Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УДК 631.53.01: 631.53.027.2

МИХЕЕВ
Денис Александрович

ДРАЖИРОВАНИЕ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ДРАЖИРАТОРОМ С ЛОПАСТНЫМ ОТРАЖАТЕЛЕМ

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.20.01 – технологии и средства
механизации сельского хозяйства
(технические науки)

Горки, 2017

Научная работа выполнена в Учреждении образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

Научный руководитель – **Червяков Александр Викторович**, кандидат технических наук, доцент, заместитель министра экономики Республики Беларусь

Официальные оппоненты: **Шаршунов Вячеслав Алексеевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, ректор УО «Могилевский государственный университет продовольствия»;

Алексеенко Александр Сергеевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

Оппонирующая организация – РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

Защита состоится «3» марта 2017 г. в 10^{00} часов на заседании совета по защите диссертаций Д 05.30.02 при Учреждении образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» по адресу: 213407, Республика Беларусь, Могилевская обл., г. Горки, ул. Мичурина, 5, корпус 8, ауд. 334, e-mail: kancel@baa.by, тел.: (02233) 7-97-25.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке УО БГСХА.

Автореферат разослан «2» февраля 2017 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций,
кандидат технических наук, доцент С. В. Курзенков

ВВЕДЕНИЕ

Решение продовольственной проблемы, повышение рентабельности производства сельскохозяйственной продукции – важнейшие задачи АПК. Для их исполнения необходимо использовать все возможности повышения урожайности сельскохозяйственных культур при снижении затрат на их производство.

В настоящее время под сахарную свеклу в Республике Беларусь отводится более 100 000 га посевных площадей. Для их эффективного использования семена сахарной свеклы высеваются только в дражированном виде. На территории республики не проводится в промышленных объемах дражирование семян сахарной свеклы. Стоимость одной посевной единицы импортных дражированных семян (100 000 шт.) составляет от 70 до 140 евро. Из-за отсутствия собственной технологии дражирования и отечественного оборудования государство ежегодно тратит значительные оборотные средства на закупку около 120 000 посевных единиц дражированных семян сахарной свеклы.

Внедрение отечественной технологии дражирования семян сахарной свеклы в рамках программы развития сахарной промышленности позволит снизить себестоимость семенного драже, а также реализовать программу импортозамещения.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами, темами. Исследования по теме диссертационной работы проводились в соответствии с Государственной программой развития сахарной промышленности на 2011–2015 годы. Тема диссертации соответствует направлению стратегии технологического развития Республики Беларусь, разработанной в соответствии с подпунктом 1.1.2 пункта 1 протокола поручений Президента Республики Беларусь от 21 мая 2010 г. № 13.

Цель и задачи исследования. Цель исследования – обоснование параметров и режимов работы центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с вращающимся коническим дном, дисковым распылителем химических компонентов и лопастным отражателем потока семян.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– обосновать конструктивно-технологическую схему дражиратора семян сахарной свеклы;

– теоретически исследовать процесс движения семян сахарной свеклы по рабочим элементам камеры смешивания дражиратора и капель

связующей жидкости при отрыве их от поверхности дискового распылителя;

– разработать методики инженерного расчета параметров движения семян и капель связующей жидкости в камере смешивания дражиратора и определить значения и интервалы варьирования параметров, оказывающих основное влияние на изучаемый процесс;

– обосновать конструктивные параметры камеры смешивания дражиратора и режимы его работы для получения дражированных семян сахарной свеклы, соответствующих действующим стандартам;

– реализовать полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований в экспериментальном образце дражиратора и определить эффективность его использования в производственных условиях.

Научная новизна. Получены аналитические зависимости, позволяющие моделировать процесс движения семян сахарной свеклы в камере смешивания дражиратора с учетом совместного использования в ней вращающегося конического дна и лопастного отражателя, а также рассчитать траекторию движения капельного потока связующей жидкости от поверхности дискового распылителя. Определена адекватная эмпирическая зависимость влияния угловой скорости вращения конического дна, высоты расположения лопастного отражателя, коэффициента загрузки камеры смешивания, времени обработки и количества лопастей в отражателе на долю качественных семян в пробе, позволившая обосновать оптимальные конструктивные и технологические параметры дражиратора. Разработана номограмма расчета технологических параметров процесса дражирования в зависимости от требуемого увеличения объема семенного драже.

Новизна технических решений подтверждена тремя патентами на полезную модель: BY 8750, 2012 г.; BY 9732, 2013 г.; BY 9949, 2014 г.

Положения, выносимые на защиту:

– аналитические зависимости для определения параметров движения семян по рабочим элементам камеры смешивания дражиратора и расчета траектории движения капельного потока связующей жидкости от поверхности дискового распылителя;

– результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса дражирования семян сахарной свеклы центробежным дражиратором с лопастным отражателем, позволяющие определить значения и границы варьирования основных влияющих на процесс факторов;

– регрессионная модель, устанавливающая зависимость доли качественных дражированных семян сахарной свеклы от конструктивных параметров камеры смешивания дражиратора и режимов его работы и позволяющая оптимизировать процесс дражирования;

– результаты производственных испытаний и расчета экономической эффективности применения центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с лопастным отражателем.

Личный вклад соискателя заключается в самостоятельном проведении теоретических и экспериментальных исследований и их анализе, подготовке публикаций, в выступлении с докладами на научно-технических конференциях, защите приоритета научных разработок путем опубликования патентов на полезную модель.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты исследований по теме диссертационной работы доложены на следующих конференциях: «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве» (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, 2010, 2012, 2015 гг.); «Молодежь и инновации» (УО БГСХА, г. Горки, 2013, 2015 гг.).

Опубликованность результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 19 печатных работ объемом 5,94 авторского листа, из них: 10 статей – в научных журналах и сборниках, рекомендованных ВАК Республики Беларусь, объемом 4,134 авторского листа; 6 статей – в материалах научных конференций объемом 1,21 авторского листа; 3 патента на полезную модель объемом 0,596 авторского листа.

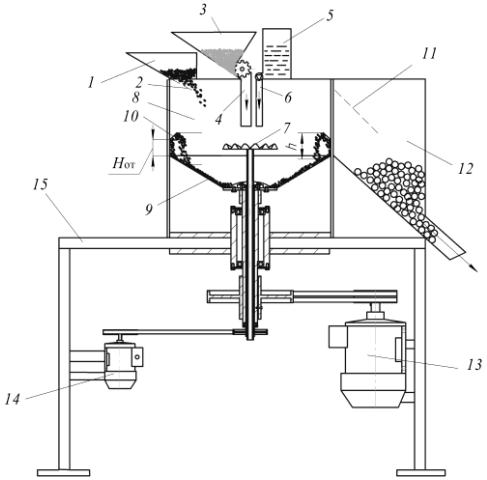
Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, основной части, включающей пять глав, заключения, библиографического списка, приложений. Полный объем диссертации составляет 175 страниц и включает 54 рисунка, 10 таблиц, библиографический список из 135 наименований, из них: 11 – на иностранном языке и 19 – собственные публикации соискателя, а также приложения на 30 страницах.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В первой главе «Состояние вопроса, цель и задачи исследования» установлено, что дражирование является одним из способов предпосевной обработки семян сахарной свеклы, позволяющим повысить жизнеспособность семян, использовать их точный высев и обеспечить снижение затрат при возделывании этой культуры [11, 12, 13, 14, 16].

