

количество полученного длинного волокна увеличивается на $0,38 \pm 0,49 \%$ и $1,32 \pm 0,75 \%$ соответственно и составляет: $16,38 \pm 0,49 \%$ – с использованием прочеса вершин и $17,32 \pm 0,75 \%$ – с использованием прочеса комлей слоя. Когда же осуществляется одновременный прочес вершин и комлей слоя тресты, выход длинного волокна увеличивается (по сравнению с контролем) на $2,71 \pm 0,94 \%$ и равен $18,71 \pm 0,94 \%$.

Исходя из экспериментальных данных (в соответствии с критерием Стьюдента [5] для сравнения средних величин при вероятности $\alpha = 0,95$ и числе степеней свободы $f = 12$ табличное значение $t_{\text{табл}}(0,95) = 2,18$), имеем следующее. При сравнении каждого из трех вариантов прочеса с контролем расчетное значение критерия Стьюдента $t_{\text{расч } 1} = 2,30$, $t_{\text{расч } 2} = 4,71$, $t_{\text{расч } 3} = 6,52$. Соответственно, проведено сравнение: 1) контроль – прочес вершинной части, 2) контроль – прочес комлевой части, 3) контроль – прочес вершинной и комлевой частей. Полученные расчетные значения критерия Стьюдента больше табличного значения, соответственно, с надежностью $\alpha = 0,95$ расхождения средних значений значимы.

Таким образом, использование операции прочеса слоя стеблей льнотресты в процессе ее подготовки к механической переработке позволяет устранить такие негативные явления, как сцепленность и угловую дезориентацию стеблей, и тем самым повысить эффективность механической обработки – увеличить выход длинного волокна в среднем на $2,71 \%$.

Литература

1. Ипатов, А.М. Теоретические основы механической обработки лубяных культур: учеб. пособие для вузов / А.М. Ипатов. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 144 с.
2. Сивцов, А.Н. Первичная обработка лубяных волокон / А.Н. Сивцов. – М.: Гизлегпром, 1949. – 434 с.
3. Марков, В.В. Первичная обработка лубяных волокон / В.В. Марков, Н.Н.Суслов, В.Г. Трифонов. – М.: Ростехиздат, 1961. – 463 с.
4. Петраченко, Д.О. Використання прочісування у процесі підготовки льнотрести до переробки / Д.О. Петраченко // Наукові нотатки. Міжвузівський збірник. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2012. – Вип. 39. – С. 154–158.
5. Хайлис, Г.А. Исследования сельскохозяйственной техники и обработка опытных данных / Г.А. Хайлис, М.М. Ковалев. – М.: Колос, 1994. – 169 с.: ил.

УДК 631.636.4

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АЭРАТОРА КОМПОСТНЫХ СМЕСЕЙ

В.И. Харитонов, аспирант, **А.С. Ковязин**, к.т.н., ст.н.сотр., **Э.Б. Алиев**, к.т.н.

Запорожский научно-исследовательский центр по механизации животноводства

Национального научного центра

«Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

г. Запорожье, Украина

Выполнение технологического процесса ускоренного биотермического компостирования органических сельскохозяйственных отходов на площадках для компостирования связано с выполнением целого ряда технологических операций: смешивания исходных компонентов компостной смеси,

формирования бурта, перелопачивания (разрыхления) компостной смеси в бурте, ее механической аэрации, увлажнения и т. д. На сегодня отсутствуют отечественные технические средства, способные комплексно выполнять указанные технологические операции. Перспективным с этой точки зрения является создание нового высокопроизводительного технического средства непрерывного действия с совершенными рабочими органами. Технологически наиболее привлекательными остаются рабочие органы ротационного типа, которые способны выполнять отделение материала от основного массива, разрыхление, смешивание, передвижение и опрокидывание с одной технологической зоны в другую. Учитывая, что такие рабочие органы выполняют совместно несколько функций, их конструктивные и режимные параметры имеют усредненные, а иногда компромиссные значения в зависимости от физико-механических свойств компостных материалов. Разработка математических моделей позволит оптимизировать параметры рабочих органов, что даст возможность минимизировать энергозатраты на единицу перерабатываемого продукта (компоста).

Рассмотрим расчетную схему (рисунок 1).

