

На правах рукописи



**СЕДАШКИНА ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА**

**РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО РАБОЧЕГО  
ОРГАНА РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ВНЕСЕНИЯ  
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**

**Специальность 05.20.01. – Технологии и средства механизации  
сельского хозяйства**

**АВТОРЕФЕРАТ**

**диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук**



**Саранск 2007**

Работа выполнена на кафедре мобильных энергетических средств  
ГОУВПО «Мордовский государственный университет имени Н П Огарева»

Научный руководитель доктор технических наук профессор  
**Иишаков А.П.**

Официальные оппоненты доктор технических наук профессор  
**Славкин В. И.**

кандидат технических наук доцент  
**Мачнев А.В.**

Ведущая организация ГНУ «Мордовский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Защита диссертации состоится « 30 » мая 2007 г в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 212 117 06 в ГОУВПО «Мордовский государственный университет им Н П Огарева» Адрес 430904, г Саранск, п Ялга, ул Российская, д 5, ученому секретарю диссертационного совета Д 212 117 06

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ГОУВПО «Мордовский государственный университет им Н П Огарева»

Автореферат разослан « 27 » апреля 2007 г

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор технических наук профессор

  
А В Котин

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

**Актуальность темы** Удовлетворение потребности населения в продуктах питания и промышленности в сырье связано с повышением урожайности сельскохозяйственных культур Практика показывает, что более 50 % прибавки урожая получают за счет внесения удобрений, а известкование кислых и гипсование солонцовых почв – наиболее эффективный способ восстановления их плодородия и повышения коэффициента использования удобрений От характера распределения дозы удобрений по полю зависит средняя урожайность сельскохозяйственных культур

Анализ работ по технологии внесения минеральных удобрений и известковых материалов показывает, что рабочие органы существующих машин не в полной мере отвечают агротехническим требованиям по равномерности распределения туков по поверхности почвы Неравномерное распределение удобрений и известковых материалов по поверхности почвы приводит к значительному снижению урожайности и качества продукции сельскохозяйственных культур Поэтому задача совершенствования технологических средств для поверхностного внесения минеральных удобрений и известковых материалов является актуальной и имеет важное народно-хозяйственное значение

**Цель работы** – изыскание рациональных параметров центробежного рабочего органа разбрасывателя для поверхностного внесения минеральных удобрений

**Объект исследования** - центробежный рабочий орган, используемый в машинах для поверхностного внесения минеральных удобрений и известковых материалов в почву

**Методика исследований** Теоретические исследования проводились путем изучения кинематики движения частиц удобрений по поверхности рабочего органа, определения его технологических и конструктивных показателей Обоснование формы поверхности основано на математическом описании непрерывного схода частиц удобрений от момента поступления на рабочий орган до момента конечного их схода без удара При проведении исследований использовались известные теоретические положения о закономерности свободного движения сыпучих материалов и математический анализ Экспериментальные исследования выполнялись в лабораторных и полевых условиях с использованием отраслевых и частных методик, теории планирования многофакторного эксперимента, а также специально изготовленного оборудования Лабораторно-полевые эксперименты позволили сравнить агротехнические показатели работы экспериментальной машины с серийной Полученные результаты обрабатывались на ПЭВМ с применением современного программного обеспечения

**Научная новизна** работы заключается в том, что на основе проведенных исследований сформулированы и обоснованы теоретические предпосылки по улучшению показателей технологического процесса поверхностного внесения минеральных удобрений рабочими органами центробежного типа Разработана

обобщенная методика расчета рациональных конструктивных и кинематических параметров центробежного рабочего органа к машинам для внесения минеральных удобрений. Предложены уравнения, описывающие закономерность технологического процесса взаимодействия частиц удобрений с рабочим органом от момента поступления до момента конечного схода без удара и разрушения гранул. Разработана математическая модель процесса распределения частиц минеральных удобрений и известковых материалов рабочим органом по поверхности почвы, учитывающая гранулометрический состав и особенности конструкции рабочего органа.

Новизна технического решения подтверждена патентом на полезную модель РФ №55247

**Практическая ценность** работы заключается в разработке уточненных методик инженерного расчета основных параметров рабочих органов разбрасывателей центробежного типа. Внедрение разбрасывателя с предлагаемым рабочим органом позволит увеличить производительность агрегата, снизить затраты труда и денежных средств, что положительно скажется на сроке окупаемости.

**Реализация результатов исследований.** Результаты исследований были использованы на ОАО Авторемонтный завод «Саранский» при изготовлении экспериментального образца машины для поверхностного внесения минеральных удобрений и в учебном процессе института механики и энергетики ГОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева».