Анализ зарубежного опыта нанесения искусственных оболочек на поверхность семян показывает, что наиболее совершенным является способ дражирования путем наслаивания оболочки [14, 16]. Этот процесс наиболее эффективно протекает в центробежных дражираторах периодического действия с вращающимся дном. По такому принципу работают серийно выпускаемые машины для дражирования семян мировых лидеров сельхозмашиностроения – фирм Petkus и Cimbria. Кон-

структорские разработки и технологии, применяемые в этих машинах, запатентованы, а стоимость предлагаемого ими оборудования неоправданно высока.



***1* – загрузочный бункер для семян; *2* – впускная заслонка; *3* – бункер для порошкообразных препаратов защитного и стимулирующего действия; *4* – трубопровод порошкообразных препаратов; *5* – резервуар с жидкими компонентами; *6* – трубопровод подачи жидких компонентов; *7* – дисковый распылитель; *8* – камера смешивания; *9* – дно камеры смешивания; *10* – лопастной отражатель; *11* – выгрузная заслонка; *12* – выгрузной бункер; *13* – электродвигатель привода дна камеры смешивания; *14* – электродвигатель привода распылителя; *15* – рама.**

Рисунок 1. – Схема центробежного дражиратора семян с лопастным отражателем

Анализ существующего оборудования для дражирования семян показал, что основное внимание при проектировании необходимо уделить процессу, происходящему в камере смешивания. Эффективный и равномерный ввод компонентов оболочки драже в поток семян и их активное движение при постоянном взаимодействии с элементами конструкции камеры смешивания являются ключевыми факторами интенсификации процесса смешивания и наслаивания. Для обеспечения благоприятных условий процесса была предложена схема центробежного дражиратора семян с вращающимся коническим дном и лопастным отражателем (рисунок 1) [16]. Предлагаемый дражиратор работает следующим образом: семена через впускную заслонку *2* подаются в камеру смешивания *8* на вращающееся с угловой скоростью ω дно *9* и под действием центробежной силы перераспределяются вдоль цилиндрической поверхности корпуса камеры смешивания, совершая спиралевидное движение. При движении они попадают на лопастной отражатель *10*, поверхностью которого отражаются вниз на подвижное дно *9*. Падая, семена образуют по контуру камеры смешивания «семенную завесу» высотой h, которая в течение времени τ_1 обрабатывается жидким химическим компонентом связующего действия. Для этого на дисковый распылитель *7*, вращающийся с угловой скоростью $\omega_{рас}$, из резервуара *5* по

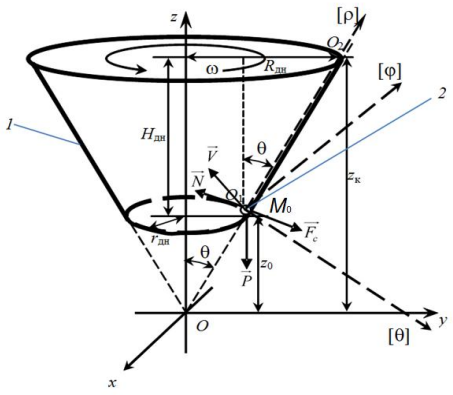
патрубку *6* поступает жидкий химический компонент. Посредством дискового распылителя *7* он разбивается на капли и пронизывает поток движущихся семян перпендикулярно их движению, обеспечивая равномерное нанесение жидкого компонента на семена. В результате проведения цикла обработки в течение времени τ_1 на поверхности каждого семени образуется слой связующей жидкости. Затем в течение времени τ_2 начинается ввод и смешивание с семенами порошкообразных препаратов защитного и стимулирующего действия. При этом дно камеры смешивания вращается с угловой скоростью ω, подобранной так, чтобы минимизировать зоны отрыва семян от корпуса камеры смешивания, но достаточной для прохождения семенами лопастного отражателя. В это время из бункера *3* дозированная порция порошка защитного и стимулирующего действия попадает на дисковый распылитель *7*, с которого равномерно перераспределяется в поток движущихся семян. При активном совместном движении частичек порошкообразного компонента с семенами происходит налипание порошка на их поверхность. Постоянное соприкосновение в этом случае семян со стенками корпуса способствует уплотнению защитно-питательной оболочки на их поверхности.

Циклы ввода жидкого и порошкообразных компонентов повторяются до тех пор, пока семенное драже не достигнет нужного размера. После обработки семян автоматически открывается выгрузная заслонка *11* и порция готового продукта через образовавшееся отверстие за счет центробежной силы поступает в бункер *12*.

Исследования в области дражирования семян представлены в работах ученых: В. В. Копыткова, А. М. Сохрокова, А. М. Чиркова, О. Н. Кухарева, Е. И. Кубеева, О. А. Кротовой, И. Г. Яковлевой, В. Д. Мухина, Н. А. Лукьянюка, Х. Хилла, Ф. Корлетта, С. Подласка, К. Эпирлена, Х. Шмидта, М. Мурия и др.

На основании анализа состояния вопроса сформулированы цель и задачи исследования, приведенные в общей характеристике работы.

Во второй главе «Теоретическое исследование процесса дражирования семян в камере смешивания центробежного дражиратора» обоснованы параметры камеры смешивания центробежного дражиратора, изложены теоретические аспекты процесса движения семян по рабочим элементам камеры смешивания. Предложены математические модели движения семян сахарной свеклы по коническому вращающемуся дну, неподвижному цилиндрическому корпусу и лопасти отражателя, а также расчет капельного потока связующей жидкости, позволившие связать конструктивные параметры камеры смешивания с технологическими параметрами процесса дражирования и обосновать их интервалы варьирования.



***1* – дно камеры смешивания; *2* – семя.**
Рисунок 2. – Схема для расчета конструктивных параметров и динамики движения семени по подвижной конической части камеры смешивания

Дно является одним из основных элементов камеры смешивания центробежного дражиратора. Его объем ограничивает производительность дражиратора, а конусность и угловая скорость вращения обеспечивают подъем семян на необходимую высоту. Дно имеет форму усеченного перевернутого конуса с конусностью θ (рад), радиусом нижнего основания $r_{дн}$ (м), высотой $H_{дн}$ (м) и радиусом верхнего основания $R_{дн}$ (м) (рисунок 2). Такая форма дна наиболее проста в исполнении и при правильном выборе его геометрических параметров и угловой скорости вращения позволяет придать семенам необходимую траекторию движения для их поднятия вверх по его поверхности.