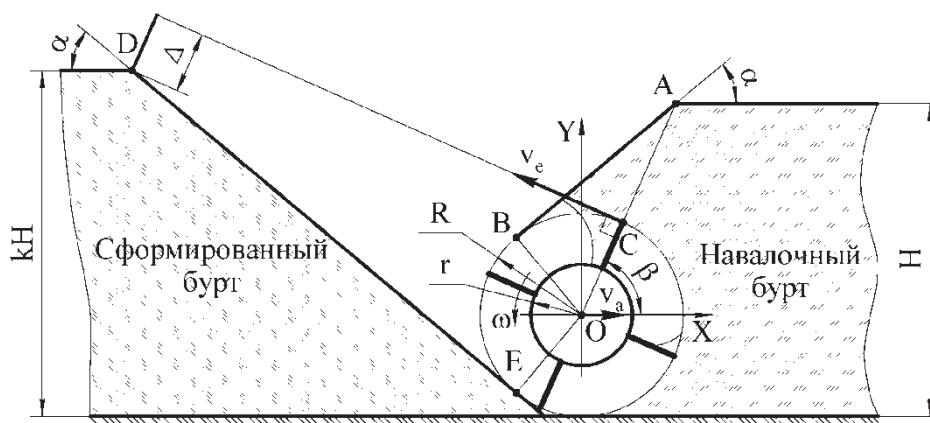


Рисунок 1 – Расчетная схема для обоснования внешнего радиуса барабана аэратора

Принимаем следующие допущения: рассматриваем плоскую задачу; прямая АВ, определяющая поверхность навалочного бурта, расположена под углом естественного откоса α (этот угол зависит от типа и влажности компоста, его агрегатного состава и является важнейшей физико-механической характеристикой материала) к горизонту и является касательной к окружности радиусом R ; лопасти на барабане установлены радиально; первая порция компоста начинает покидать лопасть с момента, когда лопасть находится на прямой АО; скорость первой порции компоста относительно лопасти равна нулю, а ее скорость полета v равна окружной скорости барабана и перпендикулярна прямой АО; траектория полета частиц первой порции компоста имеет прямолинейную форму.

Введем прямоугольную систему координат XOY с началом в оси барабана и с осью OX , параллельной горизонту.

$$\text{Уравнение прямой } AB [1]: y = \operatorname{tg}\alpha x + R/\cos\alpha; \quad (1)$$

$$\text{уравнение прямой АО [1]: } y = (H - R)x / ((H - R - R/\cos\alpha)\operatorname{ctg}\alpha), \quad (2)$$

где R – внешний радиус барабана аэратора, м; H – высота навалочного бурта, м.

Координаты точки C – точки пересечения окружности радиусом R с прямой АО, найдем из следующей системы уравнений [1]:

$$\begin{cases} x_c^2 + y_c^2 = R^2; \\ y_c = (H - R)x_c / ((H - R - R/\cos\alpha)\operatorname{ctg}\alpha). \end{cases} \quad (3)$$

Откуда координаты точки C [1]:

$$x_c = \frac{R((H - R)\cos\alpha - R)}{\sqrt{H^2 - 2HR + 2R^2 - 2R(H - R)\cos\alpha}}; \quad y_c = \sqrt{R^2 - x_c^2}. \quad (4)$$

Для уменьшения энергоемкости процесса лопасти аэратора не должны взаимодействовать с компостом, находящимся в сформированном бурте (рисунок 1). Поэтому поверхность сформированного бурта, находящаяся также под углом естественного откоса α к горизонту, должна находиться на определенном расстоянии от зоны действия лопастей аэратора. Однако чем больше будет это расстояние, тем больше энергии будет затрачено на формирование бурта. Таким образом, прямая DE , определяющая поверхность сформированного бурта, должна быть касательной к окружности радиусом R .

$$\text{Уравнение прямой DE [1]: } y = -\operatorname{tg}\alpha x - R/\cos\alpha. \quad (5)$$

Используя уравнение (5), определили координаты точки D [1]:

$$x_D = (R - kH - R/\cos\alpha)\operatorname{ctg}\alpha; \quad y_D = kH - R, \quad (6)$$

где k – коэффициент, учитывающий усадку сформированного бурта с течением времени, в первом приближении принимаем $k = 1,1$.

Уравнение прямой, описывающей траектории полета частиц первой порции компоста (проходит через точку C и перпендикулярна прямой АО) [1]:

$$y = y_c - \frac{(H - R - R/\cos\alpha)\operatorname{ctg}\alpha}{H - R} (x - x_c). \quad (7)$$

Расстояние от точки D до прямой, описывающей траекторию полета частиц первой порции компоста:

$$\Delta = \frac{(H - R)(y_c - y_D + (x_c - x_D)\operatorname{ctg}\alpha) + \frac{x_D - x_c}{\sin\alpha} R}{\sqrt{(H - R)^2 + (H - R - R/\cos\alpha)^2 \operatorname{ctg}^2\alpha}}. \quad (8)$$

Для определения внешнего радиуса барабана при заданных высоте навалочного бурта H и угле естественного откоса компоста α рассмотрим рисунок 2.