**Апробация работы.** Основные положения работы и результаты исследований докладывались на ежегодных научных конференциях ГОУВПО «Мордовский государственный университет» (1999-2007 гг.), на Всероссийской научно-технической конференции «Современные технологии, средства механизации и технического обслуживания в АПК» (2002), на Международной научно-технической конференции «Повышение эффективности функционирования механических и энергетических систем» (2004), на 2-й и 3-ей Республиканской научно-практической конференции «Роль науки и инноваций в развитии хозяйственного комплекса региона» (2003-2005 гг.), на научных конференциях молодых ученых (г. Саранск, 2006-2007 гг.). Опытный образец рабочего органа и рекомендации по переоборудованию серийных разбрасывателей минеральных удобрений и известковых материалов демонстрировались на Республиканских выставках.

**Публикации** Основные положения диссертации опубликованы в 16 печатных работах, в их числе 2 в центральной печати, из них 1 патент на изобретение.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, пяти разделов, общих выводов, списка использованных источников (123 наименования, в том числе 5 на иностранных языках) и приложений. Диссертация изложена на 136 страницах машинописного текста и включает 26

рисунков Кроме того, содержит приложения на 23 страницах с 11 таблицами и 11 рисунками

**На защиту выносятся:**

- обобщенная методика расчета рациональных конструктивных и кинематических параметров рабочего органа машин для поверхностного внесения минеральных удобрений,
- уточненная математическая модель распределения частиц удобрений и известковых материалов по поверхности поля, учитывающая гранулометрический состав, особенности конструкции рабочего органа,
- конструкция центробежного рабочего органа для внесения минеральных удобрений и его параметры,
- результаты исследований качественных показателей работы центробежного рабочего органа разбрасывателя при поверхностном внесении удобрений

### **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Во введении** раскрыта актуальность темы, поставлена цель работы, обозначен объект исследований

**В первом разделе** «Состояние вопроса и задачи исследования» проведен анализ влияния неравномерности внесения минеральных удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, а также распределяющих рабочих органов машин на качество распределения туков и известки по поверхности поля

Вопросами совершенствования конструкций рабочих органов центробежного типа занимались Василенко П М, Назаров С И, Кушилкин Б А, Хоменко М С, Волошин Н И, Якимов Ю И, Забродин В П, Догоновский М Г, Черноволов В А, Сергеев В С, Адамчук В В и многие другие исследователи В работах этих ученых отмечается, что качественные показатели центробежных разбрасывателей во многом определяются конструктивными и режимными параметрами разбрасывающего диска, а также целым рядом других факторов Однако выводы различных исследователей о влиянии этих факторов на распределение материала по ширине захвата и характер этого распределения противоречивы Анализ работ, посвященных изучению центробежно-дисковых рабочих органов и причин, вызывающих низкое качество их работы, показывает, что большая часть исследований посвящена изучению распределения удобрений с выровненным гранулометрическим составом В большинстве случаев исследователи считали начальную скорость подачи удобрений на диск равной нулю Однако, несмотря на то, что в результате выполненных исследований накоплен большой теоретический и производственный материал, использование применяемых в настоящее время центробежных дисковых рабочих органов на разбрасывателях не всегда отвечает агротребованиям по качеству распределения минеральных удобрений по ширине захвата и по ходу движения агрегата

Все это говорит о необходимости дальнейшего изучения технологического процесса распределения материала центробежно-дисковыми рабочими органами и совершенствования их конструкции применительно к конкретному материалу с учетом его физико-механических свойств

Решить проблему внесения минеральных удобрений и известковых материалов только экспериментально и за счет совершенствования конструкции рабочего органа машины не представляется возможным Поэтому параллельно был проведен обзор и анализ результатов ранее проведенных теоретических исследований. Работы Ф С Завалишина, Н М Марченко, Г И Личмана, А Е Шебалкина, Е В Козловского, В И Якубаускаса, И Ф Скурятин, А Н Репетова, А П Дьячкова и др посвящены изучению технологического процесса внесения минеральных удобрений и известковых материалов и условиям их рационального применения По результатам проведенного анализа и в соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие задачи исследования

- теоретически установить взаимосвязь между конструктивными и кинематическими параметрами рабочего органа и качеством его работы,
- экспериментально проверить и уточнить основные аналитические зависимости и установить факторы, определяющие характер распределения минеральных удобрений и известковых материалов предлагаемым рабочим органом,
- проверить работу экспериментальной машины в полевых условиях при внесении различных видов минеральных удобрений и известковых материалов при заданных нормах и максимальной производительности,
- провести сравнительные исследования в полевых условиях работы машин с экспериментальным рабочим органом и серийным центробежным диском,
- на основании выполненных исследований дать практические рекомендации для использования разработок на производстве