Объем $V_{дн}$ дна камеры смешивания можно определить по зависимости

$$V_{дн} = \frac{\pi \cdot H_{дн}}{3} \cdot (R_{дн}^2 + R_{дн} \cdot r_{дн} + r_{дн}^2) = \frac{\pi}{3} \cdot \frac{R_{дн} - r_{дн}}{\mathrm{tg}\theta} \cdot (R_{дн}^2 + R_{дн} \cdot r_{дн} + r_{дн}^2). \quad (1)$$

Коэффициент загрузки семян камеры смешивания

$$\nu = \frac{V_{сем}}{V_{дн}}, \quad (2)$$

где $V_{сем}$ – объем семян, помещаемых в камеру смешивания, м^3.

Движение семени по поверхности конического дна под действием силы тяжести *P*, нормальной реакции *N*, силы сопротивления движению F_c рассматривали в сферической системе координат ρ*O*θφ [2]. В результате была получена система дифференциальных уравнений, которая может служить основой для моделирования процесса движения семян по дну камеры смешивания:

$$\begin{cases} \ddot{\rho} = \rho(\omega - \dot{\varphi})^2 \cdot \sin^2\theta - g\cos\theta - \dfrac{f \cdot \left[g \cdot \sin\theta + \dfrac{\rho}{2} \cdot (\omega - \dot{\varphi})^2 \cdot \sin 2\theta \right]}{\sqrt{\dot{\rho}^2 + (\rho \cdot (\omega - \dot{\varphi}) \cdot \sin\theta)^2}} \dot{\rho}; \\ \ddot{\varphi} = \dfrac{2}{\rho} \cdot \dot{\rho} \cdot (\omega - \dot{\varphi}) - \dfrac{f \cdot \left[g \cdot \sin\theta + \dfrac{\rho}{2} \cdot (\omega - \dot{\varphi})^2 \cdot \sin 2\theta \right]}{\sqrt{\dot{\rho}^2 + (\rho \cdot (\omega - \dot{\varphi}) \cdot \sin\theta)^2}} \cdot (\omega - \dot{\varphi}), \end{cases} \quad (3)$$

где ρ – радиус-вектор текущего положения материальной точки, м;

ω – угловая скорость вращения дна дражиратора, рад/с;

$\dot{\varphi}$ – скорость изменения долготы материальной точки, рад/с;

g – ускорение свободного падения, м/с^2;

f – коэффициент трения;

$\dot{\rho}$ – скорость изменения радиус-вектора материальной точки, м/с.

Так как система (3) не имеет аналитического решения, то была предложена методика численной ее реализации в математическом пакете MathCad [2]. Она позволила провести анализ кинематических параметров процесса подъема семени по дну камеры смешивания в декартовой прямоугольной системе координат *xOyz*.

Анализ результатов, полученных по данной методике [2], показал, что при правильном выборе конструктивных параметров дна: θ, $r_{дн}$, $H_{дн}$ и его угловой скорости вращения ω семена будут подниматься по его внутренней поверхности, описывая при этом спиралевидную кривую. Была получена графическая зависимость (рисунок 3) изменения угловой скорости ω вращения дна от его угла θ конусности с учетом устойчивого движения семян вверх по конической поверхности. Ее анализ показал, что для устойчивого движения семян вверх по его поверхности при уменьшении конусности дна требуется более высокая угловая скорость. Таким образом, использование конусности дна менее 40° не представляет практического интереса, так как при этом приходится увеличивать его угловую скорость в 1,5…3,5 раза [5].

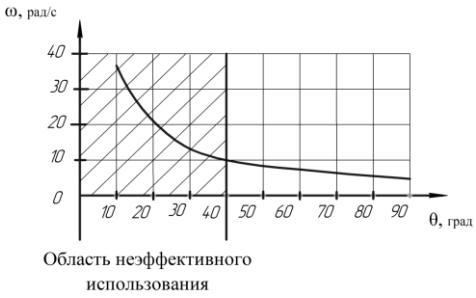


Рисунок 3. – Зависимость наименьшей угловой скорости ω вращения дна камеры смешивания, обеспечивающей подъем семян по его поверхности, от угла θ конусности

После подъема по дну семена попадают на неподвижную часть цилиндрического корпуса камеры смешивания с радиусом $R_{дн}$ и продолжают движение по инерции под действием сил P, N и F_c, обладая начальной скоростью, равной скорости схода их с дна. Это движение в цилиндрической системе координат описывается системой дифференциальных уравнений [3]:

$$\begin{cases} \ddot{\varphi} = -\dfrac{R_{дн} \cdot \dot{\varphi}^3 \cdot f}{\sqrt{R_{дн}^{\,2} \cdot \dot{\varphi}^2 + \dot{z}^2}}; \\ \ddot{z} = -g - \dfrac{R_{дн} \cdot \dot{\varphi}^2 \cdot f \cdot \dot{z}}{\sqrt{R_{дн}^{\,2} \cdot \dot{\varphi}^2 + \dot{z}^2}}, \end{cases} \qquad (4)$$

где $\dot{z}$ – скорость изменения аппликаты материальной точки, м/с.

Система дифференциальных уравнений (4) служит основой для моделирования процесса движения семян по неподвижному цилиндрическому корпусу камеры смешивания.

Исследование траектории движения семян по корпусу показывает [3], что они совершают подъем до предельной высоты $H_п$ (м), а затем опускаются вниз до кромки вращающегося дна. Было выдвинуто предположение (подтвержденное экспериментально) о том, что такое движение не способствует интенсификации изучаемого процесса, так как при перемещении в потоке семена образуют вращающийся шлейф по периметру камеры смешивания. В связи с этим был сделан вывод о необходимости включения в конструкцию устройства, активизирующего процесс дражирования, что позволит:

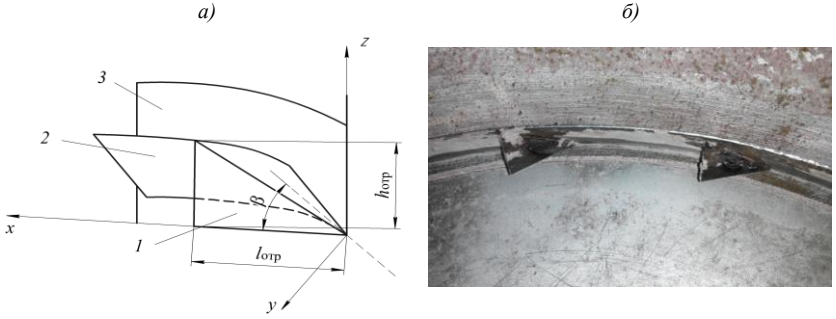
1) исключить движение семян в виде вращающегося шлейфа, при котором их перемешивание практически не происходит;

2) увеличить площадь распространения и глубину проникновения вводимых компонентов в массу обрабатываемой порции семян;

3) создать благоприятные условия протекания процесса перемешивания и наслаивания путем активизации движения массы семян, при котором происходит взаимное перемещение компонентов с постоянным взаимодействием их с элементами конструкции камеры смешивания.