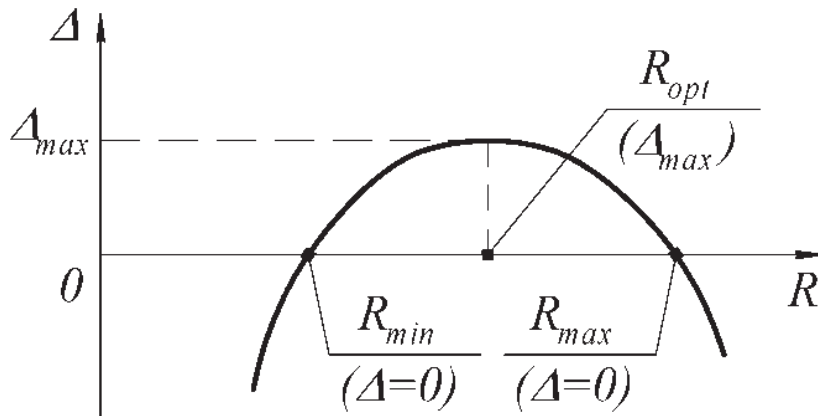


Рисунок 2 – Характер влияния внешнего радиуса барабана аэратора на расстояние между сформированным буртом и траекторией полета частиц первой порции компоста

При внешнем радиусе барабана $R < R_{min}$ и $R > R_{max}$ расстояние между сформированным буртом и траекторией полета частиц первой порции компоста $\Delta < 0$. То есть вектор скорости v направлен в формирующийся бурт ниже точки D. Это не позволяет сформировать бурт высотой kH , а значит, после усадки сформированного бурта с течением времени он будет иметь высоту меньше H , что в технологическом аспекте не является благоприятным, поскольку при этом бурт растягивается по ширине и для последующей обработки компоста потребуется аэратор с большей шириной захвата.

Для надежного формирования бурта $\Delta \rightarrow \max$, а внешний радиус барабана R_{opt} , обеспечивающий Δ_{max} , следует считать оптимальным при заданных H и α . В последующем индекс *opt* опускаем.

Используя метод наименьших квадратов, получили функциональную зависимость $R = f(H, \alpha)$ вида

$$R = 0,3743H - 1,302 \cdot 10^{-2} H\alpha + 1,895 \cdot 10^{-4} H\alpha^2, \quad (9)$$

адекватно описывающую полученные данные и устанавливающую влияние параметров компостного бурта на внешний радиус барабана аэратора.

Бурт будет формироваться при $\Delta \geq 0$, откуда при $\alpha = 45^\circ$ и $H = 1,0-1,8$ м барабан аэратора должен иметь внешний радиус $R = 0,3$ м.

Для обоснования внутреннего радиуса барабана аэратора r составим расчетную схему (рисунок 3).

На формирование бурта существенное влияние оказывает угол разброса материала δ – угол между векторами скоростей первой v_1 и последней v_n порций компоста. В начальный момент времени лопасть находится под углом β к горизонту. Исходя из геометрических соотношений (см. рисунок 1):

$$\beta = \alpha + \operatorname{arctg} \left(\frac{R \sin \alpha}{H - R(1 + \cos \alpha)} \right). \quad (10)$$

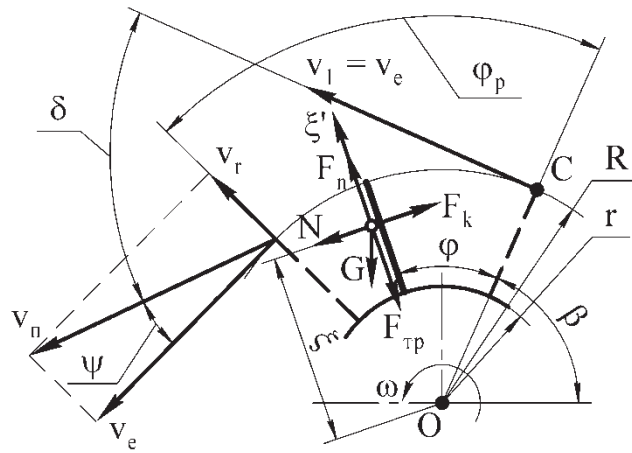


Рисунок 3 – Взаимодействие частицы компоста с лопастью барабана аэратора

При этом порция компоста, которая последней покидает лопасть, имеет текущую координату $\xi = r$. Когда $\xi = R$, последняя порция покидает лопасть. Таким образом, последняя порция компоста проходит путь по всей длине лопатки $s = R - r$ за время разгрузки t_p и при угле разгрузки $\varphi_p = \omega t_p$.