**Во втором разделе** «Теоретические исследования» проведено обоснование общей схемы исследования, в основу которой положена предпосылка о непрерывном сходе частиц удобрений с рабочего органа от момента поступления до момента конечного схода без удара, т е поток удобрений, поступающих на рабочий орган должен быть близок к регулярному (рис 1) Кроме того, предложена конструктивно-технологическая схема устройства для реализации этого способа, определены рациональные параметры и режимы работы устройства

Исследования показали, что рабочий процесс данного аппарата характеризуется наличием двух фаз В первой фазе частицы удобрений должны взаимодействовать с рабочей поверхностью исполнительного элемента Во второй фазе, получив необходимую скорость, частицы должны совершить свободный полет в воздушной среде и распределиться по поверхности почвы Используя закономерности свободного движения сыпучих материалов, можно сделать вывод, что частицы удобрений будут двигаться без удара и разрушения

по вогнутой поверхности. Кроме того, при движении туков возможен отрыв их от разных точек этой поверхности.

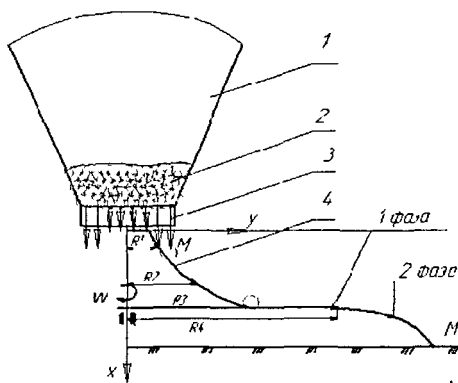


Рисунок 1 Схема процесса непрерывного схода частиц удобрений

Дифференциальное уравнение отрыва частиц, движущихся по вогнутой поверхности, при ее одновременном вращательном движении, запишется в виде

$$N + \frac{P}{g} \omega_e^2 y \frac{dx}{ds} - P \frac{dy}{ds} = 0, \quad (1)$$

где  $P$  – сила веса частицы,  $N$ ,  
 $g$  – ускорение силы тяжести,  $m/c^2$ ,  
 $\omega_e$  – угловая скорость вращения,  $c^{-1}$ ,  
 $x, y$  – текущие координаты вращения, мм

Считая координату  $x$  независимой переменной и учитывая, что в момент отрыва нормальная реакция  $N=0$ , из уравнения (1) установим зависимость  $y=f(x)$

$$\frac{P}{g} \omega_e^2 y \frac{dx}{ds} = P \frac{dy}{ds}, \quad (2)$$

откуда  $\frac{dy}{y} = \frac{\omega_e^2}{g} dx$

Интегрируя уравнение (2) будем иметь

$$\int_{R_0}^y \frac{dy}{y} = \frac{\omega_e^2}{g} \int_0^x dx$$

или

$$\ln |y| \Big|_{R_0}^y = \frac{\omega^2}{g} x \Big|_0^x \quad (3)$$

Уравнение (3) можно представить в виде

$$\ln |y| - \ln R_0 = \frac{\omega^2}{g} x$$

При  $R_0=1$ ,  $\ln R_0=0$  получим

$$\ln |y| = \frac{\omega^2}{g} x,$$

откуда

$$|y| = e^{\frac{\omega^2}{g} x} \quad (4)$$

Анализируя полученное уравнение (4), можно сделать вывод, что с целью обеспечения непрерывного отрыва частиц удобрений, рабочая поверхность должна быть образована вращением логарифмической кривой вокруг вертикальной оси (рис 2). Для обоснования места установки выбранных лопастей на рабочей поверхности необходимо определить относительную скорость движения частиц по данной поверхности.

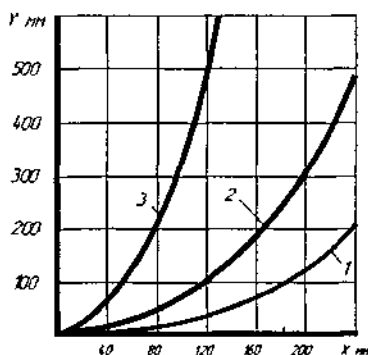


Рисунок 2 Формы кривых, образующих рабочую поверхность  
1 – при  $\omega = 15,0 \text{ с}^{-1}$ , 2 – при  $\omega = 20,0 \text{ с}^{-1}$ , 3 – при  $\omega = 30,0 \text{ с}^{-1}$

На частицу  $m$ , находящуюся в промежуточном положении, действуют нормальная сила инерции  $F_{ue}$ , Кориолисова сила инерции  $F_K$ , сила трения



