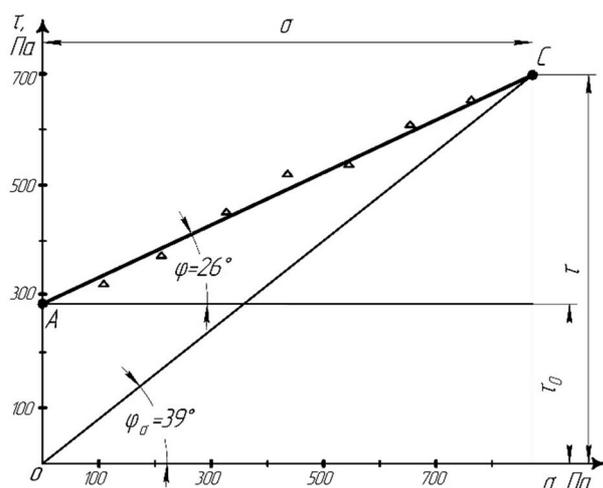


Рис. 3. Диаграмма напряжений в сыпучем теле (семена мятлика лугового)

Линия AC отражает зависимость наибольших предельных касательных напряжений τ от величины нормальных напряжений σ в семенном материале. Угол внутреннего трения насыпного материала φ – угол наклона прямой AC к оси абсцисс. Коэффициентом внутреннего трения называется тангенс этого угла. Соединив начало координат и точку C, получили линию OC. Ее угол наклона φ_{σ} к оси абсцисс характеризует сопротивление сдвигу сыпучего материала. Чем больше этот угол, тем соответственно больше сопротивление насыпного материала сдвигу при данной величине нормального напряжения. Угол φ_{σ} именуют углом сопротивления сдвигу, или углом внутреннего сдвига. Коэффициентом внутреннего сдвига называют $\operatorname{tg}\varphi_{\sigma}$. Отрезок τ_0 характеризует величину начального сопротивления сдвигу и определяет силу сцепления семян между собой.

В результате проведенных исследований было установлено, что угол внутреннего трения φ семян мятлика лугового равен 26° , а коэффициент внутреннего трения $f = 0,49$, угол сопротивления сдвигу, или угол внутреннего сдвига для мятлика лугового $\varphi_{\sigma} = 39^{\circ}$, коэффициент внутреннего сдвига $f_{\sigma} = 0,81$.

Для оценки фрикционных свойств травосмеси, состоящей из овсяницы красной и луговой, мятлика лугового и райграса были проведены эксперименты по определению углов и коэффициентов внутреннего трения. Полученные коэффициент и угол внутреннего трения смеси оказались ниже, чем у мятлика лугового, $0,42$ и 23° соответственно. Коэффициент внутреннего сдвига травосмеси f_{σ} , так же оказался меньшим, чем у мятлика и составил $0,67$, а угол сопротивления сдвигу составил 34° .

Заключение. Полученные в ходе исследований данные о характеристиках семян мятлика лугового и кормовой травосмеси, в состав которой входят его семена, будут учтены при математическом описании процесса дозирования и оптимизации конструктивно-технологических параметров высевального аппарата в ходе лабораторных исследований процесса его работы.

Библиографический список

1. Семена кормовых травосмесей для закладки долготлетних культурных сенокосов и пастбищ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://agroprogress.ru/category_72.html/ (дата обращения: 1.05.2014).
2. Мятлик луговой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.apkkolos.ru/index.php?option=comcontent&view=article&id=112&Itemid=121/> (дата обращения: 1.05.2014).
3. Пат. 125430 Российская Федерация. Самоходная пневматическая мини-сеялка / Крючин Н. П., Сафонов С. В., Котов Д. Н., Крючин А. Н. – № 2012136414 ; заявл. 24.08.12 ; опубл. 10.03.2013, Бюл. № 7. – 2 с.
4. Пат. 133677 Российская Федерация. Высевальный аппарат / Савельев Ю. А., Крючин Н. П., Котов Д. Н., Крючин А. Н. – № 2013121148 ; заявл. 7.05.13 ; опубл. 27.10.13, Бюл. № 30. – 2 с.
5. Дженике, Э. В. Складирование и выпуск сыпучих материалов / под ред. М. И. Агошкова. – М. : Мир, 1968. – 163 с.
6. Першина, С. В. Весовое дозирование зернистых материалов / С. В. Першина, А. В. Каталымов, В. Г. Однолько, В. Ф. Першин. – М. : Машиностроение, 2009. – 260 с.
7. Технологические свойства семян [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mehanik-ua.ru/lektcii-po-mtsskhm/178-tekhnologicheskie-svoystva-semyan.html/> (дата обращения: 1.05.2014).
8. А. с. 1226000 СССР, МКИЗ G 01 B 3/56. Устройство для определения углов естественного откоса сыпучих материалов / В. Ф. Першин, Е. А. Мандрыка, А. Н. Цетович (СССР). – № 3776750/25-28 ; заявл. 30.07.84 ; опубл. 23.04.86, Бюл. № 15. – 2 с.
9. А. с. 1295201 СССР, МКИЗ G 01 B 5/24. Устройство для измерения углов обрушения и естественного откоса / В. Ф. Першин, Е. А. Мандрыка, В. С. Молочков, А. Н. Цетович (СССР). – № 3950780/25-28 ; заявл. 10.09.85 ; опубл. 07.03.87, Бюл. № 9. – 4 с.