В качестве такого устройства был предложен лопастной отражатель, установленный на корпусе камеры смешивания на расстоянии $H_{от}$ ($0 < H_{от} < H_п$) от верхней кромки дна (см. рисунок 1). Лопастной отражатель представляет собой (рисунок 4) усеченный конус высотой $h_{отр}$ с состыкованным с цилиндрическим корпусом нижним большим основанием и верхним меньшим основанием. На внутренней поверхно-

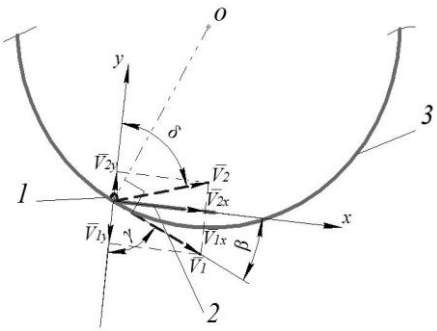
сти этого конуса равномерно установлены лопасти под углом β к касательным плоскостям корпуса. Каждая лопасть отражателя имеет форму прямоугольного треугольника с меньшим катетом, равным $h_{отр}$, характеризующим ее высоту и большим катетом, равным $l_{отр}$, характеризующим ее длину.



***а* – схема лопастного отражателя; *б* – общий вид лопастного отражателя;**
***1* – лопасть отражателя; *2* – отсекающая поверхность;**
***3* – корпус камеры смешивания.**
Рисунок 4. – Схема и общий вид лопастного отражателя

Основными параметрами лопастного отражателя, оказывающими влияние на процесс дражирования семян, являются: $H_{от}$ – высота установки лопастного отражателя, $к_{от}$ – количество лопастей, β – угол наклона лопасти, $l_{отр}$ – длина лопасти, $h_{отр}$ – высота лопасти. Теоретический анализ [10] показал, что параметр β можно принять равным 35°, а в качестве первичных границ варьирования остальных параметров могут выступать: $H_{от}$ – от 0 до $H_{п}$, $к_{от}$ – четное число, изменяющееся до 12 шт., $l_{отр}$ и $h_{отр}$ – зависят от порции семян и габаритов камеры смешивания. Рациональные значения этих параметров определялись в результате экспериментов по оптимизирующему параметру.

Теоретически было рассмотрено движение семян при переходе с цилиндрической поверхности корпуса камеры смешивания на лопасть отражателя (рисунок 5). С учетом начальной скорости V_1 движения семени при входе на лопасть, а также геометрии лопасти закон движения представляет собой систему уравнений (5), которая является основой для моделирования движения семян при попадании их на лопасть отражателя [9]:



***1* – семя; *2* – лопасть отражателя; *3* – корпус камеры смешивания; γ – угол падения семени, рад; δ – угол отражения семени, рад; β – угол наклона лопасти, рад; V_1 – начальная скорость семени, м/с; V_2 – скорость после отражения от лопасти, м/с.**

Рисунок 5. – Схема для расчета траектории движения семени при попадании на лопасть отражателя

$$\begin{cases} x_c = \left|\vec{V}_1\right| \cdot \cos\beta \cdot t; \\ y_c = \left|\vec{V}_1\right| \cdot k \cdot \sin\beta \cdot t; \\ z_c = -\dfrac{g \cdot t^2}{2} + z_0, \end{cases} \qquad (5)$$

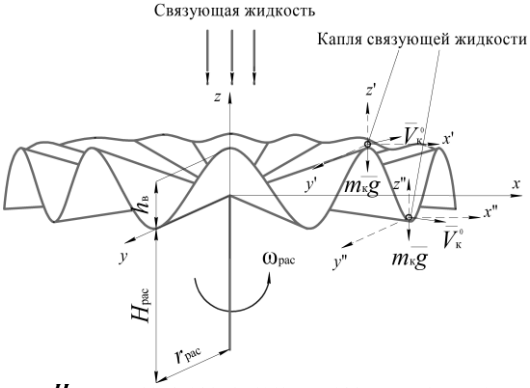
где x_c, y_c, z_c – перемещение семени соответственно вдоль оси *Ox*, *Oy*, *Oz*, м;

t – время движения, с;

k – коэффициент восстановления семени.

В предлагаемой установке для ввода связующей жидкости применялся дисковый распылитель (рисунок 6). С помощью его организовывался капельный поток связующей жидкости, перемещающийся перпендикулярно потоку движущихся семян.

Анализ теоретических основ расчета дисковых распылителей [4, 15] показал, что процесс ввода жидких компонентов характеризуется максимальным диаметром капли и ее инерцией при отрыве от поверхности распылителя. Для получения мелкодисперсного распыла заданной жидкости эти показатели в дисковых распылителях обеспечиваются выбором их радиуса $r_{рас}$, угловой скорости вращения $\omega_{рас}$ и расхода жидкости $Q_ж$. При отрыве капель от поверхности дискового распылителя они будут двигаться согласно системы уравнений [4]:



***$H_{рас}$* – высота расположения распылителя, м; *$h_в$* – высота кромки распылителя, м; *$m_к$* – масса капли, кг; *$r_{рас}$* – радиус распылителя, м; *$\omega_{рас}$* – угловая скорость вращения распылителя, рад/с; *$V_к^0$* – скорость капли, м/с.**

Рисунок 6. – Схема дискового распылителя

$$\begin{cases} x_к = \left|\vec{V}_x^{\,0}\right| \cdot t + x_0; \\ y_к = \left|\vec{V}_y^{\,0}\right| \cdot t + y_0; \\ z_к = -\dfrac{g \cdot t^2}{2} + \left|\vec{V}_z^{\,0}\right| \cdot t + z_0, \end{cases} \quad (6)$$

где $x_к$, $y_к$, $z_к$ – перемещение капель связующей жидкости соответственно вдоль оси Ox, Oy, Oz, м;

$V_x^{\,0}$, $V_y^{\,0}$, $V_z^{\,0}$ – проекции скорости капли, м/с;

x_0, y_0, z_0 – координаты точки отрыва капли, м.

При выборе распылителя для воды с радиусом диска $r_{рас}$ = 0,1 м, угловой скоростью вращения $\omega_{рас}$ = 314 рад/с и расходом $Q_ж$ = $= 1 \cdot 10^{-5}$ м^3/с поток жидкости будет разбиваться на капли с максимальным диаметром $d_к = 3{,}26 \cdot 10^{-4}$ м и проекцией скорости $V_x^{\,0}$ = 31,2 м/с [4].

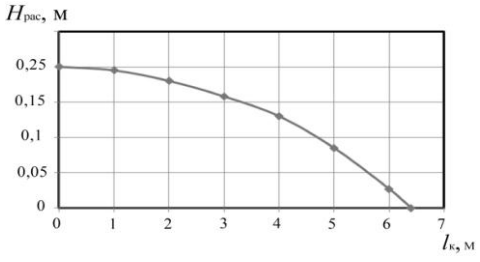


Рисунок 7. – Зависимость дальности $l_к$ полета капли от высоты $H_{рас}$ установки дискового распылителя

Анализ движения капли воды в плоскости xOz при заданных параметрах распылителя (рисунок 7) [4] позволил сделать вывод о том, что дальность полета капли ($l_к$, м) от поверхности дискового распылителя, установленного на высоте 0,25 м от основания дна, составит более 6 м. Причем в пределах 1 м траектория движения капли существенно не меняется, т. е. капельный поток в этих пределах будет двигаться горизонтально и обладать большой проникающей способностью.