скольжения  $F_{тр}$ , центробежная сила инерции, обусловленная радиусом кривизны  $F_{цр}$ , нормальная сила реакции  $N$

Направления действия указанных сил на частицу удобрений, находящуюся на рабочей поверхности, показаны на рис 3

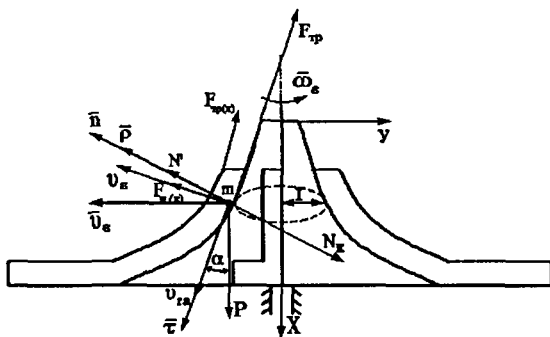


Рисунок 3 Схема сил, действующих на частицу, движущуюся по рабочей поверхности

Дифференциальное уравнение движения частицы в межлопастном пространстве будет иметь следующий вид

$$\begin{aligned} \frac{P}{g} \frac{dV_r}{dt} &= P \cos \alpha + F_{ин} \sin \alpha - F_{тр}, \\ \frac{P}{g} \frac{dV_r^2}{\rho} &= N + F_{ин} \cos \alpha - P \sin \alpha, \\ 0 &= F_{тр} - F_{тр(\lambda)} \end{aligned} \quad (5)$$

Решая данное уравнение, получим

$$V_0 = \sqrt{2gx + \omega_c^2 y^2 + V_{ro}^2 - \omega_c^2} \quad (6)$$

Дифференциальное уравнение движения частицы по поверхности выбранной лопасти получены аналогичным путем с учетом трения туков о поверхность лопасти

Относительную скорость движения частицы вдоль лопасти можно определить из следующего уравнения

$$V_{ra} = \left( g + \frac{\omega_c^4}{g} e^{\frac{2\omega_c^2}{g} x} \right) \frac{1}{V_{ra}} - 2f \frac{\omega_c^2}{g} e^{\frac{\omega_c^2}{g} x} \quad (7)$$

По уравнению (6) и (7) построены графики зависимости относительной скорости движения частиц удобрений в межлопастном пространстве и вдоль лопасти рабочей поверхности (рис 4)

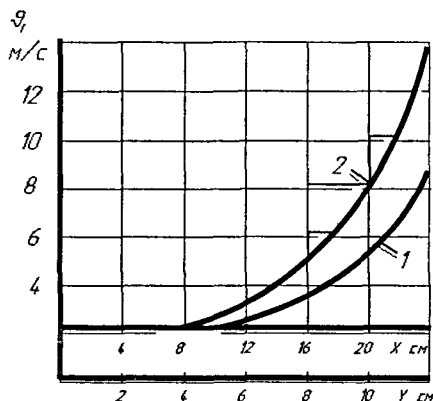


Рисунок 4 Зависимость относительной скорости движения частиц от формы рабочей поверхности  
1 – вдоль лопасти, 2 – в межлопастном пространстве

Анализ полученных уравнений показывает, что частицы удобрений вдоль лопасти движутся с меньшей скоростью, чем в межлопастном пространстве. Как видно из графика (рис 4), относительная скорость движения частиц начинает возрастать с расстояния  $X > 8$  см. Следовательно, начало выбросных лопастей необходимо установить на расстоянии 8-10 см от вершины рабочей поверхности конической части. Анализ теоретических исследований показывает, что в настоящее время недостаточно еще изучены вопросы влияния выбросных лопастей на сепарацию полнокомпонентной смеси удобрений. Результаты исследования показали, что полнокомпонентная смесь подвергается меньше сепарации, если частицы после схода с рабочей поверхности будут двигаться по траектории, описываемой уравнением

$$\xi = \omega_e^2 \left[ c \sin \beta - f \left\{ 2 \frac{\xi'}{\omega_e} c \cos \beta + r_l + \frac{g}{\omega_e^2} \right\} \right], \quad (8)$$

где  $c$  – расстояние от центра вращения до радиуса кривизны лопасти, мм,  
 $r_l$  – радиус кривизны лопасти, мм

Анализ уравнения (8) показал, что выбросная лопасть представляет собой часть окружности радиусом  $r_n$ . Решая данное уравнение, можно получить угол схода частиц удобрений с рабочей поверхности

$$\omega t = \psi_{R_0} + \psi_{R_1} + \beta_n, \quad (9)$$

где  $R_1$  – радиус наружного диска, мм,  $R_0$  – радиус внутренней кромки диска, мм,  $\beta_n$  – угол раствора лопасти, рад