Дифференциальное уравнение движения частицы компоста по поверхности лопасти в общем виде [2]:

$$m\xi'' = F_i. \quad (11)$$

На частицу действуют следующие силы:

$$1) \quad \text{сила тяжести } G = mg, \quad (12)$$

$$\text{проекция этой силы на лопасть } G_n = mg \sin(\varphi + \beta); \quad (13)$$

$$2) \quad \text{центробежная сила } F_n = m\omega^2 \xi; \quad (14)$$

$$3) \quad \text{сила Кориолиса } F_k = 2m\omega \xi'; \quad (15)$$

$$4) \quad \text{сила трения } F_{тр} = fN, \quad (16)$$

где m – масса частицы, кг; g – ускорение свободного падения, m/c^2 ; φ – текущий угол поворота лопасти, рад.; ω – угловая скорость лопасти, рад./с; ξ' – относительная скорость частицы, m/c ; f – коэффициент трения компоста о материал лопасти; N – нормальная реакция поверхности лопасти, Н,

$$N = F_k + G \cos(\varphi + \beta). \quad (17)$$

Подставив выражения сил из (12)–(17) в (11), заменив φ на ωt , после преобразований получим дифференциальное уравнение движения частицы компоста по поверхности лопасти:

$$\xi'' + 2f\omega \xi' - \omega^2 \xi = -g(\sin(\omega t + \beta) + f \cos(\omega t + \beta)). \quad (18)$$

Подставляя численные значения ($f = 0,8$; $g = 9,81 m/c^2$; $\alpha = 45^\circ$; $R = 0,3 m$; $H = 1,5 m$) и решая уравнение (18) в программном пакете Mathematica [3], определили влияние угловой скорости ω и внутреннего радиуса барабана аэратора r на угол разброса δ . Используя метод наименьших квадратов, получили функциональную зависимость $\delta = f(r)$ вида

$$\delta = 1917,62r^2 - 1397,43r + 250,275. \quad (19)$$

Надежное формирование бурта будет обеспечено при направленном движении частиц материала и минимальном угле разброса материала, что требует увеличения соотношения r/R . С другой стороны, увеличение соотношения r/R уменьшает пропускную способность аэратора. В этой ситуации должно быть найдено компромиссное решение.

Согласно [4], угол разброса материала δ не должен превышать 90° . Принимая $\delta = 90^\circ$, из (19) получили $r = 0,143 \text{ м}$, что является вполне приемлемым в аспекте пропускной способности.

Установлено влияние параметров компостного бурта на внешний радиус барабана аэратора, получена функциональная зависимость в виде уравнения (9). При угле естественного откоса материала бурта $\alpha = 45^\circ$ и высоте бурта $H = 1,0\text{--}1,8 \text{ м}$ барабан аэратора должен иметь внешний радиус $R = 0,3 \text{ м}$, что обеспечивает надежное формирование бурта.

В виде уравнения (19) получена функциональная зависимость влияния внутреннего радиуса барабана аэратора на угол разброса материала, с помощью которой определили внутренний радиус барабана $r = 0,155 \text{ м}$.

Литература

1. Выгодский, М.Я. Справочник по высшей математике / М.Я. Выгодский. – М.: Астрель, 2006. – 991 с.
2. Кильчевский, Н.А. Курс теоретической механики / Н.А. Кильчевский. – М.: Наука, 1977. – Т. 1. – 480 с.
3. 3. Половко, А.М. Mathematica для студента / А.М. Половко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007. – 368 с.
4. Створити наукові основи та дослідити залежності якісних показників процесу біоконверсного перероблення гною з волого поглинальними матеріалами від його головних технологічних режимів: звіт про НДР (заключний): № ДР 0107U009308 / кер. О.О. Ляшенко, вик. В.І. Харитонов, О.С. Ковязин, П.О. Ляшенко // Інститут механізації тваринництва НААН. – Запоріжжя. – 2010. – 150 с. – Інв. № 0211U000688.