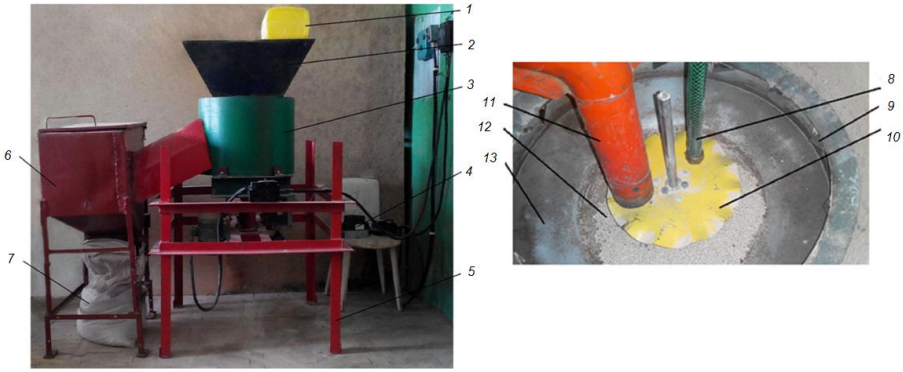
Применение дискового распылителя обеспечивает равномерный круговой капельный поток, а его волновая конфигурация способствует увеличению площади обрабатываемой «семенной завесы».

Дисковый распылитель должен быть установлен в камере смешивания таким образом, чтобы его верхняя кромка располагалась на уровне нижнего основания лопастного отражателя.

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований» представлены методики определения физико-механических свойств семян сахарной свеклы, химических компонентов, наносимых на семена, и программа проведения лабораторных исследований процесса

дражирования в центробежном дражираторе с лопастным отражателем.

Экспериментальные исследования дражирования семян проводились на лабораторной установке (рисунок 8).



а) *б)*

***а* – общий вид экспериментальной установки; *б* – общий вид камеры смешивания; *1* – резервуар жидких компонентов; *2* – бункер-дозатор сухих компонентов с раздельной камерой для семян; *3* – камера смешивания дражиратора; *4* – частотный преобразователь; *5* – рама; *6* – выгрузной бункер; *7* – мешок с обработанными семенами; *8* – трубопровод подач жидких компонентов; *9* – лопастной отражатель; *10* – дисковый распылитель; *11* – трубопровод подачи сухих компонентов; *12* – семенное драже; *13* – дно дражиратора.**

Рисунок 8. – Общий вид экспериментальной установки и камеры смешивания

В задачу исследований входило: определение оптимального соотношения связующей жидкости и сухого порошка с семенами; определение количества циклов обработки семян и их временных интервалов; исследование качества оболочки семенного драже; уточнение степени влияния и границ варьирования независимых факторов, их оптимизация.

Для проведения экспериментальных исследований были выбраны отшлифованные семена сахарной свеклы сорта Белполь со следующими показателями: эквивалентный диаметр – $(3{,}0...3{,}1)\cdot10^{-3}$ м; влажность – 7…9 %; коэффициент внутреннего трения – 0,55…0,56; коэффициент статического трения – 0,404…0,424; коэффициент динамического трения – 0,30…0,32; объемная масса – 407…419 кг/м^3; масса 1000 семян – $(13{,}2…13{,}6)\cdot10^{-3}$ кг; коэффициент восстановления сухих семян – 0,42, влажных – 0,31, с оболочкой – 0,28. Для дражирования семян использовали сухой порошок (бленду) немецкой фирмы GTG с объемной массой 610 кг/м^3 и размером частиц порошка от 80 до $125\cdot10^{-6}$ м. В качестве

связующей жидкости в экспериментах использовалась вода с кинематической вязкостью $1{,}004 \cdot 10^{-6}$ м^2/с, плотностью 1000 кг/м^3 и коэффициентом поверхностного натяжения $72{,}86 \cdot 10^{-3}$ Н/м.

На основании априорной информации и теоретических исследований были определены независимые факторы, оказывающие существенное влияние на изучаемый технологический процесс. Этими факторами являлись: ω – угловая скорость вращения дна камеры смешивания, рад/с; θ – конусность дна камеры смешивания, град; ν – коэффициент загрузки камеры смешивания; $t_{об}$ – время обработки семян, с; $H_{от}$ – высота расположения лопастного отражателя, м; $\kappa_{от}$ – количество лопастей в отражателе, шт.; $h_{отр}$, $l_{отр}$ – высота и длина соответственно лопасти отражателя, м. Их оптимизация производилась на основании результирующего фактора – доли качественных семян в пробе ($D_{кс}$), определяемой согласно ГОСТ 10882–98 [6].

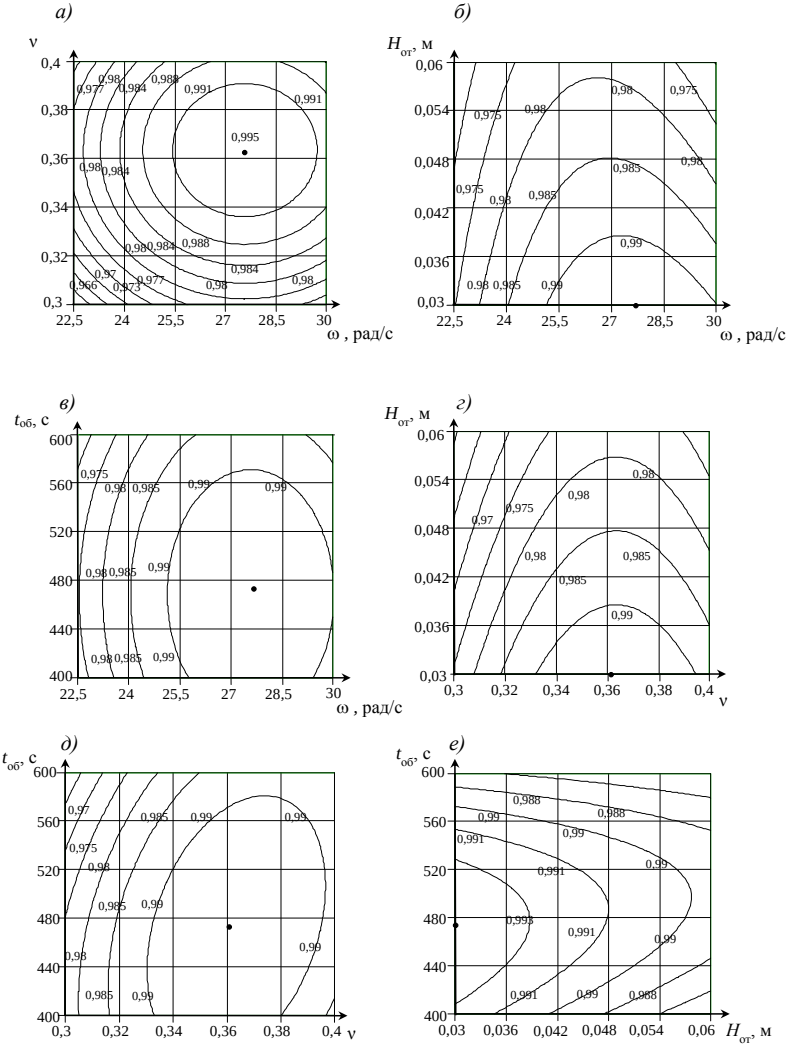
В четвертой главе «Результаты экспериментальных исследований» приведены результаты исследований процесса дражирования семян сахарной свеклы в центробежном дражираторе с лопастным отражателем.