Во второй фазе рабочего процесса частица, получив необходимую скорость, совершает свободный полет в воздушной среде и падает на поверхность почвы

Дальность полета частиц с учетом силы сопротивления воздуха будет

$$X = \frac{\ln \left( k_n V_p \sqrt{\frac{2H}{g} + 1} \right)}{k_n}, \quad (10)$$

где  $K_n$  – коэффициент парусности,  $H$  – высота установки рабочего органа, мм,  $V_p$  – начальная скорость частиц, м/с

Анализ уравнения (10) показал, что наибольшее влияние на максимальную дальность полета частиц удобрений оказывают коэффициент парусности и угловая скорость рабочего органа

В процессе работы рабочий орган совершает сложное движение поступательное (переносное) и вращательное (относительное). В связи с этим траектория падения разбрасываемых рабочим органом удобрений будет представлять собой циклоиду, форма которой зависит от соотношения окружной и поступательной скоростей. Отношение этих скоростей называется кинематическим режимом и определяется как

$$\lambda = \frac{\omega_e R}{V_m}, \quad (11)$$

где  $R$  – радиус плоского диска рабочего органа, м,

$V_m$  – поступательная скорость агрегата, м/с,

$\omega_e$  – угловая скорость рабочего органа,  $c^{-1}$

Так как на рабочем органе устанавливаются несколько разбросных лопастей, то одноименные точки этих лопастей создают одинаковые секторы рассева из разбрасываемых удобрений, но смещенные вперед по ходу машины. Это расстояние называется шагом рассева, который оказывает непосредственное влияние на равномерность распределения удобрений по ходу движения агрегата

Зная число лопастей  $Z$  и перемещение машины за время одного оборота рабочего органа  $S_0$ , находим значение шага рассева

$$S_z = \frac{2\pi R}{\lambda Z} \quad (12)$$

Шаг рассева прямопропорционален радиусу диска  $R$  и обратно пропорционален числу лопастей  $Z$  и кинематическому режиму  $\lambda$

На основании проведенных теоретических исследований по обоснованию рациональных параметров центробежного рабочего органа разбрасывателя для поверхностного внесения минеральных удобрений нами разработан центробежный аппарат, на который получен патент РФ

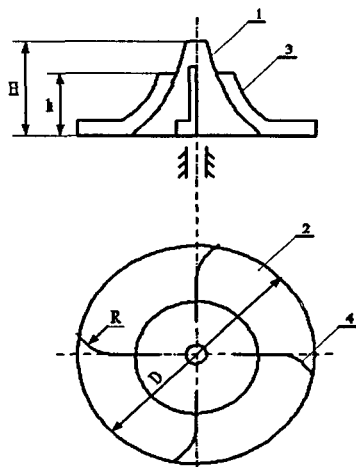


Рисунок 5 Центробежный рабочий орган

1 – коническая часть, 2 – плоский диск, 3 – прямые лопасти, 4 – криволинейные лопасти

Данный рабочий орган (рис 5) состоит из конической части и плоского диска. На конической части, вдоль образующей конуса, установлены прямые лопасти, переходящие в криволинейные в плоской части диска. Такая конструкция рабочего органа обеспечивает непрерывное движение туков от места подачи до края плоского диска без удара и разрушения гранул.

**В третьем разделе** «Программа и методика экспериментальных исследований» изложена программа экспериментальных исследований, дано описание объекта исследования, измерительного оборудования и приборов, методика проведения и обработки результатов опытов.

В соответствии с поставленными задачами исследований предусмотрено проверить работоспособность предложенного рабочего органа (рис 5), установить влияние кинематических и конструктивных параметров на равномерность распределения минеральных удобрений и известковых материалов по поверхности почвы с учетом их гранулометрического состава. На основании полученных экспериментальных данных составлена уточненная

математическая модель технологического процесса поверхностного внесения минеральных удобрений экспериментальным агрегатом

Полевые исследования проводились на полях КФХ Дубенского и Лямбирского районов Республики Мордовия. В опытах использовали минеральные удобрения, поступающие в КФХ.

Для проведения исследований был выбран ровный горизонтальный участок поля, размеры которого позволили выполнить всю программу экспериментов. Экспериментальные исследования распределения минеральных удобрений и известковых материалов по поверхности поля проводили при положительной температуре воздуха, отсутствии атмосферных осадков и скорости ветра не более 3 м/с.

Фактическая скорость установившегося движения агрегата определялась во время опыта по определению качественных показателей работы разбрасывателя. Фактическую подачу определяли по суммарной массе материала в противнях.