УДК 62-987

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ БЕЗВОЗДУШНОГО РАСПЫЛЕНИЯ ЗАГУЩЕННЫХ КОНСЕРВАЦИОННЫХ МАСЕЛ

А.И. Петрашев, д.т.н., доц., **В.В. Клепиков**, аспирант

Государственное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук»

(ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии)

г. Тамбов, Российская Федерация

Технология консервации аграрной техники загущенными консервационными маслами, получаемыми путем смешивания отработанных масел с противокоррозионными добавками, позволяет полностью защитить от атмосферной коррозии стальные рабочие органы в течение одного сезона хранения на открытых площадках [1]. Стоимость консервации техники загущенным маслом в 5 раз ниже, чем бензино-битумным составом [2]. Некоторые авторы [3] предлагают наносить загущенные консервационные



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

**Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр
Национальной академии наук Беларуси
по механизации сельского хозяйства»**

**Научно-технический прогресс
в сельскохозяйственном
производстве**

Материалы

Международной научно-технической конференции
(Минск, 22–23 октября 2014 г.)

В 3 томах

Том 2

**Минск
НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства
2014**

ББК 40.7
НЗ4

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН Беларуси П.П. Казакевич (главный редактор), С.Н. Поникарчик

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф., чл.-кор. НАН Беларуси П.П. Казакевич,
д-р техн. наук, проф. В.Н. Дашков, д-р техн. наук, проф. В.И. Передня,
д-р техн. наук, проф. Л.Я. Степук, д-р техн. наук, проф. И.Н. Шило,
д-р техн. наук, доц. В.В. Азаренко, д-р техн. наук, доц. И.И. Гируцкий

Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве :
НЗ4 материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 22–23 октября 2014 г.).
В 3 т. Т. 2. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» ; редколлегия:
П. П. Казакевич (гл. ред.), С. Н. Поникарчик. – Минск : НПЦ НАН
Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – 268 с.

Сборник составлен из статей, содержащих материалы научных исследований, результаты опытно-конструкторских и технологических работ по разработке инновационных технологий и технических средств для их реализации при производстве продукции растениеводства и животноводства. Рассмотрены вопросы технического сервиса машин и оборудования, электрификации и автоматизации, использования топливно-энергетических ресурсов, разработки и применения энергосберегающих технологий, информационно-управляющих систем.

Материалы сборника могут быть использованы сотрудниками НИИ, КБ, специалистами хозяйств, студентами вузов и колледжей аграрного профиля.

УДК [631.171+636]:631.152.2(082)

ББК 40.7

© РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации
сельского хозяйства», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Васильев А.Н., Будников Д.А., Васильев А.А.</i> Модель нагрева зерна в микроволновом поле	3
<i>Кононов А.Д., Кононов А.А.</i> К вопросу разработки координирующего устройства для автоматического управления движением машинно-тракторных агрегатов	9
<i>Петраченко Д.А., Гилязетдинов Р.Н., Коропченко С.П.</i> Прочесывание льнотресты и его влияние на эффективность первичной переработки	13
<i>Харитонов В.И., Ковязин А.С., Алиев Э.Б.</i> Обоснование конструктивных параметров аэратора компостных смесей	16
<i>Петрашев А.И., Клепиков В.В.</i> Оптимизация режимов безвоздушного распыления загущенных консервационных масел	21
<i>Анискевич Л.В., Попович А.Н.</i> Принципы построения высевальных систем в точном земледелии	26
<i>Баран И.А., Вырский А.Н., Труханович С.В.</i> Влияние размерности конечно-элементной сетки аэродинамической модели на результаты компьютерного моделирования воздушных потоков в системе очистки зерноуборочного комбайна	33
<i>Корж Н.Д., Сиренко Ю.В.</i> Качественная послеуборочная сушка зерна – залог высокой эффективности зернопроизводства, улучшения благополучия и здоровья населения	38
<i>Ибрагимов Н.Т.</i> Локальное подпочвенное внесение органических удобрений в междурядья виноградников	42
<i>Сербий Е.К.</i> Динамика свойств дражированных семян в почве	45
<i>Липская В.К.</i> Иерархическая схема критериев оценки конкурентоспособности зерноуборочных комбайнов	54
<i>Новиков Э.В., Проталинский С.Е., Безбабченко А.В.</i> Характеристики однотипной пеньки как сырья для производства изделий	61
<i>Перекопский А.Н.</i> Технологическое проектирование послеуборочной обработки семян трав	66
<i>Дударев И.Н.</i> Анализ конструкций устройств для обмолота льна	71
<i>Белоткач М.П., Пивень А.С., Кириченко А.Л., Вольский В.А., Попович А.Н., Барзенко Т.А.</i> Особенности посева сои с одновременной инокуляцией семян	77
<i>Барановский В.Н., Панькив М.Р., Теслюк В.В.</i> Результаты исследования секундных подач процесса выкапывания корнеплодов	82
<i>Барановский В.Н., Панькив М.Р., Труханская Е.А.</i> Исследования нормального импульса взаимодействия комков почвы и корнеплодов с витком шнека	89
<i>Воробей А.С., Полегенький В.В.</i> Направления конструктивно-технологических исследований для улучшения выходных параметров машины МСОК-5	98
<i>Деркач А.Д., Буря А.И., Макаренко Д.А., Аулин В.В., Мищенко Г.Я.</i> Триботехнология восстановления деталей мобильной сельскохозяйственной и транспортной техники с применением фуллеренсодержащего состава	102