На основании изучения априорной информации, теоретических исследований и поисковых однофакторных экспериментов были определены области факторного пространства при наилучших показателях доли качественных семян в пробе [6]: угловая скорость вращения дна ω = 10…30 рад/с; высота расположения лопастного отражателя $H_{от}$ = 0…0,06 м; коэффициент загрузки камеры смешивания ν = = 0,2…0,4; время обработки семян $t_{об}$ = 400…800 с; количество лопастей в отражателе $\kappa_{от}$ = 6…12 шт. При этом ряд факторов, рассматриваемых в изучаемом процессе, были зафиксированы: угол наклона образующей конуса дна дражиратора θ – 60° (1,05 рад); угловая скорость вращения распылителя $\omega_{рас}$ – 314 рад/с; диаметр камеры смешивания $D_к$ – 0,515 м; высота расположения распылителя $H_{рас}$ в камере смешивания связана с высотой расположения лопастного отражателя; расход жидкости связующего раствора (воды) $Q_ж$ – $1 \cdot 10^{-5}$ м^3/с; угол наклона лопасти отражателя β – 35° (0,61 рад); высота лопасти отражателя $h_{отр}$ – 0,03 м; длина лопасти отражателя $l_{отр}$ – 0,04 м; число циклов обработки $n_ц$ – 7.

Применение методики оптимального планирования эксперимента позволило получить уравнение регрессии процесса дражирования, описывающее зависимость доли качественных семян в пробе от вышеуказанных конструктивных параметров камеры смешивания и технологических параметров изучаемого процесса:

$$D_{кс} = -0{,}754 + 0{,}04428 \cdot \omega + 3{,}023 \cdot \nu + 0{,}1037 \cdot \kappa_{от} + 1{,}2269 \cdot H_{от} - 0{,}053 \cdot \omega \cdot H_{от} + 0{,}00091 \cdot \nu \cdot t_{об} - 0{,}1324 \cdot \kappa_{от} \cdot H_{от} + 0{,}00273 \cdot H_{от} \cdot t_{об} - 0{,}00077 \cdot \omega^2 - 4{,}751 \cdot \nu^2 - 0{,}00446 \cdot \kappa_{от}^2 - 0{,}00000044 \cdot t_{об}^2. \quad (7)$$

Проверку адекватности модели проводили статистическими методами в Microsoft Excel на основании показателей: коэффициента детерминации, коэффициента множественной корелляции, *t*-критерия и *F*-критерия, а также анализа области оптимума с помощью построения двумерных сечений поверхности отклика в MathCad (рисунок 9).



***а* – ω и ν; *б* – ω и $H_{от}$; *в* – $t_{об}$ и ω; *г* – $H_{от}$ и ν; *д* – $t_{об}$ и ν; *е* – $t_{об}$ и $H_{от}$.**

Рисунок 9. – Двумерные сечения поверхности отклика

Анализируя полученные графические зависимости, можно отметить, что наиболее значимыми факторами, влияющими на долю качественных семян в пробе, являются ω, ν, $t_{об}$. Область оптимума исследуемых факторов находится в следующих пределах: ω = 25,5…29 рад/с; ν = 0,34…0,38; $t_{об}$ = 420…530 с.

Решив задачу оптимизации в Microsoft Excel с целевой функцией

$$D_{кс} = -0{,}754 + 0{,}04428 \cdot \omega + 3{,}023 \cdot \nu + 0{,}1037 \cdot \kappa_{от} + 1{,}2269 \cdot H_{от} - 0{,}053 \cdot \omega \cdot H_{от} + 0{,}00091 \cdot \nu \cdot t_{об} - 0{,}1324 \cdot \kappa_{от} \cdot H_{от} + 0{,}00273 \cdot H_{от} \cdot t_{об} - 0{,}00077 \cdot \omega^2 - 4{,}751 \cdot \nu^2 - 0{,}00446 \cdot \kappa_{от}^2 - 0{,}00000044 \cdot t_{об}^2 . \rightarrow \max \quad (8)$$

при ограничениях, полученных в результате движения по градиенту:

$$\begin{gathered} 22{,}5 \le \omega \le 30; \\ 0{,}3 \le \nu \le 0{,}4; \\ 9 \le \kappa_{от} \le 12,\ \kappa_{от} = \text{целое}; \\ 0{,}03 \le H_{от} \le 0{,}06; \\ 400 \le t_{об} \le 600,\ t_{об} = \text{целое}, \end{gathered} \quad (9)$$

было установлено, что в предлагаемом центробежном дражираторе с лопастным отражателем можно получить 99,5 % качественного семенного драже. При этом угловая скорость вращения дна дражиратора ω = 27,6 рад/с; коэффициент загрузки ν = 0,36; количество лопастей $\kappa_{от}$ = 12 шт.; высота расположения лопастного отражателя $H_{от}$ = 0,03 м; время обработки семян $t_{об}$ = 472 с [7].

В пятой главе «Реализация результатов исследований и расчет экономической эффективности» приведены результаты испытаний созданной конструкции опытного образца дражиратора; даны рекомендации по выбору технологических параметров и расчету производительности дражиратора; приведен расчет экономической эффективности применения дражиратора.

Расчет производительности дражиратора проводился по зависимости

$$Q_{др} = \frac{V_{дн} \cdot \nu \cdot k_{об} \cdot \rho_д}{t_{об} + t_з + t_в}, \quad (10)$$

где $k_{об}$ – коэффициент изменения объема;

$\rho_д$ – объемная масса семенного драже, кг/м^3;

$t_{об}$ – время обработки семян в камере смешивания, с;

$t_з$ – время загрузки семян в камеру смешивания, с;

$t_в$ – время выгрузки готового семенного драже, с.

Для упрощения расчета технологических параметров центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с лопастным отражателем по результатам теоретических и экспериментальных исследований разработана номограмма (рисунок 10) [8].

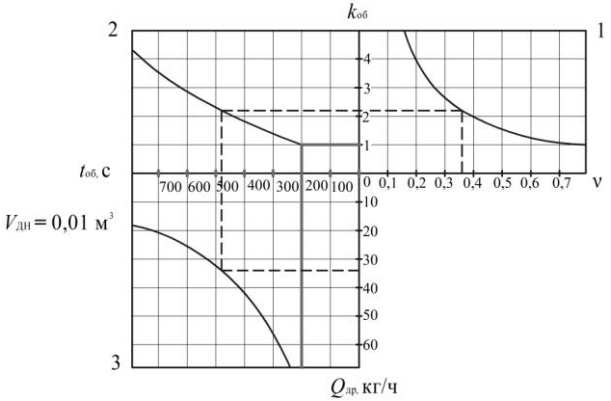


Рисунок 10. – Номограмма для определения технологических параметров центробежного дражиратора семян с лопастным отражателем

Производственные испытания разработанного центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с лопастным отражателем проводились в 2014 г. в ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция».