Показатели качества работы экспериментального разбрасывателя определяли в соответствии с требованиями ГОСТ 28714-90. Обработку полученных результатов проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 1071-2000г с применением ПЭВМ и специального программного обеспечения. Определение физико-механических свойств минеральных удобрений осуществляли по общепринятым методикам.

В четвертом разделе приведены результаты экспериментальных исследований. Проведенные полевые исследования показали, что распределение минеральных удобрений по ширине захвата у серийного и экспериментального разбрасывателей очень близко к нормальному распределению (рис 6). В средней части полосы рассеивания туков значительно больше, чем по краям. Это приводит к большой неравномерности рассева, что снижает эффективность использования минеральных удобрений. Экспериментальный рабочий орган резко изменил характер распределения удобрений по ширине захвата.

Это достигнуто за счет перераспределения удобрений со средней части полосы к краям, за счет увеличения ширины разброса.

Как было установлено ранее, на качество поверхностного распределения минеральных удобрений оказывают влияние такие факторы, как гранулометрический состав, норма внесения, ширина захвата, рабочая скорость разбрасывателя.

Для оценки влияния вышеуказанных факторов на технологический процесс поверхностного внесения удобрений и установления рациональных режимов работы агрегата, нами проведен многофакторный эксперимент с математическим планированием, позволивший получить математическую модель неравномерности распределения разных видов удобрений.

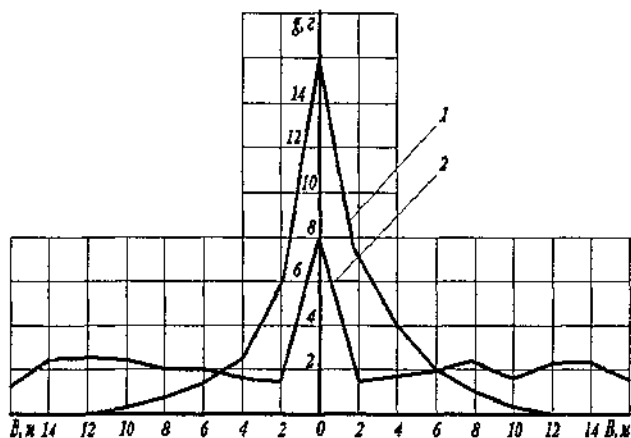


Рисунок 6 Характер распределения удобрений по ширине захвата  
1 – серийным разбрасывателем, 2 – экспериментальным

Математическая модель неравномерности распределения гранулированного суперфосфата по поверхности поля описывается следующим уравнением регрессии

$$y = 17,386 - 2,237x_2 - 0,885x_3 - 1,562x_2x_3 - 2,668x_1^2 - 1,178x_2^2 + 1,533x_3^2 \quad (13)$$

График зависимости неравномерности распределения гранулированного суперфосфата от ширины захвата и скорости движения агрегата приведен на рисунке 7. Из графика видно, что распределение удобрений во всех проведенных опытах высокое и неравномерность внесения ниже агротехнически допустимой ( $\pm 25\%$ )

Как показали опыты, на неравномерность внесения по ширине захвата основное влияние оказывает рабочая скорость агрегата

Математические модели неравномерности распределения других видов минеральных удобрений получены аналогичным путем

Математическая модель технологического процесса внесения известковой муки может быть представлена уравнением регрессии вида

$$y = 20,78 + 10,118x_3 + 1,587x_1x_2 - 1,158x_1^2 + 4,123x_3^2 \quad (14)$$

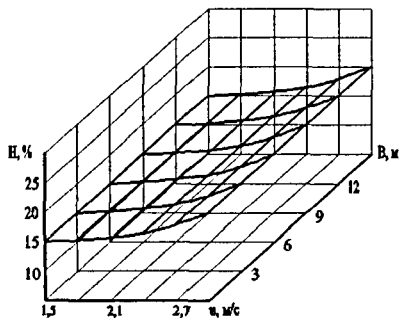


Рисунок 7 Зависимость неравномерности внесения гранулированного суперфосфата от ширины захвата и скорости движения агрегата

Анализ уравнения показал, что на показатели неравномерности особое влияние оказывает ширина захвата, о чем свидетельствует коэффициент при  $X_1$ . Скорость движения агрегата менее влияет на качество распределения извести, а норма внесения вовсе не оказывает влияния (рис 8)

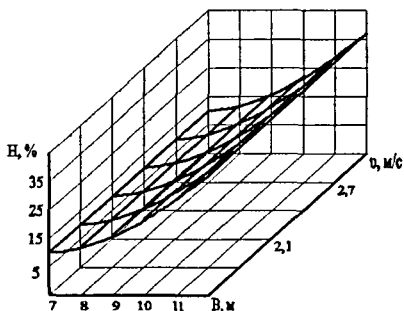


Рисунок 8 Зависимость неравномерности внесения известковой муки от ширины захвата и скорости движения агрегата