Саитов В.Е. Повышение эффективности функционирования зерноочистительных машин путем совершенствования их технологического процесса и основных рабочих органов	109
Басаревский А.Н., Родевич А.Т. Сравнительная оценка дозирующих устройств гидроподкормки в системах искусственного орошения	114
Луговая Н.П., Требухин И.В. Требования по подготовке хранилищ к закладке картофеля на хранение	121
Кроян С.З., Маркосян А.О. Гумусовое состояние горных черноземов и каштановых почв Республики Армения	124
Кроян С.З., Маркосян А.О. Анализ антропогенных изменений структурно-агрегатного состава горных коричневых лесных почв Республики Армения	129
Бегун П.П., Горностаев И.В., Гапанович Н.Д. Самозагружающаяся машина для внесения полужидкого навоза МПН-16	133
Сербий Е.К. Концепция дискретного моделирования дражированных семян	137
Герук С.Н., Петриченко Е.А. Анализ конструкций агрегатов для предпосевной обработки почвы и посева	147
Трузина Л.А. Борьба с сорняками на посевах козлятника восточного, выращиваемого на кормовые цели	152
Смолинский С.В. Перспективность использования спиральной сортировки при послеуборочной обработке картофеля	155
Тулькубаева С.А., Ташмухамедов М.Б. Возделывание льна масличного в условиях Северного Казахстана	160
Говоров А.Ф. Измельчитель-распределитель пожнивных остатков ПРН-4,5	165
Фаталиев К.Г., Садыхов С.Я., Нуриев Н.М., Ибрагимов Н.Т. Организация работ по диагностике и техническому обслуживанию на ремонтных предприятиях Азербайджанской Республики в новых хозяйственных условиях и выбор современного оборудования	169
Молофеев В.Ю., Зубанов В.В. Адаптеры для высева льна-долгунца в селекции, сортоиспытании и первичном семеноводстве	174
Проконьев И.П. Обоснование нового способа распределения жидких удобрений	178
Сикун А.С. Исследование шнековой распределительно-высевающей системы машин для внесения химмелиорантов	183
Папченко А.В. Процесс взаимодействия уплотнительных рабочих органов с почвенной средой	188
Малышкин П.Ю., Конюшенко А.А. Обзор и исследование конструкций гильз цилиндров автотракторных двигателей	196
Яковлев С.А., Яковлева И.Г. Энергоэкономичная технология поверхностной электромеханической закалки деталей машин	202
Божко И.В., Пархоменко Г.Г. К обоснованию угла крошения почвообрабатывающих рабочих органов	205
Золотарев В.Н. Агробиологическая оценка сроков и способов уборки семенных посевов тетраплоидного райграса однолетнего	210
Передня В.И., Касперович Д.В., Голушко В.М. О производстве белково-витаминно-минеральных добавок	215

Тихомиров А.В. Состояние и перспективные направления развития и совершенствования систем и средств энергообеспечения сельского хозяйства России	221
Лабоцкий И.М., Ленский А.В., Хасеневич И.М. Анализ экономической эффективности различных способов заготовки кормов, применяемых в Республике Беларусь	229
Цой Ю.А., Кирсанов В.В., Петренко А.П. Функционально-стоимостный анализ доильных роботов и перспективные направления развития автоматизированных доильных систем	235
Сысуев В.А., Савиных П.А., Сычугов Ю.В. Энерго- и ресурсосберегающие технологии обработки зернового материала на Евро-Северо-Востоке Российской Федерации	240
Рефераты	247