Результаты испытаний показали, что 98…99 % полученных дражированных семян являются качественными и соответствуют требованиям ГОСТ 10882–98, полевая всхожесть обработанных дражированных семян составила 97…98 % [8]. Это свидетельствует о том, что в результате обработки в дражираторе семена не травмируются и не теряют своих посевных свойств.

Годовой экономический эффект от применения разработанного центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с лопастным отражателем составил 32 196,6 тыс. рублей (в ценах 2014 г.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты

1. Обоснована схема центробежного дражиратора семян сахарной свеклы периодического действия с вращающимся коническим дном, в камере смешивания которого эффективное взаимодействие семян с хи-

мическими компонентами реализуется за счет применения в ней лопастного отражателя и дискового распылителя [11, 12, 13, 14, 16, 18].

2. Получены аналитические зависимости и предложены методики их расчета, описывающие движение семян по вращающемуся коническому дну, неподвижному цилиндрическому корпусу и лопастному отражателю, позволившие определить нижние границы изменения угловой скорости вращения дна – 10 рад/с, конусности дна – 40° (0,7 рад), а также связать конструктивные параметры камеры смешивания с технологическими параметрами процесса дражирования семян. Был определен рациональный угол наклона лопасти отражателя – 35° (0,61 рад) [1, 2, 3, 9, 10].

3. Разработана методика инженерного расчета траектории движения капельного потока связующей жидкости при отрыве его от поверхности дискового распылителя. Анализ результатов расчета позволил обосновать высоту установки дискового распылителя в камере смешивания таким образом, чтобы его верхняя кромка располагалась на уровне нижнего основания лопастного отражателя [4].

4. В результате реализации многофакторного эксперимента получено уравнение регрессии, описывающее процесс дражирования семян сахарной свеклы в центробежном дражираторе с лопастным отражателем, позволяющее обосновать значения основных факторов, при которых достигается максимальное качество дражированных семян (99,5 %): угловая скорость вращения дна дражиратора – 27,6 рад/с; высота расположения лопастного отражателя – 0,03 м; коэффициент загрузки камеры смешивания – 0,36 (36 %); количество лопастей в отражателе – 12 шт.; время обработки семян – 472 с [7].

5. Результаты теоретических и экспериментальных исследований реализованы в конструкции центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с лопастным отражателем, который прошел производственные испытания в ГСХУ «Горецкая сортоиспытательная станция». Доля качественных дражированных семян, соответствующих действующим стандартам, составила 98…99 % при производительности дражиратора 34,5 кг/ч, а их полевая всхожесть – 97…98 %. Расчетный годовой экономический эффект составил 32 196,6 тыс. рублей (в ценах 2014 г.) [8].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Полученные теоретические и экспериментальные результаты могут быть использованы при разработке машин и оборудования для нанесения питательных оболочек на поверхность семян.

Результаты исследований по диссертационной работе рассмотрены конструкторским отделом ООО НПП «Белама плюс» и приняты к ис-

пользованию при разработке новой техники, предназначенной для нанесения питательных оболочек на поверхность семян.

Полученные материалы используются в УО БГСХА на кафедре сельскохозяйственных машин при изучении машин для химической защиты растений.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в научных изданиях согласно списку ВАК

1. Червяков, А. В. Теоретические исследования движения семян по поверхности камеры смешивания центробежного дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2011. – № 1. – С. 146–153.

2. Червяков, А. В. Изучение динамики движения семенного материала по вращающейся конической части камеры дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – № 2. – С. 131–137.

3. Червяков, А. В. Динамика движения семенного материала по неподвижной цилиндрической части камеры дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2012. – № 4. – С. 123–128.

4. Червяков, А. В. Динамика движения капли связующей жидкости при ее отрыве с дискового распылителя в камере смешивания дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2013. – № 1. – С. 120–124.

5. Червяков, А. В. Обоснование границ варьирования конусности и угловой скорости вращения днища камеры дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2014. – № 2. – С. 207–210.

6. Червяков, А. В. Обоснование интервалов варьирования факторов при дражировании семян сахарной свеклы в центробежном дражираторе с использованием лопастного отражателя / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 4. – С. 136–141.

7. Червяков, А. В. Результаты экспериментальных исследований процесса дражирования семян сахарной свеклы в центробежном дражираторе с использованием лопастного отражателя / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2015. – № 4. – С. 146–150.

8. Червяков, А. В. Производственные испытания центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с использованием лопастного от-

ражателя / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 1. – С. 107–112.

9. Червяков, А. В. Исследование движения семенного материала по лопасти отражателя центробежного дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 3. – С. 132–134.

10. Червяков, А. В. Обоснование границ варьирования параметров лопастного отражателя камеры смешивания центробежного дражиратора / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. – 2016. – № 3. – С. 128–131.

Статьи в сборниках материалов научных конференций

11. Червяков, А. В. Повышение посевных качеств семенного материала методом дражирования / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 19–20 октября 2010 г.): в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 1. – С. 70–74.

12. Михеев, Д. А. Дражирование, как перспективный метод предпосевной обработки семян / Д. А. Михеев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 10–11 октября 2012 г.): в 3 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2012. – Т. 2. – С. 261–264.

13. Михеев, Д. А. Перспективы предпосевной обработки семян / Д. А. Михеев // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Горки, 29–30 мая 2013 г.): в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2013. – Ч. 2. – С. 16–18.

14. Михеев, Д. А. Способы дражирования семян / Д. А. Михеев // Молодежь и инновации – 2013: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Горки, 29–30 мая 2013 г.): в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: А. П. Курдеко [и др.]. – Горки, 2013. – Ч. 2. – С. 19–21.

15. Михеев, Д. А. Исследования нанесения жидких компонентов на поверхность семян с помощью дискового распылителя в камере смешивания дражиратора / Д. А. Михеев // Молодежь и инновации – 2015: материалы Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых (г. Горки, 27–29 мая 2015 г.): в 2 ч. / Белорус. гос. с.-х. акад.; редкол.: П. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2015. – Ч. 2. – С. 243–245.

16. Курзенков, С. В. Прогрессивные технологии и оборудование для дражирования семян / С. В. Курзенков, Д. А. Михеев // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 21–22 октября 2015 г.): в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск, 2015. – Т. 2. – С. 123–129.

Патенты

17. Устройство для дражирования семян: пат. 8750 Респ. Беларусь, МПК A 01C1/06 / А. В. Червяков, С. В. Курзенков, Д. А. Михеев, Р. В. Новиков, С. Л. Червякова, Е. А. Червякова; заявитель ООО «Научно-производственное предприятие «Белама плюс». – № u 20120165; заявл. 17.02.2012; опубл. 30.12.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 6. – С. 171.