Сравнивая неравномерность распределения минеральных удобрений по поверхности поля, полученную экспериментально и описанную уравнением регрессии, можно отметить, что расхождение значений показателя неравномерности распределения туков находится в пределах допустимой ошибки измерений (рис 9)

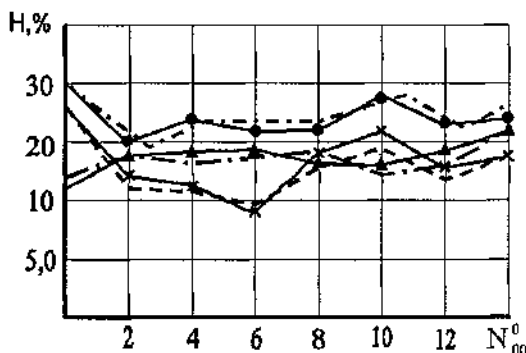


Рисунок 9 Неравномерности распределения минеральных удобрений при различных режимах работы агрегата

- – гранулированный суперфосфат, ▲ – хлористый калий,
- × – аммиачная селитра,
- — экспериментальная, - - - - - теоретическая

Полевые опыты по определению влияния неравномерности поверхностного внесения минеральных удобрений и известки на урожайность сельскохозяйственных культур проводились в крестьянско-фермерских хозяйствах Дубенского и Лямбирского районов, что подтверждается актами о внедрении разработок в данных хозяйствах

Неравномерное внесение удобрений приводит к полеганию хлебов, более поздней готовности полей к уборке, к снижению производительности уборочных машин, к самоосыпанию зерна, к потерям при уборке из-за неподборанных колосьев и несрезанных стеблей. Причем эти последствия особенно проявляются в годы с большим количеством осадков.

Проведенные исследования позволили установить, что экспериментальная машина с предлагаемым рабочим органом обеспечивает требуемую равномерность распределения удобрений по ширине захвата и по ходу движения агрегата. Это обеспечивает повышение урожайности зеленой массы на 20%, ячменя на 4,2 ц/га.

**В пятом разделе** «Экономическая эффективность от применения разбрасывателя минеральных удобрений» проведен расчет годового экономического эффекта при внедрении разбрасывателя с предлагаемым рабочим органом. Экономическую оценку серийного и экспериментального разбрасывателей проводили путем сравнения следующих технико-экономических показателей: часовой выработки, эксплуатационных издержек, экономических капитальных вложений в расчете на единицу выполненной работы. Исходными данными для расчета были результаты работы



разбрасывателей и нормативные данные Годовой экономический эффект от внедрения разбрасывателя с оборудованным центробежным рабочим органом составит 96,0 тыс руб

#### **Общие выводы.**

1 Проведенный анализ показал, что машины для поверхностного внесения минеральных удобрений не в полной мере удовлетворяют агротехническим требованиям по равномерности распределения туков по поверхности поля Это приводит к неравномерному развитию растений и снижению урожайности сельскохозяйственных культур

2 Наиболее перспективными машинами для поверхностного внесения минеральных удобрений и известковых материалов являются навесные разбрасыватели, а более приемлемым рабочим органом для них остается центробежный рабочий орган с вертикальной осью вращения

3 Разработана математическая модель технологического процесса распределения минеральных удобрений и известковых материалов рабочим органом центробежного типа, которая описывается полиномом второго порядка

4 Определены и обоснованы рациональные конструктивные параметры центробежного рабочего органа Диаметр диска  $D = 600$  мм, высота конуса  $H = 160$  мм, угол образующей конуса  $\alpha = 36^\circ$ , диаметр основания конуса  $d = 300$  мм, число лопастей  $z = 4$  шт, высота лопасти  $a = 40$  мм (патент № 55247)

5 Установлено, что технологический процесс поверхностного внесения минеральных удобрений выполняется устойчиво при поступательной скорости агрегата  $V_m = 2,5-3$  м/с и угловой скорости рабочего органа  $\omega = 82,5$  с<sup>-1</sup>.

6 При данных конструктивных и кинематических параметрах экспериментального разбрасывателя неравномерность внесения гранулированного суперфосфата не превышает - 21,0%, аммиачной селитры - 16,2%, хлористого калия - 18,0%, сложных комплексных удобрений - 17,5% на ширине захвата 16 - 22м

7 Полевые и производственные опыты показали, что снижение неравномерности внесения минеральных удобрений экспериментальным центробежным рабочим органом до приведенных выше значений обеспечивает повышение урожайности зеленой массы на 20%, ячменя на 4,2 ц/га

8 Ожидаемый годовой эффект на один переоборудованный разбрасыватель разработанным центробежным рабочим органом при средних дозах внесения удобрений составит 96,0 тыс рублей

Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих работах

1 Седашкин А Н Обоснование конструктивных параметров центробежного туковсевающего аппарата /А Н Седашкин, Е А Седашкина // Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники Информ выпуск диссерт совета Д 06372 04 Вып 5 - Саранск, 2000 - С 74-76

2 Седашкина Е А К обоснованию кинематических параметров центробежного туковывсевающего аппарата /Е А Седашкина, А Н Седашкин // Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники Информ выпуск диссерт совета Д 063 72 04 Вып 5 – Саранск, 2000 – С 68–70

3 Седашкина Е А Анализ конструкций туковывсевающих аппаратов /Е А Седашкина, А Н Седашкин // Техническое обеспечение перспективных технологий сб науч тр – Саранск, 2001 – С 54–56

4 Седашкина Е А К обоснованию формы рабочей поверхности центробежного аппарата /Е А Седашкина, А Н Седашкин // Современные технологии, средства механизации и технологического обеспечения в АПК сб науч тр Всерос науч-техн конф – Саранск, 2002 – С 121–127

5 Седашкина Е А К обоснованию радиуса кривизны лопасти центробежного рабочего органа /Е А Седашкина, А Н Седашкин // XXXI Огаревские чтения материалы науч конф в 3ч Ч3 Технические науки – Саранск, 2003 – С 112–115

6 Седашкина Е А О качестве внесения минеральных удобрений центробежными дисковыми аппаратами /Е А Седашкина, А Н Седашкин // Пути повышения эффективности функционирования механических и энергетических систем АПК межвуз сб науч тр – Саранск, 2003 – С 28–29

7 Седашкина Е А Обоснование рациональной формы лопастей центробежного разбрасывателя минеральных удобрений /Е А Седашкина // Энергосберегающие технологии и системы в АПК межвуз сб науч тр – Саранск, 2003 – С 200–203

8 Седашкина Е А Исследование работы центробежного разбрасывателя минеральных удобрений в лабораторных условиях /Е А Седашкина // Энергосберегающие технологии и системы в АПК межвуз сб науч тр – Саранск, 2003 – С 198–200

9 Седашкина Е А Повысить качество внесения минеральных удобрений /Е А Седашкина, А Н Седашкин // Наука и инновации в Республике Мордовия Материалы III республ науч-практ конф «Роль науки и инноваций в развитии хозяйственного комплекса региона» Вып 3 Ч1 Технические науки – Саранск, 2004 – С 335–337

10 Седашкина Е А Некоторые результаты экспериментально-теоретических исследований центробежного разбрасывателя минеральных удобрений /Е А Седашкина, А Н Седашкин // Энергосберегающие технологии и системы в АПК межвуз сб науч тр – Саранск, 2004 – С 294–296

11 Иншаков А П Поверхностное внесение минеральных удобрений в системе кординатного земледелия /А П Иншаков, Е А Седашкина // Энергосберегающие технологии и системы в АПК межвуз сб науч тр – Саранск, 2005 – С 28–31

12 Иншаков А П Обоснование основных параметров центробежного разбрасывателя минеральных удобрений /А П Иншаков, Е А Седашкина //

Энергосберегающие технологии и системы в АПК межвуз сб науч тр – Саранск, 2005 – С 31–34

13 Патент RU Рабочий орган для внесения минеральных удобрений /А П Иншаков, А Н Седашкин, Е А Седашкина , № 55247 , заявл 02 02 06 , опубл 10 08 06 Бюл № 22

14 Седашкина Е А Рабочий орган для внесения смесей минеральных удобрений /Е А Седашкина // Материалы XI научной конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Мордовского государственного университета им Н П Огарева в 3ч Ч 3 Технические науки – Саранск, 2006 – С 117–119

15 Седашкина Е А Некоторые результаты исследований однодискового центробежного аппарата /Е А Седашкина // Энергоресурсосберегающие технологии и системы в АПК межвуз сб науч тр – Саранск, 2006 – С 71–72

16 Иншаков А П Новый рабочий орган для внесения минеральных удобрений /А П Иншаков, Е А Седашкина // Тракторы и сельскохозяйственные машины –2007 –№ 1 –С 14–15

Подписано в печать 25 04 07 Объем 1,0 п л  
Тираж 100 экз Заказ № 831

Типография Издательства Мордовского университета  
430000, г Саранск, ул Советская, 24