18. Устройство для дражирования семян: пат. 9732 Респ. Беларусь, МПК A 01C1/06 / Д. А. Михеев, С. В. Курзенков, А. В. Червяков; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20130198; заявл. 01.03.2013; опубл. 30.12.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 6. – С. 161.

19. Устройство для дражирования семян: пат. 9949 Респ. Беларусь, МПК A 01C1/06 / Д. А. Михеев, С. В. Курзенков, А. В. Червяков; заявитель Белорус. гос. с.-х. акад. – № u 20130197; заявл. 01.03.2013; опубл. 28.02.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 1. – С. 145.

РЕЗЮМЕ

Михеев Денис Александрович

ДРАЖИРОВАНИЕ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ДРАЖИРАТОРОМ С ЛОПАСТНЫМ ОТРАЖАТЕЛЕМ

Ключевые слова: семена сахарной свеклы, дражиратор семян, вращающееся дно, лопастной отражатель, дражирование семян.

Цель исследования: обоснование параметров и режимов работы центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с вращающимся коническим дном, дисковым распылителем химических компонентов и лопастным отражателем потока семян.

Методы исследования и аппаратура. Теоретические исследования проводились на основании законов теоретической механики. Экспериментальные исследования по определению физико-механических свойств семян проводились по стандартным методикам, для исследования процесса дражирования была изготовлена экспериментальная установка и разработана методика проведения лабораторных исследований. Для проведения и контроля исследований применялась стандартная измерительная и регистрирующая аппаратура.

Полученные результаты и их новизна. Выполненные исследования позволили:

– обосновать конструктивно-технологическую схему центробежного дражиратора семян сахарной свеклы с лопастным отражателем;

– получить аналитические зависимости движения семян по разным поверхностям в камере смешивания дражиратора;

– получить экспериментальные зависимости, устанавливающие взаимосвязь между долей качественных семян в пробе и выбранными факторами, и выбрать оптимальные их значения.

Новизна технических решений разработанной конструкции дражиратора подтверждена тремя патентами на полезную модель: BY 8750, 2012 г.; BY 9732, 2013 г.; BY 9949, 2014 г.

Рекомендации по использованию. Результаты теоретических и экспериментальных исследований рассмотрены конструкторским отделом ООО НПП «Белама плюс» и приняты к разработке конструкторской документации для центробежного дражиратора с лопастным отражателем.

Область применения: предприятия и организации, участвующие в предпосевной обработке семян.

РЭЗЮМЭ

Міхееў Дзяніс Аляксандравіч

ДРАЖЫРАВАННЕ НАСЕННЯ ЦУКРОВЫХ БУРАКОЎ ЦЭНТРАБЕЖНЫМ ДРАЖЫРАТАРАМ З ЛОПАСЦЕВЫМ АДБІВАЛЬНІКАМ

Ключавыя словы: насенне цукровых буракоў, дражыратар насення, дно, якое круціцца, лопасцевы адбівальнік, дражыраванне насення.

Мэта даследавання: абгрунтаванне параметраў і рэжымаў працы цэнтрабежнага дражыратарам насення цукровых буракоў з канічным дном, якое круціцца, дыскавым распыляльнікам хімічных кампанентаў і лопасцевым адбівальнікам патоку насення.

Метады даследавання і апаратура. Тэарэтычныя даследаванні праводзіліся на аснове законаў тэарэтычнай механікі. Эксперыментальныя даследаванні па вызначэнні фізіка-механічных уласцівасцяў насення праводзіліся па стандартных методыках, для даследавання працэсу дражыравання была выраблена эксперыментальная ўстаноўка і распрацавана методыка правядзення лабараторных даследаванняў. Для правядзення і кантролю даследаванняў выкарыстоўвалася стандартная вымяральная і рэгістравальная апаратура.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Выкананыя даследаванні дазволілі:

– абгрунтаваць канструктыўна-тэхналагічную схему цэнтрабежнага дражыратара насення цукровых буракоў з лопасцевым адбівальнікам;

– атрымаць аналітычныя залежнасці руху насення па розных паверхнях у камеры змешвання дражыратара;

– атрымаць эксперыментальныя залежнасці, якія ўстанаўліваюць узаемасувязь паміж долей якаснага насення ў пробе і выбранымі фактарамі, і выбраць аптымальныя іх значэнні.

Навізна тэхнічных рашэнняў распрацаванай канструкцыі дражыратара пацверджана трыма патэнтам на карысную мадэль: BY 8750, 2012 г.; BY 9732, 2013 г.; BY 9949, 2014 г.

Рэкамендацыі па выкарыстанні. Вынікі тэарэтычных і эксперыментальных даследаванняў разгледжаны канструктарскім аддзелам ТАА НВП «Белама плюс» і прыняты да распрацоўкі канструктарскай дакументацыі для цэнтрабежнага дражыратара з лопасцевым адбівальнікам.

Вобласць ужывання: прадпрыемства і арганізацыі, якія ўдзельнічаюць у перадпасяўной апрацоўцы насення.

SUMMARY

Mikheev Denis Aleksandrovich

THE PELLETING OF SUGAR BEET SEEDS BY A CENTRIFUGAL COATER WITH PADDLE REFLECTOR

Key words: sugar beet seeds, seeds coater, rotating bottom, paddle reflector, seeds pelleting.

The purpose of research: substantiation of parameters and modes of operation of the centrifugal coater sugar beet seeds with a rotating conical bottom, disk atomizer chemical components and paddle reflector of seed flow.

Research methods and instruments. Theoretical studies were carried out on the basis of laws of theoretical mechanics. Experimental research into the determination of physical and mechanical properties of seeds was carried out according to standard procedures, for research into pelleting process we made experimental apparatus and developed methods of carrying out laboratory tests. To carry out and control research, we applied standard measuring and recording equipment.

Obtained results and their novelty. The research allowed:

– basing the constructive-technological scheme of centrifugal coater of sugar beet seeds with paddle reflector;

– obtaining analytical dependences of the movement of seeds along different surfaces in the mixing chamber of the coater;

– obtaining experimental dependences, establishing the relation between the share of high-quality seeds in a sample and the selected factors, and choosing their optimum values.

The novelty of technical solutions of the developed design of coater was confirmed by a three patents for useful model: BY 8750, 2012 y.; BY 9732, 2013 y.; BY 9949, 2014 y.

Recommendations for use. The results of theoretical and experimental research were examined by the design department of "Belama plus" company and accepted for the development of design documentation for centrifugal coater with the paddle reflector.

Sphere of application: enterprises and organizations involved in the presowing treatment of seeds.

Научное издание

Михеев Денис Александрович

ДРАЖИРОВАНИЕ СЕМЯН САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ ДРАЖИРАТОРОМ С ЛОПАСТНЫМ ОТРАЖАТЕЛЕМ

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.20.01 – технологии и средства механизации
сельского хозяйства (технические науки)

Подписано в печать 2.02.2017.
Формат 60 × 84 1/16. Бумага для множительных аппаратов.
Печать цифровая. Гарнитура «Таймс».
Усл. печ. л. 1,4. Тираж 60 экз.
Заказ №

Отпечатано в УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки